บทที่ 2
ประเภทและชนิดของวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหารสัตว์

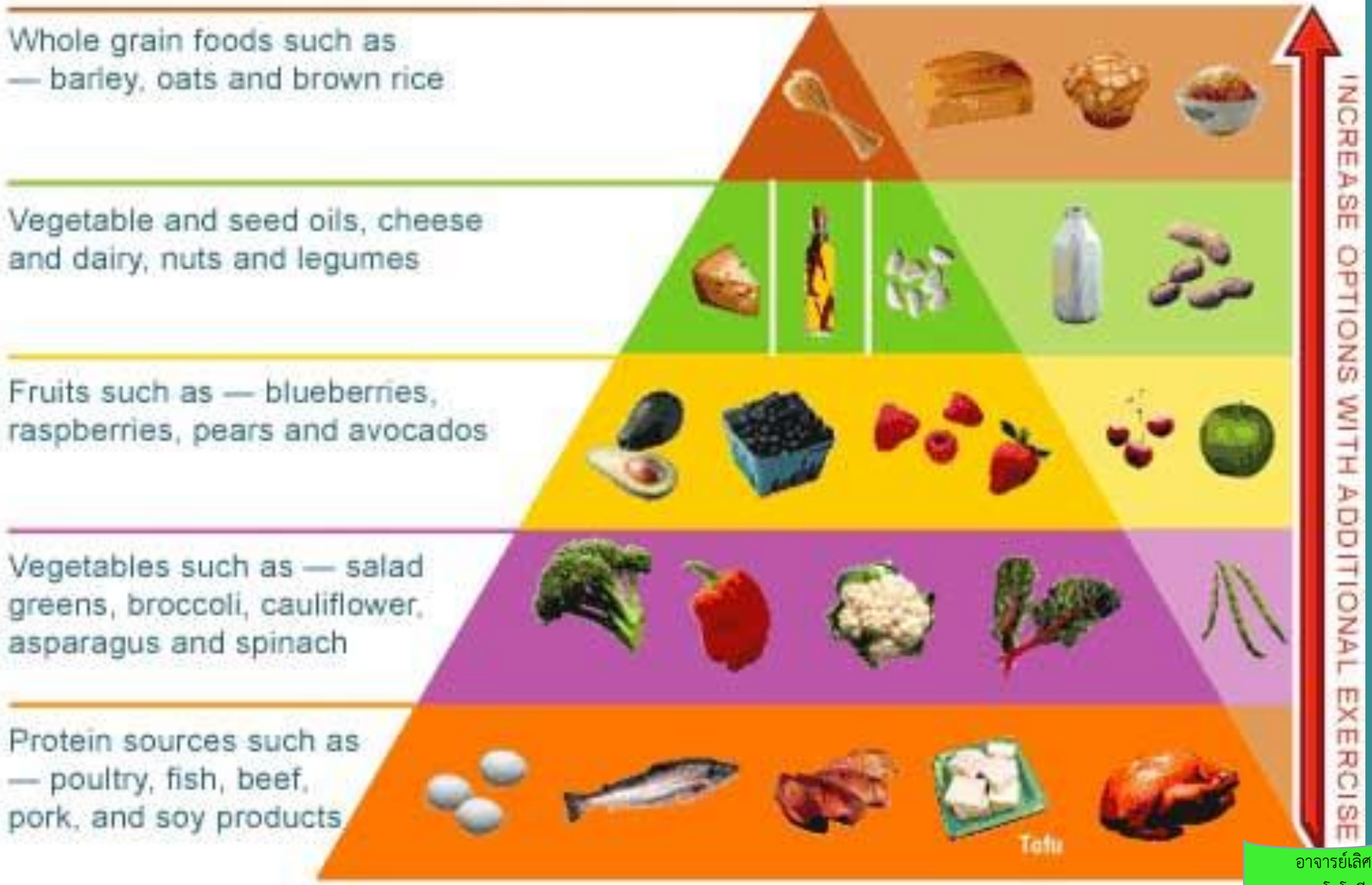
อาจารย์เลิศภูมิ จันทรเพ็ญกุล
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มรภ.บร.

Nutrients (โภชนะ)

หมายถึง สารเคมีหรือกลุ่มของสารเคมีที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน เมื่อสัตว์กินเข้าไปจะช่วยให้ดำรงชีวิตได้อย่างเป็นปกติและเป็นประโยชน์

ได้แก่

1. น้ำ	4. ไขมัน
2. คาร์โบไฮเดรท	5. แร่ธาตุ
3. โปรตีน	6. วิตามิน


Whole grain foods such as
— barley, oats and brown rice
Vegetable and seed oils, cheese
and dairy, nuts and legumes
Fruits such as — blueberries,
raspberries, pears and avocados
Vegetables such as — salad
greens, broccoli, cauliflower,
asparagus and spinach
Protein sources such as
— poultry, fish, beef,
pork, and soy products
Tofu
INCREASE OPTIONS WITH ADDITIONAL EXERCISE

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

ถ้านำเอาอาหารต่างๆ มาวิเคราะห์ทางเคมี จะพบว่ามีสารประกอบอยู่มากมายหลายชนิด แต่ในทางโภชนะศาสตร์สัตว์ (animal nutrition)ได้อาศัยหลักคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้มีการจัดสารประกอบต่างๆ ในอาหารออกเป็นสารประกอบ 6 กลุ่ม ที่เรียกว่า "สารอาหาร" (nutrient) ได้แก่

1. น้ำ (water)
2. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)
3. ไขมัน (lipid)
4. โปรตีน (protein)
5. วิตามิน (vitamin)
6. แร่ธาตุ (mineral)

น้ำ(Water)

น้ำ<u>เป็นโภชนะที่ไม่ได้จัดเข้าไว้</u>ในการประกอบสูตรอาหาร

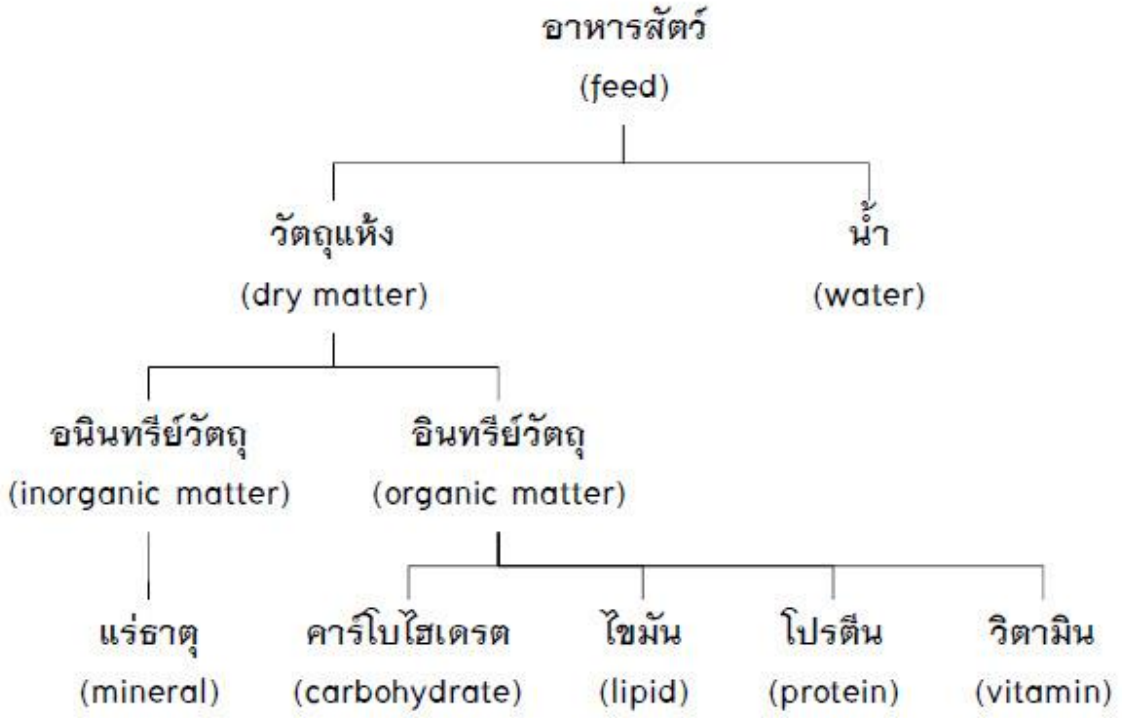
สัตว์ดื่มน้ำแยกจากโภชนะอื่นอย่างอิสระ

หนู pack (อยู่ในทะเลทราย) ไม่ดื่มน้ำ แต่มีกระบวนการหมุนเวียนใช้

สัตว์ในทะเลเช่น สิงห์โตทะเล แมวน้ำ ไม่เคยดื่มน้ำจืด แต่ได้จากปลาที่กิน

พวกสัตว์กินผลไม้ จะได้น้ำจากผลไม้

การจัดหมวดหมู่ของโภชนะ



รูปที่ 1.1 การจัดหมวดหมู่ของโภชนะ

ที่มา : ดัดแปลงจาก McDonald *et al.* (1973)

เมื่อโภชนะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายโดยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า **เมแทบอลิซึ่ม (metabolism)**ซึ่งมีออกซิเจนที่สัตว์หายใจเข้าไป ร่วมในการเกิดปฏิกิริยา โภชนะบางชนิดเช่น **คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน** สามารถถูกเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงาน เพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของร่างกายสัตว์ได้ จึงจัดเป็นโภชนะที่ให้พลังงาน (energy source) ส่วนโภชนะบางชนิดที่ไม่ได้ให้พลังงานโดยตรง เช่น **น้ำ เกลือแร่ และวิตามิน** ก็มีส่วนสำคัญในร่างกายไม่น้อย เนื่องจากเป็นโภชนะที่มีส่วนร่วมในปฏิกิริยา เพื่อให้เกิดกระบวนการต่างๆ ของร่างกาย

การประกอบสูตรอาหาร (feed formulation)

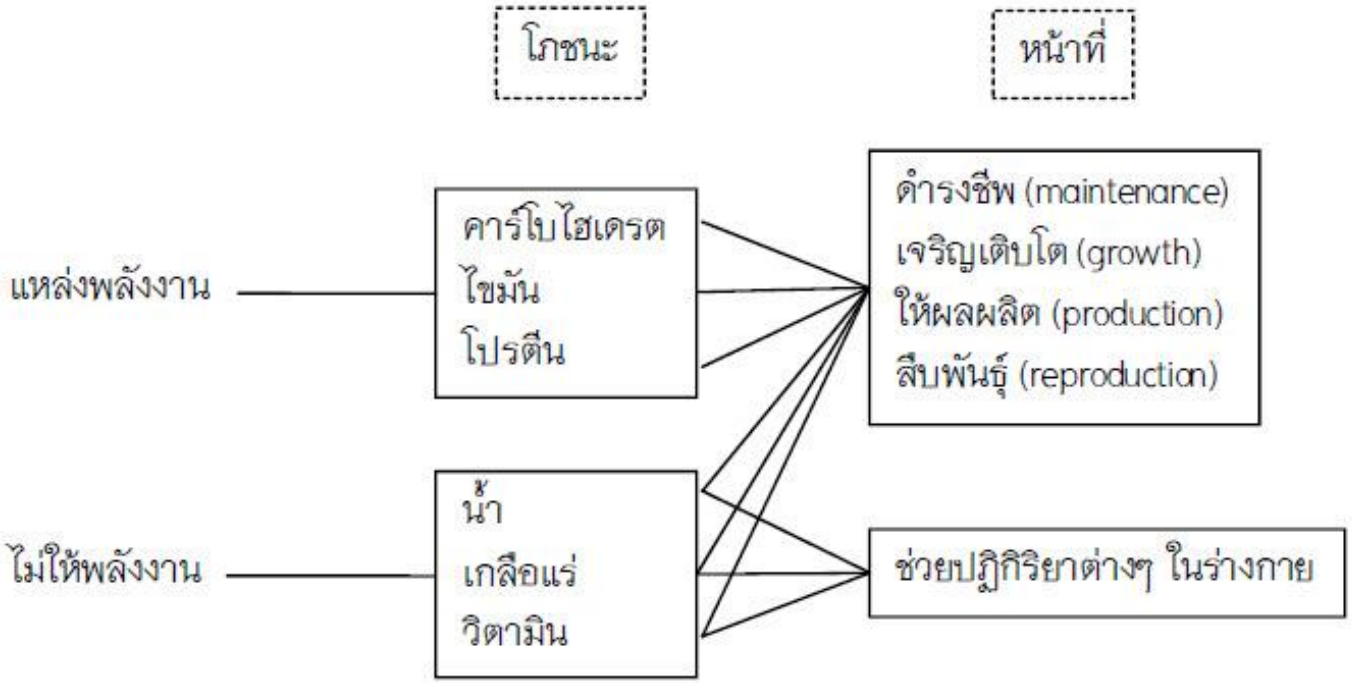
- ในการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจมักมีการประกอบสูตรอาหาร (feed formulation) ให้แก่สัตว์ โดยสูตรอาหารที่ประกอบขึ้นนี้ เรียกว่า **ไดเอท (diet)หรือแรชั่น (ration)** ความจริงหรือ **แรชั่น** หมายถึงปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินเต็มที่ในแต่ละช่วงเวลา เช่น แต่ละวัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วทั้ง 2 คำนี้ มักใช้ปนกันหรือแทนกัน โดยสูตรอาหารที่สร้างขึ้นประกอบด้วยวัตถุดิบอาหาร (feedstuff หรือ feed ingredient) ชนิดต่างๆ ซึ่งมีหลายประเภท ได้แก่
- 1. **ประเภทให้พลังงาน** ได้แก่ ธัญพืชและผลพลอยได้ พืชหัว น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ กากน้ำตาล เป็นต้น
- 2. **ประเภทให้โปรตีน** มีทั้งโปรตีนจากพืชและจากสัตว์

3. ประเภทวิตามิน มีทั้งวิตามินจากธรรมชาติและวิตามินสังเคราะห์

4. ประเภทแร่ธาตุ มีทั้งแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อย

5. ประเภทสารเสริม (feedadditives) เพื่อวัตถุประสงค์บางประการ เช่น สารเสริมชีวนะ (probiotic)สารส่งเสริมชีวนะ (prebiotic)สารปฏิชีวนะ (antibiotic)สารช่วยย่อย สารแต่งสี แต่งกลิ่น แต่งรสชาติ สารกันบูดสารกันหืน สารกันเชื้อรา สารช่วยอัดเม็ด ยาถ่ายพยาธิ รวมทั้งยาอื่นๆ ฮอร์โมน สารเร่งการเจริญเติบโต สารเสริมภูมิต้านทาน และสารช่วยรักษาสภาพแวดล้อม เป็นต้น สารเสริมเหล่านี้มีมากมายนับร้อยชนิด และมีผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ท้องตลาดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ขณะเดียวกันบางชนิดก็ถูกห้ามไม่ให้ใช้หรือได้รับความนิยมลดลง เช่น สารพวกไนโตรฟูราน คลอแรมฟินิคอล สารปฏิชีวนะ และสารเร่งเนื้อแดง เป็นต้น

ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโภชนะต่อร่างกาย



รูปที่ 1.3 ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโภชนะหมวดต่างๆ ในร่างกาย

3. ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์

แตกต่างกันออกไปตาม ชนิด ขนาด และอายุของสัตว์ การที่ทราบส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์สามารถบ่งบอกถึงความต้องการโภชนะนั้นๆ ของสัตว์ได้ เช่น น้ำเป็นส่วนประกอบที่มีมากในร่างกาย และมีความแปรปรวนมากที่สุด เช่นเดียวกับไขมัน ซึ่งปริมาณน้ำ และไขมันในร่างกายจะแปรผกผันกัน ยกตัวอย่าง เช่น ในสัตว์ที่มีอายุน้อยจะพบว่าในร่างกายมีองค์ประกอบของน้ำสูงกว่าสัตว์ที่มีอายุมาก และในสัตว์ที่มีอายุมากจะพบว่าในร่างกายมีองค์ประกอบของไขมันมากกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย ส่วนโปรตีนและแร่ธาตุจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่ และจะเห็นว่าไม่มีข้อมูลแสดงถึงปริมาณคาร์โบไฮเดรตและวิตามินเนื่องจากในร่างกายมีคาร์โบไฮเดรตน้อยมาก (< 1%) สะสมไว้ในรูปของ**ไกลโคเจน (glycogen)** เช่นเดียวกับวิตามินที่มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักตัว ทั้งๆ ที่มีความสำคัญต่อร่างกายมาก (ตารางที่ 1.1)ดังนั้น การให้อาหารสัตว์จึงควรพยายามให้สัตว์ได้รับโภชนะที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับกลุ่มที่เป็นส่วนประกอบของร่างกายสัตว์ เพื่อที่สัตว์จะได้นำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายตามความต้องการต่อไป

ความสำคัญหรือความจำเป็นในการศึกษา เรื่องอาหารและการให้อาหารสัตว์

1.อาชีพเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน ต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะเป็นค่าอาหารสัตว์ เช่น ต้นทุนในการเลี้ยงสุกร จะคิดเป็นค่าอาหารประมาณ 80% ต้นทุนการเลี้ยงไก่และวัวนม คิดเป็นค่าอาหารประมาณ 50-60% ฉะนั้นหากผู้เลี้ยงสัตว์ต้องการที่จะลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ ก็ควรจะพิจารณาในด้านการลดต้นทุนจากค่าอาหาร ซึ่งจะทำให้ผู้เลี้ยงจะมีกำไรเพิ่ม มากขึ้น โอกาสอยู่รอดของฟาร์มก็มีมากขึ้น ซึ่งหนทางที่ผู้เลี้ยงจะสามารลดต้นทุนค่าอาหารได้ นั่นก็คือ ผู้เลี้ยงจะต้องเลิกซื้ออาหารจากบริษัทผลิตอาหารสัตว์ และหันมาผสมอาหารใช้เอง ดังนั้นผู้เลี้ยงจึงจะต้องมีความรู้ทางด้านอาหารสัตว์เป็นอย่างดี จึงจะสามารถคำนวณสูตรอาหารสัตว์ให้เหมาะสมและมีราคาถูกลง และรู้จักสรรหาวัตถุดิบแปลกๆ ใหม่ๆ ที่มีราคาถูกมาใช้เสมอ

1.2. หากมีความรู้ทางด้านอาหารสัตว์ จะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency)ของสัตว์ให้ดีขึ้นได้ และช่วยป้องกันการขาดอาหารของสัตว์ได้ ซึ่งในกรณีที่สัตว์ได้รับโภชนะไม่พอเพียงหรือไม่ถูกสัดส่วน จะส่งผลไปถึงอัตราการเจริญเติบโตลดลง สัตว์อ่อนแอ สุขภาพไม่แข็งแรงเจ็บป่วยได้ง่าย ต้องสิ้นเปลืองค่าดูแลรักษาและสัตว์มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ กินอาหารเปลืองแต่โตช้าหรือไม่โต

1.3. ทำให้เกิดการปฏิรูปทางอุตสาหกรรม

เกิดขึ้น เนื่องจากในปัจจุบันนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าไปไกลมาก จึงได้มีการประยุกต์เอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ มาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ ทำให้สามารถผลิตอาหารสัตว์ได้มากขึ้นและราคาถูกลง ทั้งยังสามารถนำเศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มาดัดแปลงเป็นอาหารสัตว์ได้ เป็นเหตุให้เกิดการปฏิรูปทางด้านอุตสาหกรรมขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบัน ผู้เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่ นิยมใช้กากพืช มันสำปะหลังทั้งหลายมาเป็นอาหารสัตว์โดยใช้เป็นแหล่งเสริมโปรตีน เช่นกากถั่วเหลือง (soybean oil meal หรือ soybean meal, SBM) กากถั่วลิสง (peanut oil meal) กากปาล์มน้ำมัน (oil palm meal)ฯลฯ ซึ่งนับว่ากากพืชน้ำมันเหล่านี้ เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยพยุงสถานะทางการเงินให้กับโรงงานอัดน้ำมันต่างๆ เมื่อน้ำมันขายไม่ออกหรือราคาตก

1.4. เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน เป็นแบบนำสัตว์มากักขังแล้วให้อาหารแก่สัตว์ (central system) ซึ่งผิดกับการเลี้ยงสัตว์แบบสมัยเก่า ที่นิยมปล่อยสัตว์ให้หากินเองตามธรรมชาติ (farm system) เมื่อร่างกายขาดอะไรสัตว์จะหากินเองตามธรรมชาติ แต่ในกรณีที่เรานำสัตว์มากักขังไว้ หากสัตว์ได้รับโภชนะไม่ครบ สัตว์จะไม่มีโอกาสหากินเอง ดังนั้นผู้เลี้ยงสัตว์จะต้องดูแลสัตว์ให้ละเอียดถี่ถ้วน และควรมีความรู้เรื่องส่วนประกอบของโภชนะในอาหารแต่ละชนิดและโภชนะที่ร่างกายสัตว์ต้องการ ฯลฯ เป็นอย่างดี เช่น หากสัตว์ขาดแร่ธาตุ อาการเบื้องต้นที่สัตว์แสดงออก คือ เลียกินปัสสาวะของตนเอง หรือกัดแทะคอก รางอาหาร หรือกินดิน (หากมีให้กิน) สัตว์ขาดวิตามินอาจกินอาหารน้อยลงหรือเบื่ออาหาร มีอาการทางผิวหนัง ขน ตา เป็นต้น หากสัตว์ขาดโปรตีนและพลังงาน อาจอ่อนแอ โตช้า ให้ผลผลิตลดลง เหล่านี้ เป็นต้น

ประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์

- 1. วัตถุดิบแหล่งอาหารพลังงาน
- 2. วัตถุดิบแหล่งพืชอาหารสัตว์
- 3. วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน
- 4. วัตถุดิบแหล่งอาหารแร่ธาตุ
- 5. วัตถุดิบอาหารเสริมวิตามิน
- 6. วัตถุดิบเติมในอาหาร
- 7. คุณภาพวัตถุดิบและผลเสียต่อคุณภาพอาหาร

วัตถุดิบแหล่งอาหารพลังงาน

วัตถุดิบอาหารสัตว์ใช้เป็นส่วนประกอบของส่วนผสมในสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก คุณลักษณะโดยทั่วไปของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่จัดว่าให้พลังงาน ได้แก่ **การให้พลังงานมากกว่า 2,000 แคลอรีต่อกิโลกรัม** มีโปรตีนในองค์ประกอบน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของโปรตีนค่อนข้างต่ำและมีความแตกต่างกันมาก โดยทั่วไปอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานมีวิตามินบางอย่างด้วย คือ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินบี 12 และกรดแพนโททินิกค่อนข้างต่ำ แต่มีวิตามินบี 2 มาก ส่วนไนอาซีนมีมากแต่สุกรใช้ประโยชน์ได้น้อย มีวิตามินอีเพียงเล็กน้อย ส่วนระดับของแร่ธาตุโดยทั่วไปมีแคลเซียมต่ำและมีฟอสฟอรัสเล็กน้อย วัตถุดิบอาหารส่วนใหญ่ได้จากเมล็ดธัญพืช พืชหัวหรือราก และผลิตผลพลอยได้ นอกจากนี้ ยังได้จากไขและน้ำมันที่ได้จากพืชหรือสัตว์ ซึ่งจะให้พลังงานสูง (2.25 เท่าของคาร์โบไฮเดรตโดยน้ำหนัก)

วัตถุดิบที่นิยมใช้

- ได้แก่
- 1. ข้าวโพด (corn, maize)

ข้าวโพดที่ปลูกในประเทศไทยมีทั้งชนิดสีขาวและเหลือง ทั้งสองชนิดมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกันแต่สีเหลืองมี**แคโรทีน (carotene)** ซึ่งเป็นแหล่งที่ให้วิตามินเอมากกว่า ข้าวโพดมีโปรตีนประมาณ 8 – 9 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนไลซีน ทริปโตเฟน และเมทไธโอนีนต่ำ การย่อยได้ทั้งหมดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ข้าวโพดขาดวิตามินบีหลายชนิด เช่น วิตามินบี 12 และกรดแพนโททินิก ส่วนไนอาซีนมีมากแต่จับตัวเป็นโมเลกุลใหญ่ทำให้สัตว์ปีกและสุกรใช้ประโยชน์ได้น้อยลง จึงต้องให้อาหารโปรตีนที่มีคุณภาพดีผสมกับข้าวโพดเพื่อลดการขาดกรดอะมิโนน้อยลง และเสริมด้วยวิตามินสังเคราะห์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ : *Maize*

ระยะการเจริญเติบโต	คลุกเมล็ด	เริ่มงอก	เจริญทางใบ (4 ใบ)	เจริญทางใบ (9 ใบ)	เจริญทางลำต้น	ออกดอกหัว	ออกไหม	ติดฝัก	เก็บเกี่ยว	อัตราการใช้
วัน		0-5	5-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	ต่อไร่
ครุยเซอร์ 350 เอฟเอส	เพลี้ยไฟ									8 ซีซี/เมล็ด 1 กก.
เอพรอน XL 350 อีเอส	โรคราน้ำค้าง									3.5 ซีซี/เมล็ด 1 กก.
เอเทร็ก 90 ดับบลิวจี		คุมวัชพืช								300-450 กรัม
กรัมมือกโซน		กำจัดวัชพืชทั่วไป								300-500 ซีซี

ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อไร่ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อายุ 1-2 สัปดาห์ ใช้น้ำ 30-40 ลิตร
อายุ 3-4 สัปดาห์ ใช้น้ำ 40-50 ลิตร
อายุ 4-6 สัปดาห์ขึ้นไป ใช้น้ำ 60-80 ลิตร

ข้าวฟ่าง (sorghum grain)

- ข้าวฟ่างมีหลายชนิดที่นิยมนำมาเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ข้าวฟ่างแดงและข้าวฟ่างเหลือง เป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมแห้งแล้ง ปลูกขึ้นในสภาพอากาศได้แทบทุกชนิด คุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างใกล้เคียงกับข้าวโพด (ใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 95 – 98 เปอร์เซ็นต์ของข้าวโพด) ส่วนจมูกข้าวของข้าวฟ่างมีขนาดเล็กกว่า มีโปรตีนผันแปรระหว่าง 8 –12 เปอร์เซ็นต์ (โดยเฉลี่ย 9.9 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสูงกว่าข้าวโพดเล็กน้อย แต่**โปรตีนของข้าวฟ่างมีคุณภาพต่ำเพราะมีกรดอะมิโน-ไลซีนน้อยกว่าและมีรสชาดไม่ชวนกิน** อันเนื่องมาจากมี**สารแทนนิน (tannin)** ในปริมาณค่อนข้างสูง ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนลดลง โดยทั่วไปมีไขมันต่ำกว่าข้าวโพดและ**ไม่มีแซนโทฟิลล์ (xanthophyll)** ที่จะเป็นสารให้สี ข้าวฟ่างเมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ควรบดหยาบๆ ไม่ควรบดละเอียดเพื่อไม่ให้จับตัวเป็นแผ่นเหนียว (paste) และควรแช่น้ำหรือล้าง หรือนึ่งด้วยความดัน หรือผสมกับอาหารอื่นแล้วอัดเป็นแท่ง เพื่อทำให้ได้รับประโยชน์จากการใช้ข้าวฟ่างสูงขึ้น ข้าวฟ่างที่ใช้ควรเป็นชนิดเม็ดสีขาวหรือสีเหลืองเพราะมีสารแทนนินต่ำกว่า

ข้าวฟ่าง

ข้าวเปลือกบด (paddy – rice)

ข้าวเปลือกมีโปรตีนประมาณ 8 – 9 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 9-10 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเปลือกมักจะมีแกลบปนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีกากหรือเยื่อใยสูง และมีสารซิลิกา (silica) ทำให้ส่วนที่จะให้พลังงานลดลง ไม่ควรใช้เป็นอาหารของสัตว์ที่มีอายุน้อย เช่น ลูกไก่หรือลูกสุกร ข้าวเปลือกเมื่อบดแล้วมีลักษณะเป็นฝุ่น อาจเกิดการระคายเคืองทำให้กินอาหารได้น้อยลงและ อาจมียาฆ่าแมลงปนติดมากับเปลือก

ข้าวเปลือกบด

ปลายข้าว (broken rice)

ปลายข้าวเป็นผลิตผลพลอยได้จากการสีข้าว เกิดจากการขัดข้าวกล้อง หรือข้าวแดง ที่นำไปกะเทาะเปลือกออกให้เป็นข้าวขาว ปลายข้าวประกอบด้วยละอองข้าวหรือเยื่อหุ้มเมล็ด เศษชิ้นของ**เมล็ดข้าวที่หักและจมูกข้าว (embryo)** ปลายข้าวมีโปรตีนประมาณ 9 – 10 เปอร์เซ็นต์ มีไขมันและเยื่อใยต่ำ โดยมีประมาณร้อยละ 0.9 และ 1.0 ตามลำดับ ปลายข้าวมีสองขนาดคือ ขนาดใหญ่และขนาดเล็ก และได้จากข้าวจ้าวหรือข้าวเหนียวและปลายข้าวนึ่ง มีพลังงานทัดเทียมกับข้าวโพดและข้าวฟ่าง จึง**สามารถใช้ทดแทนกับข้าวโพดได้ทั้งหมด** เป็นวัตถุดิบที่สะดวกต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์ ไม่ต้องเสียเวลาบด การใช้ปลายข้าวเหนียวถ้าใช้ปริมาณมากจะทำให้สัตว์ท้องผูกหรือมูลเหนียว การใช้จึงควรใช้ร่วมกับอาหารที่มีเยื่อใยสูง เช่น รำละเอียด ส่วนปลายข้าวนึ่ง สัตว์สามารถย่อยได้ง่ายกว่าปลายข้าวชนิดอื่นเนื่องจากแป้งผ่านการนึ่งสุกแล้ว การปลอมปนพบว่ามีการปนเมล็ดหญ้า

ปลายข้าว

รำข้าว (rice bran)

รำข้าวแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ **รำหยาบ**และ**รำละเอียด** รำหยาบมีส่วนผสมของแกลบปน ทำให้คุณค่าต่ำกว่ารำละเอียดเพราะ**มีเยื่อใยสูงและมีแร่ซิลิกาปนในแกลบมาก** รำเป็นส่วนผสมของเพอริคาร์บ (pericarp) อะลิวโรนเลเยอร์ (aleuron layer) เยอร์ม (germ) และบางส่วนของเอนโดสเปอร์ม (endosperm) ของเมล็ด รำหยาบมีโปรตีนประมาณ 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ ไขมันประมาณ 7 – 8 เปอร์เซ็นต์ ส่วนรำละเอียดมีโปรตีนประมาณ 12 – 15 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 12 – 13 เปอร์เซ็นต์

รำข้าว (rice bran)

- รำมีไขมันสูงจึงไม่ควรเก็บรำไว้นานเกิน 15 – 20 วัน เพราะจะมีกลิ่นจากการหืน รำข้าวที่ได้จากการสีข้าวเก่ามีความชื้นต่ำทำให้เก็บได้นานกว่ารำข้าวใหม่ที่มีความชื้นสูงเชื้อราขึ้นง่ายและเหม็นหืนเร็ว ส่วนรำข้าวนาปรังอาจมีสารตกค้างของยาฆ่าแมลงปะปนมาด้วย รำข้าวเป็นอาหารคาร์โบไฮเดรตที่มีกรดอะมิโนค่อนข้างสมดุล มีคุณค่าทางอาหารสูง มีวิตามินบีค่อนข้างมาก รำที่สกัดน้ำมันออกโดยกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น รำอัดมัน (hydraulic press) หรือรำสกัดน้ำมัน (solvent extract) จะเก็บได้นานกว่า และมีปริมาณของโปรตีนสูงกว่ารำข้าวธรรมดา เมื่อคิดต่อหน่วยน้ำหนัก แต่ปริมาณไขมันต่ำกว่า คุณภาพของรำสกัดน้ำมันขึ้นอยู่กับกรรมวิธีเพราะถ้าร้อนเกินไปทำให้คุณค่าทางอาหารเสื่อม โดยเพราะกรดอะมิโนและวิตามินบีต่าง ๆ ปัญหาในการใช้ พบว่ามักมีหินฝุ่นหรือดินขาวปนมา ทำให้คุณค่าทางอาหารต่ำลง หรืออาจมียากำจัดแมลง สารเคมี หรือมีแกลบปะปน

รำข้าว

ผลพลอยได้จากข้าวโพด (corn by product)

ผลพลอยได้จากการปลูกข้าวโพด ประกอบด้วยเมล็ดข้าวโพดบดปนกับซัง (corn and cob meal) ซึ่งมีสัดส่วนของซังประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ด 70 – 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก เหมาะสำหรับนำไปเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยทั่วไปไม่นำไปเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก มีโปรตีนประมาณ 7 – 8 เปอร์เซ็นต์ และการย่อยได้ทั้งหมดของโภชนะ 73 – 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้าวโพดได้แก่ รำข้าวโพด (corn bran) ซึ่งเป็นส่วนเยื่อหุ้มของเมล็ดข้าวโพดมีโปรตีนประมาณ12–16 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 10 – 12 เปอร์เซ็นต์

ผลพลอยได้จากข้าวโพด (corn by product)

- ถ้านำเมล็ดข้าวโพดไปสกัดเอาน้ำมันออกเหลือส่วนที่เรียกว่า **คอร์นเยอร์มีล (corn germ meal)** เป็นส่วนของจมูกข้าวโพด มีโปรตีนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกากข้าวโพด เป็นเศษของข้าวโพดที่เหลือประกอบด้วย ซัง จมูกข้าวโพด และแป้งส่วนที่เหลือ โดยทั่วไปมีน้ำมันน้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนประมาณ 10 – 11 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีผลพลอยได้ ที่เหลือจากการนำข้าวโพดไปทำแป้งและทำน้ำตาลหรือไซรับ ได้แก่ คอร์นกลูเตนมีล (corn gluten meal) มีโปรตีนประมาณ 40 – 60 เปอร์เซ็นต์ ได้จากการนำข้าวโพดไปสกัดเอาแป้ง เยอร์ม (germ) และรำที่หุ้มออก แต่ถ้ายังคงมีส่วนรำที่หุ้มเมล็ดปนอยู่ เรียกว่า คอร์นกลูเตนฟีด (corn gluten feed) มีโปรตีนประมาณ 20 – 25 เปอร์เซ็นต์

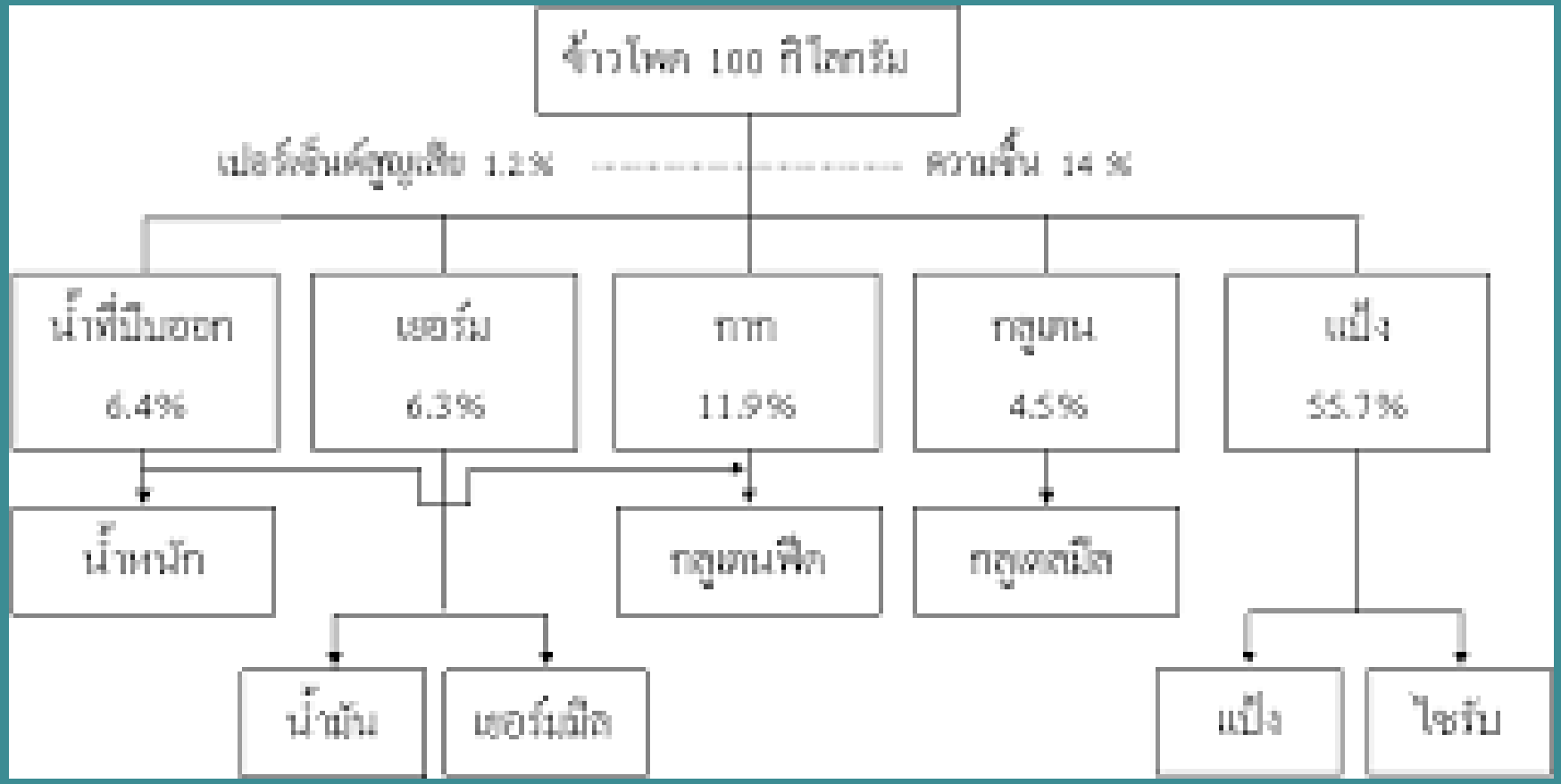
ผลพลอยได้จากข้าวโพด (corn by product)

ผลพลอยได้จากผลิตภัณฑ์อาหารแป้ง (flour by product)

เป็นผลพลอยได้จากโรงงานที่ทำอาหารและขนมจากแป้ง เช่น จากการทำขนมปัง (bakery by product) หรือโรงงานทำเส้นหมี่ (noodle by product) สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ โดยทั่วไปคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวโพด แต่มักมีไขมันสูง (12 – 16 เปอร์เซ็นต์) และอาจมีเกลือมาก ดังนั้นในการใช้ไม่ควรเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารทั้งหมด

ผลพลอยได้จากผลิตภัณฑ์อาหารแป้ง

(flour by product)



มันสำปะหลัง (cassava, manioc)

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ให้คาร์โบไฮเดรตสูง ประมาณ 80 – 85 เปอร์เซ็นต์ มีเยื่อใยเล็กน้อย ปริมาณโปรตีนต่ำประมาณ 0 – 2 เปอร์เซ็นต์ และมีแร่ธาตุน้อย เนื้ออาหารมีลักษณะเป็นฝุ่นและมีความหนาแน่นต่ำ การใช้มันสำปะหลังจะต้องคำนึงถึงสารพิษที่มีในเนื้อมันสำปะหลัง เปลือกราก และใบ ซึ่งได้แก่ แทนนิน (tannin) กรดไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid, HCN) หรือกรดพรัสสิก (prussic acid)

มันเทศ (sweet potato)

มันเทศในสภาพสดจะมีน้ำประมาณ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนประมาณ 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ถ้ามีราคาต่ำหรือปลูกใช้เองแต่เก็บไว้ไม่ได้นานเพราะแมลงกัดกินง่าย เมื่อทำให้แห้งจะให้พลังงานสูง การใช้ไม่ควรเกินในอัตรามันเทศต่อเมล็ดธัญพืช 1 : 1 หรือ 20 – 35 เปอร์เซ็นต์ การทำมันเทศให้แห้งไม่คุ้มค่าและใช้ประโยชน์ได้เพียง 1 ใน 3 ของข้าวโพด

วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน

- คุณลักษณะวัตถุดิบอาหารที่จัดว่าเป็นแหล่งที่ให้โปรตีนนั้น ควรมีโปรตีนอยู่ในส่วนประกอบไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้จากสัตว์และพืชตลอดจนผลิตผลพลอยได้ และได้จากสัตว์เซลล์เดียวที่สังเคราะห์ขึ้นมา การพิจารณาเลือกอาหารโปรตีนชนิดต่าง ๆ เพื่อนำไปประกอบสูตรอาหารนั้น ควรจะต้องพิจารณาจากตัวสัตว์ เช่น ชนิดของสัตว์ ขนาดและความต้องการ ส่วนอีกประการหนึ่ง ต้องพิจารณาจากปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในอาหาร คุ้มค่ากับราคาของอาหารหรือไม่ มีชนิดและจำนวนกรดอะมิโนแต่ละชนิดเพียงพอกับความต้องการของสัตว์เพียงใด

วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน

การเลือกใช้โปรตีนต้องพิจารณาว่าโปรตีนนั้นเมื่อถูกย่อยเป็นกรดอะมิโนแล้วดูดซึมเข้าไปในร่างกายไปรวมตัวสังเคราะห์ขึ้นใหม่เป็นโปรตีนในร่างกายสัตว์ในสัดส่วนที่เซลล์ร่างกายต้องการ โปรตีนในอาหารและโปรตีนในร่างกายของสัตว์มีความแตกต่างกันเฉพาะสัดส่วนในการรวมตัว แต่คุณสมบัติ ของกรดอะมิโนไม่ต่างกัน การเลือกอาหารโปรตีนจึงควรพิจารณาจากจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนในอาหารให้พอดี เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วสัตว์ไม่สามารถที่จะเก็บกรดอะมิโนเพื่อรอการนำไปใช้ในร่างกายเหมือนกับโภชนะหรือสารอาหารอย่างอื่น ดังนั้น ถ้าใช้อาหารที่มีโปรตีนมากเกิน ความต้องการแล้วร่างกายจะขับออกทำให้สิ้นเปลือง ได้แก่

ผลพลอยได้จากผลิตภัณฑ์นม (milk by product)

ผลพลอยได้จากการทำผลิตภัณฑ์นม ที่นิยมนำมาเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ หางนมผง (dried skim milk) และหางเนย (dried whey) หางนมผง มีโปรตีนประมาณ 33 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารโปรตีนมีคุณภาพดี มีกรดอะมิโนที่สมดุล มีความน่ากินสูง อุดมไปด้วยแร่ธาตุและวิตามินที่สัตว์ต้องการ แต่มีราคาแพงมาก ควรใช้เฉพาะกับลูกสัตว์ก่อนหย่านม หรือกรณีแม่สัตว์ให้นมเลี้ยงลูกไม่พอ ส่วนหางเนยประกอบด้วยโปรตีนประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ เป็นส่วนของนมที่สกัดเอาไขมันและเคซีน (casein) ออก เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการทำเนยแข็ง

หางนมผง

ปลาป่น (fish meal)

ปลาป่นเป็นอาหารโปรตีนที่สำคัญสำหรับการเลี้ยงสัตว์ ผลิตจากปลาต่าง ๆ ที่ชาวประมงลากอวนติดมา นำมาบดป่นและสกัดน้ำมันออกแล้วทำให้แห้ง อาจมีทั้งเปลือก ปู กุ้ง กั้ง หอย ปนมาด้วย โดยเฉลี่ยแล้วปลาป่นจะมีโปรตีนประมาณ 50 – 65 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 8 – 10 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุประมาณ 20 – 24 เปอร์เซ็นต์ เป็นแหล่งของวิตามิน มีแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากประมาณร้อยละ 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ และ 3 – 3.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ คุณภาพของปลาป่นขึ้นกับชนิดของปลา วัตถุปะปน ความสดของปลา ตลอดจนกรรมวิธีในการผลิตปลาป่น เช่น ถ้าให้ความร้อนสูง ปริมาณของกรดอะมิโนจะลดต่ำลงไปเรื่อย ๆ นอกจากนี้ ความชื้นและไขมันทำให้เก็บรักษาปลาป่นไว้ไม่ได้นาน เพราะอาจทำให้เกิดเชื้อราและเหม็นหืน ได้ง่าย ปลาป่นมีโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นที่สัตว์ต้องการค่อนข้างสูง มีวิตามินและแร่ธาตุมากมายและยังมีสารที่จำแนกไม่ได้ว่าเป็นชนิดใด แต่มีส่วนช่วยเสริมให้สัตว์เจริญเติบโต อย่างไรก็ตามปริมาณ การใช้ไม่ควรเกิน 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร

ปลาป่น (fish meal)

เกลือที่ปนในปลาป่นทำให้สัตว์ท้องเสียได้ถ้าได้รับในปริมาณมากเกินไป กลิ่นของเนื้อสัตว์ที่กินปลาป่นมากอาจมีกลิ่นปลาได้ ปลาป่นที่ผลิตจากปลาที่เน่าเสียอาจมีเชื้อซาโมเนลลา (*Samonella spp.*) ทำให้สัตว์ท้องเสียได้ หรือในบางครั้งถ้ามีเปลือกหอยปนมามากจากการปลอมปนเพื่อเพิ่มน้ำหนักอาหาร อาจทำให้สัตว์ได้รับแคลเซียมมากเกินไป ทำให้มีอาการคล้ายกับการขาดสังกะสีได้เพราะสัตว์ต้องการสังกะสีมากขึ้น นอกจากนี้อาจมีการปนขนไก่ป่นหรือยูเรียซึ่งทำให้ปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้น เมื่อทำการวิเคราะห์จะพบว่ามีปริมาณโปรตีนสูง แต่ร่างกายสัตว์ใช้ประโยชน์ได้น้อยหรืออาจเป็นอันตราย บางครั้งมีการใช้ปลาเน่า เศษเหลือของปลา กระดูก หินและทรายปนมาด้วย การบรรจุลงในกระสอบขณะที่ยังร้อนอยู่ทำให้เกิดการไหม้ มีผลทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและกรดอะมิโนลดลง

ปลาป่น (fish meal)

เนื้อและกระดูกป่น (meat and bone meal)

เนื้อและกระดูกป่นเป็นซากสัตว์ที่ไม่เหมาะสมที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์ อาจเนื่องจากมีพยาธิหรือโรคบางอย่างได้จากการนำเนื้อและกระดูก ไม่รวมขน หนัง เขา กีบ เลือดและเครื่องใน แต่อาจมีเลือดปนลงไปด้วย (ทำให้มีโปรตีนสูงขึ้น) นำซากเหล่านั้นไปนึ่ง (steam) แล้วป่น ภายหลังจึงทำให้แห้งโปรตีนค่อนข้างสูงประมาณ 55 – 60 เปอร์เซ็นต์ มีระดับธาตุฟอสฟอรัสต่ำกว่า 4.4 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า เนื้อป่น (meat meal) แต่ถ้ามีเศษเนื้อปนน้อยและมีกระดูกปนมาก เปอร์เซ็นต์โปรตีนจะต่ำกว่า 55 เปอร์เซ็นต์ ธาตุฟอสฟอรัสสูงกว่า 4.4 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นเนื้อกระดูกป่น (อุทัย คันโธ, 2529) การใช้อุณหภูมิสูงมากจะทำลายคุณค่าของกรดอะมิโนหลายชนิด ในอาหารผสมไม่ควรใช้เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเป็นโปรตีนย่อยมาก มีส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) สูง ถ้าเป็นเนื้อป่น ชนิดไม่มีเลือดปน ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 45 – 55 เปอร์เซ็นต์ การใช้เป็นอาหารสุกรไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร และอาหารไก่ไม่ควรเกิน 7 – 10 เปอร์เซ็นต์

เนื้อและกระดูกป่น (meat and bone meal)

เลือดแห้ง (blood meal)

เลือดแห้งเป็นผลิตผลพลอยได้จากโรงงานฆ่าสัตว์ นำมานึ่งเพื่อให้ตกตะกอน จากนั้นจึงอบให้แห้งแล้วป่นละเอียด มีโปรตีนค่อนข้างสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นโปรตีนที่ย่อยยากแม้ว่าจะมีกรดอะมิโนไลซีนและทริปโตเฟนสูงแต่เมทไธโอนีนและไอโซลูซีนต่ำมาก แสดงถึงความไม่สมดุลของกรดอะมิโน มีแร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ มีความน่ากินต่ำ เลือดแห้งมีกรดอะมิโนค่อนข้างครบทุกชนิด ควรใช้ร่วมกับอาหารชนิดอื่นเพื่อช่วยปรับหรือเสริมปริมาณกรดอะมิโนของสูตรอาหารให้สมดุลดีขึ้น ระดับการใช้ไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์

เลือดแห้ง (blood meal)

แกลบกุ้ง (shrimp meal)

แกลบกุ้งเป็นส่วนที่ปลิดทิ้งเพื่อทำกุ้งแห้ง กุ้งกระป๋อง หรือกุ้งแช่แข็งส่งต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยส่วนหัวและเปลือกกุ้ง หรือบางส่วนที่หักติดปนกับเปลือก กรรมวิธีใช้อบหรือต้มด้วยความร้อนและตากแดด แกลบกุ้งมีปริมาณของโปรตีนผันแปรมากระหว่าง 25 – 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นโปรตีนที่ย่อยได้ต่ำ และมีแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งเป็นแร่ธาตุในส่วนประกอบของส่วนหัวหรือเปลือกค่อนข้างสูง ทำให้เป็นปัญหาในการใช้ การใช้จึงไม่ควรเกิน 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร นอกจากนี้ แกลบกุ้งอาจมีเกลือปนอยู่

แกลบกุ้ง (shrimp meal)

ขนไก่ป่น (feather meal)

ขนไก่เป็นผลิตผลพลอยได้จากโรงงานชำแหละไก่ มีโปรตีนสูงถึง 85 – 87 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราการย่อยได้ต่ำมาก การนำขนไก่มาเป็นอาหารสัตว์จะต้องย่อยหรือไฮโดรไลซ์ด้วยการนึ่งด้วยไอน้ำที่ความดันสูงและย่อยด้วยกรดเกลือนาน 20 ชั่วโมง การใช้ขนไก่ไม่ควรใช้มาก ในอาหารไก่กระทงระยะหลังควรใช้ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร เนื่องจากโปรตีนจะมีกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น (nonessential amino acid) อยู่ในองค์ประกอบค่อนข้างมาก อาจใช้ผสมอาหาร เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของไก่ไข่ในระยะก่อนไข่ ไก่จะกินอาหารได้เป็นปกติแต่เจริญเติบโตช้า ไม่เติบโตเร็วเกินไปทำให้ไก่สามารถไข่ในระยะอายุที่เหมาะสมและไข่ฟองโต ในอาหารสุกรไม่ควรใช้เกินร้อยละ 5 และใช้ร่วมกับวัตถุดิบอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เช่น ปลาป่น กากถั่วเหลือง และเสริมด้วยวิตามินสังเคราะห์

ขนไก่ป่น (feather meal)

กากถั่วเหลือง (soybean meal)

กากถั่วเหลืองเป็นอาหารโปรตีนจากพืชที่ดีที่สุด ได้จากการนำถั่วเหลืองไปสกัดน้ำมันออก มีหลายวิธี เช่น วิธีอัดแน่น (hydraulic process) วิธีอัดเกลียว (screw process) และวิธีสกัดด้วยสารเคมี (solvent process) ซึ่งจะมีคุณภาพแตกต่างกัน โดยจะมีโปรตีนประมาณ 43 , 45 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถั่วเหลืองดิบมีตัวยับยั้งทริพซิน (trypsin inhitor) ซึ่งจะขัดขวางการย่อยโปรตีนของน้ำย่อยทริพซิน และยังมีสารเฮเมกลูทินิน (hemagglutinin) ซาโพนิน (saponin) และไอโซฟลาโวน (isoflavone) กากถั่วเหลืองที่นำน้ำมันออกได้มากและมีการกะเทาะเปลือกจะมี คุณค่าสูงและมีความน่ากินมากกว่า การย่อยได้ของกรดอะมิโนสูงถึง 85 – 92 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นกรดอะมิโนเมไทโอนีนที่ย่อยได้ค่อนข้างต่ำ (70 เปอร์เซ็นต์) ความร้อนทำให้ถั่วเหลืองสุกและทำลายตัวยับยั้งทริพซินมีโอกาสทำลายกรดอะมิโนในอาร์จินีน ทริปโตเฟน ฮิสติดีน และซีรีน (Aherne & Kenelly, 1982) เลี้ยงสัตว์

กากถั่วเหลือง (soybean meal)

กากถั่วเหลืองในประเทศส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่กะเทาะเปลือก ส่วนพวกที่นำเข้าจากจีนหรือบราซิลมีทั้งชนิดกะเทาะและไม่กะเทาะเปลือก ปริมาณการใช้สูตรอาหารควรอยู่ระหว่าง 20 –25 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสุกร และในอาหารสัตว์ปีกไม่เกิน 40 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันในถั่วเหลืองมีคุณสมบัติเป็นยาระบายเล็กน้อยและอาจมีผลทำให้ไขมันในร่างกายสัตว์มีลักษณะเหลว แต่ความเป็นจริงในกากถั่วเหลืองมีน้ำมันน้อยเกินกว่าจะก่อให้มีผลเสียนี้แต่ให้คำนึงถึงเมื่อมีกรณีใช้ถั่วเหลืองเมล็ดเป็นอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาหารสุกร ในปัจจุบันมีการผลิตถั่วเหลือง ไขมันเต็ม (full fat soybean) จากวิธีการนึ่ง หรือต้มแล้วนำมาบด หรือการใช้เครื่องเอกซ์ทรูเดอร์กับถั่วทั้งเมล็ดแล้วนำมา

กากถั่วเหลือง (soybean meal)

กากเมล็ดฝ้าย (cottonseed meal)

- กากเมล็ดฝ้ายเป็นผลผลิตพลอยได้จากการบีบเมล็ดฝ้ายเพื่อเอาน้ำมันไปใช้ทำน้ำมันหล่อลื่นและประกอบอาหาร มีโปรตีนประมาณ 25 – 43 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยประมาณ 10 – 12 เปอร์เซ็นต์ และแคลเซียมต่ำ โดยมีอัตราส่วนระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสประมาณ 1 : 6 เป็นแหล่งของวิตามินบีหลายชนิดแต่มีแคโรทีนต่ำ กากเมล็ดฝ้ายแต่ละชนิดมีปริมาณโปรตีนต่างกัน เนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตกรดอะมิโนที่มีปริมาณต่ำ คือ ซีสตีน เมไทโอนีนและไลซีน นอกจากนี้ยังมีสารเป็นพิษอยู่สองชนิด คือ กอสสิบพอล (gossypol) ที่มีผลต่อสัตว์กระเพาะเดี่ยว

กากเมล็ดฝ้าย (cottonseed meal)

- ถ้าได้รับมากทำให้ลดความอยากกินอาหาร มีอาการผิดปกติ หายใจลำบากและการเต้นของหัวใจไม่สม่ำเสมอ และพบว่ามีกรดไขมันไซโครโพรพินอยด์ (cyclopropenoid) ซึ่งอาจจะป้องกันพิษโดยเติมเหล็กซัลเฟตลงในอาหารในอัตราส่วน 1 : 1 ระหว่าง เหล็กและ**กอสสิบพอลอิสระ (free gossypol)** ซึ่งมีอยู่ประมาณ 0.1 – 0.4 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้เหล็กซัลเฟต 400 กรัมต่อกากฝ้าย 400 – 450 กิโลกรัม จะทำให้ประสิทธิภาพของการใช้อาหารดีขึ้น ระหว่างการอัดมีความร้อนช่วยลดปริมาณกอสสิบพอลลงได้ ความร้อนที่ใช้ต้องเหมาะสมเนื่องจากการใช้ความร้อนสูงอาจทำให้ไลซีนจับตัวกับกอสสิบพอล ดังนั้น การใช้กากฝ้ายจึงควรใช้ร่วมกับอาหารโปรตีนคุณภาพดี เติมวิตามินเอ วิตามินดีและผ่านการแก้ไขพิษ สุกรและสัตว์ปีกไม่ค่อยชอบกินเนื่องจากมีลักษณะเป็นฝุ่นและแห้ง แต่วัวนมสามารถใช้ได้ไม่ควรเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร

กากเมล็ดฝ้าย (cottonseed meal)

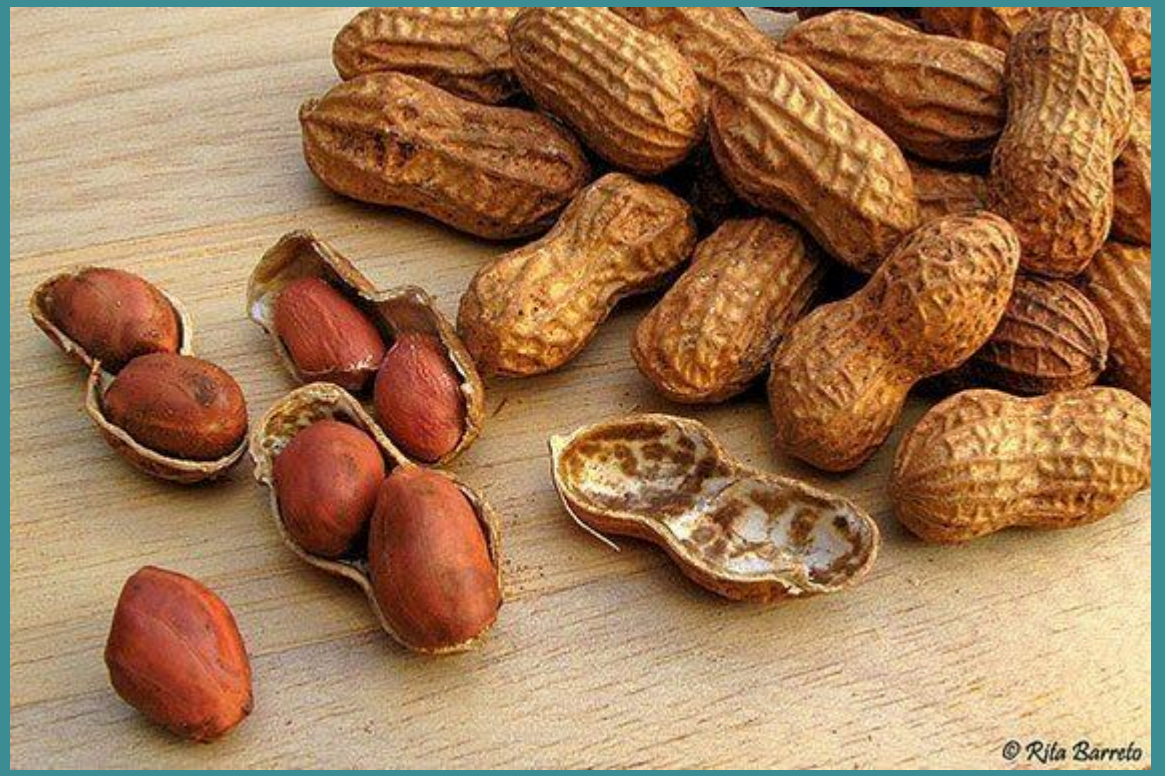
กากถั่วลิสง (peanut meal)

กากถั่วลิสงเป็นผลิตผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันเช่นเดียวกับพืชน้ำมันอื่น โดยมีโปรตีนประมาณ 37 – 45 เปอร์เซ็นต์ แล้วแต่กรรมวิธีการสกัดน้ำมันและการกะเทาะเปลือก ปัญหาของการใช้ ได้แก่ การปลอมปนซึ่งมักจะปนเปลือกและกากพืชชนิดอื่นที่มีราคาถูกทำให้ คุณภาพต่ำลงและเยื่อใยสูง การเก็บรักษาเป็นปัญหาเนื่องจากมีไขมันตกค้างมากจะเกิดการเหม็นหืน โดยเฉพาะฤดูที่มีความร้อนและความชื้นสูง ทำให้เชื้อราแอสเพอร์จิรัส ฟลาวัส (*Aspergillus flavus*) แพร่ขยายและผลิตสารอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ทำให้สัตว์ตายหรือเจ็บป่วยได้ง่าย และเกิดขึ้นกับเมล็ดถั่วลิสงที่เก็บไว้ในสภาพแบบนั้นด้วย

กากถั่วลิสง (peanut meal)

คุณภาพโดยทั่วไปต่ำกว่ากากถั่วเหลืองและใช้ประโยชน์ได้น้อยกว่า (Aherne & Kenelly, 1985) ส่วนปัญหาเรื่องความไม่สมดุลของกรดอะมิโนนั้นกากถั่วเหลืองขาดกรดอะมิโนเมทไทโอนีนอย่างเดียว แต่กากถั่วลิสงนอกจากขาดกรดอะมิโนแล้วยังขาดกรดอะมิโนซีสตีน ไลซีน และทรีโอนีนด้วย และยังมีกรดอะมิโนจินีนสูงเกินไป ทำให้ เกิดความไม่สมดุลของกรดอะมิโน ดังนั้น การใช้กากถั่วลิสงจึงใช้ได้ดีสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง ส่วนสัตว์กระเพาะเดี่ยวควรใช้กากถั่วลิสงในสูตรอาหารเป็นบางส่วน และเสริมด้วยกรดอะมิโน เมทไทโอนีน ไลซีน และทรีโอนีน

กากถั่วลิสง (peanut meal)



กากเมล็ดดอกคำฝอย (safflower meal)

เมล็ดดอกคำฝอย (*Carthamus tinctorius*) มีน้ำมันประมาณ 36 – 40 เปอร์เซ็นต์ และมีเปลือกประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ของเมล็ด กากเป็นผลิตผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมัน มีโปรตีนระหว่าง 18 –22 เปอร์เซ็นต์ และกาก 40 เปอร์เซ็นต์ ปกติแล้วสัตว์กระเพาะเดี่ยว ไม่ควรใช้เนื่องจากเปลือกแข็งและมีลิกนินสูง ดังนั้นจึงควรใช้ชนิดที่กะเทาะเปลือกแล้วซึ่งสามารถนำน้ำมันออกได้ถึง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ และกากจะมีโปรตีนถึง 42 – 46 เปอร์เซ็นต์ และมีกาก ลดลง 15 – 16 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในเมล็ดดอกคำฝอยขาดกรดอะมิโนไลซีนมากจึงไม่ควรใช้ร่วมกับกากถั่วลิสงซึ่งขาดกรดอะมิโนชนิดนี้มากอยู่แล้วเมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์ไม่ควรเกิน 15 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร และควรใช้เลี้ยงสัตว์ที่มีอายุเจริญเติบโตพอสมควรแล้ว

กากเมล็ดดอกคำฝอย (safflower meal)

กากปาล์ม (palm oil meal)

กากปาล์มเป็นผลิตผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันจากเมล็ดปาล์มน้ำมัน กากปาล์มที่ใช้ควรจะเป็นชนิดกะเทาะเปลือกซึ่งมีโปรตีนประมาณ 14 – 16 เปอร์เซ็นต์ และยังมีไขมันเหลืออยู่ประมาณ 10 –15 เปอร์เซ็นต์ และมีกากหรือเยื่อใย 14 – 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถใช้ในอาหารสุกรและไก่ได้ถึง 30 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร แต่ที่เหมาะสมในการใช้คือระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ เพราะใช้มากจะทำให้เนื้ออาหารมีลักษณะฟ่าม สัตว์จะกินอาหารได้น้อยลง ส่วนวัวนมสามารถ ใช้ได้ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ โดยทำให้เพิ่มทั้งปริมาณน้ำนมและไขมันในน้ำนม

กากปาล์ม (palm oil meal)

กากเมล็ดยางพารา (rubber seed meal)

กากเมล็ดยางพาราได้จากการนำเอาเมล็ดยางพารามาบีบหรือสกัดน้ำมันออก มีทั้งชนิดกะเทาะและไม่กะเทาะเปลือก ชนิดกะเทาะเปลือกมีโปรตีนระหว่าง 28 – 30 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 28 – 29 เปอร์เซ็นต์ ชนิดไม่กะเทาะเปลือกจะมีโปรตีนต่ำกว่า คือ ประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ และมีกากสูงประมาณ 40 – 42 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ในกากเมล็ดยางพารามีกรดอะมิโนไลซีนและฮีสทีดีนสูง จึงใช้ผสมอาหารที่มีกรดอะมิโนทั้งสองนี้ต่ำได้ดี นอกจากนี้กากเมล็ดยางพาราจะมีกรดไฮโดรไซยานิก แต่ปริมาณของกรดนี้จะต่ำลงถ้าผ่านความร้อนหรือเก็บไว้เป็นเวลานาน

กากเมล็ดยางพารา (rubber seed meal)

เมล็ดและกากเมล็ดทานตะวัน (sunflower seed and meal)

เมล็ดทานตะวัน (*Helianthus annuus*) มีปริมาณโปรตีนประมาณครึ่งหนึ่งของกาก ถั่วเหลือง คือ ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเยื่อใยและไขมันสูงกว่าถั่วเหลืองมาก แต่มีกรดอะมิโนที่จำเป็นประมาณ 1/3 ของกากถั่วเหลือง ยกเว้นไลซีนมีเพียง 1/5 ในขณะที่เมทไทโอนีนมีต่ำกว่าเล็กน้อย การย่อยได้ของโภชนะต่างๆคิดเป็นร้อยละ คือ วัตถุแห้ง 59.3 อินทรียวัตถุ 62.1 โปรตีน 44.3 ไขมัน 86.2 และไนโตรเจน-ฟรีเอกแทรกซ์ 63.8 โดยมีพลังงานใช้ประโยชน์สูงถึง 3868 กิโลแคลอรีต่อกรัม สูงกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์โดยทั่วไป เนื่องจากมีประมาณน้ำมันมาก บุญล้อม ชีวอิสระกุล (2534) พบว่า สามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารได้ 80 เปอร์เซ็นต์ หรือใช้ได้ในระดับ 18.8 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหารไก่ไข่ แต่ถ้านำไปเลี้ยงนกกระทาไข่ไม่ควรใช้เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนแตกต่างกันตามกรรมวิธีสกัดน้ำมันการกะเทาะเปลือกและพันธุ์ เช่น มีโปรตีน 41.0 – 46.8 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการอัดและการสกัด เยื่อใยหยาบ 13 –11 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 7.6 – 2.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมล็ดและกากเมล็ดทานตะวัน (sunflower seed and meal)

ใบกระถิน (leucaena leaf meal)

ใบกระถินแห้งมีโปรตีน 14 – 30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นกับการมีก้านหรือกิ่งปะปน เยื่อใย มีประมาณ 16 – 25 เปอร์เซ็นต์ แต่มีแคลเซียมมาก และมีสารเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นแหล่งของวิตามินเอและสารแซนโทฟิลล์ทำให้สีไข่แดงและสีผิวหนังตลอดจนแข้งไก่มีสีเข้มขึ้น แต่สารเหล่านี้สูญเสียได้ง่ายในระหว่างการผึ่งแดด ถ้าตากเป็นเวลานานจะทำให้สูญเสียมากขึ้น ในระหว่างฤดูฝนอาจเกิดการอับชื้น และขึ้นราง่าย สารพิษมิโมซีน (mimosine) และแทนนิน (tannins) ในใบกระถิน ทำให้สัตว์ขนร่วง และการเจริญเติบโตลดลงถ้าใช้ในปริมาณมาก อาจเกิดจากคุณสมบัติที่เป็น สารฟีนอลลิก หรืออัลคาลอยด์ หรือเกิดปฏิกิริยาห้ามกระบวนการเมแทบอลิซึมของกรดอะมิโนแฟนิลอะลานีนและไทโรซีน หรือการทำงานของเอนไซม์ที่มีโลหะอยู่ในองค์ประกอบ โดยทั่วไปในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สัตว์ปีกควรใช้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ สุกรไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ (Lopez, 1989) แต่ถ้าใช้ใบกระถินที่ผลิตจากใบกระถินยักษ์สามารถใช้ได้ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ หรือ ถ้าขจัดสารพิษด้วยการเติมเหล็กซัลเฟต หรือแช่น้ำ 12 – 24 ชั่วโมง ก่อนทำให้แห้งจะทำให้ใช้ได้สูงขึ้นถึง 15 – 25 เปอร์เซ็นต์

ใบกระถิน (leucaena leaf meal)

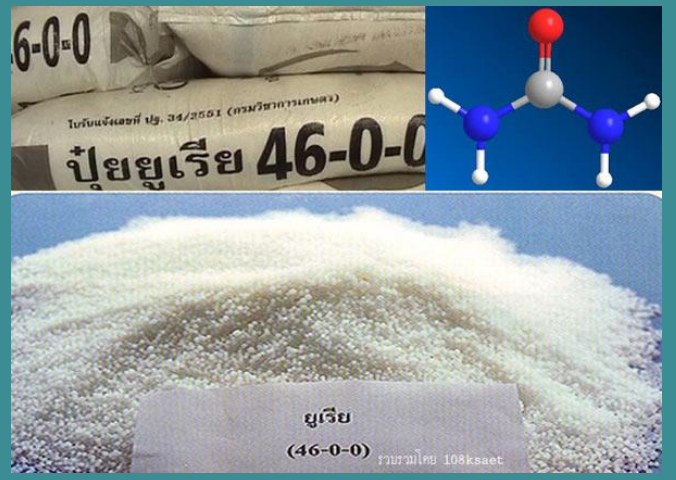
ส่าเบียร์ (brewer by product)

ส่าเบียร์เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตเบียร์ที่ใช้ข้าวบาร์เลย์หมักกับเชื้อยีสต์ ผลิตผลพลอยได้มีหลายชนิด เช่น มอลต์บาร์เลย์ (malt barley) ได้จากข้าวบาร์เลย์ที่นำไปเพาะให้งอก จนมีความสูงตามที่ต้องการ แล้วจะถูกผ่านความร้อนทำให้ต้นที่งอกตาย คุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวบาร์เลย์ คือ โปรตีน 11 –12 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ ของโภชนะทั้งหมด 70 –75 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยประมาณ 5 –6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นอ่อนบาร์เลย์ (malt sprout) เป็นส่วนที่นำเมล็ดและเปลือกรวมทั้งรากของต้นข้าวมอลต์ออก ทำให้แห้ง มีโปรตีนประมาณ 25 –27 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใยประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการหมักบาร์เลย์รวมกับยีสต์จนได้แอลกอฮอล์แล้ว นำส่าที่เกิดขึ้นมาทำให้แห้ง เรียกว่า ส่าเบียร์ (brewer dried grain) ส่วนรากข้าวมอลต์ที่ตัดออก (malt root) ก็ยังคงมีคุณค่าทางอาหาร นำไปเลี้ยงสัตว์ได้

ส่าเบียร์ (brewer by product)

ยูเรีย (urea)

ยูเรียเป็นสารที่ให้ไนโตรเจนได้ถึง 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นปริมาณโปรตีน 262 – 281 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยพวกจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน นำไปใช้สังเคราะห์โปรตีน สามารถนำไปผสมกับอาหารจากพืชที่มีโปรตีนต่ำ เช่น หญ้าแห้งหรือฟาง มีความน่ากินต่ำ โดยทั่วไปใช้ไม่เกิน 10 – 15 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนทั้งหมดที่สัตว์ต้องการใช้ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในทางปฏิบัติใช้ในอาหารผสมไม่เกิน 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ และในอาหารพืชคุณภาพต่ำไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์



วัตถุดิบแหล่งอาหารแร่ธาตุ

แร่ธาตุเป็นสารพวกอนินทรีย์ แหล่งที่มาคือ จากดินและหิน อยู่ในรูปของธาตุเดี่ยว หรืออยู่ในรูปสารประกอบ ต้องตรวจดูว่ามีธาตุที่ต้องการในอัตราเท่าใด และอยู่ในสภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ได้บางชนิด เช่น แคลเซียมไม่ว่ามาจากแหล่งใดมักมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน แต่ฟอสฟอรัสที่พบในส่วนของเมล็ดพืชมักอยู่ในรูปของไฟเตต (phytate) เนื่องจากเกาะตัวกับกรดไฟติก (phytic acid) ปริมาณของไฟเตตในเมล็ดเหล่านี้มีประมาณ 1 –3 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 60 –80 เปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในเมล็ด ทำให้ใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 1 ใน 2 หรือ 1 ใน 3 แร่ธาตุส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบ การนำไปใช้จึงควรดูจากความสามารถในการละลายและประสิทธิภาพของการนำไปใช้ เป็นต้น อาหารที่ให้แร่ธาตุนี้ส่วนใหญ่สัตว์ต้องการ เป็นจำนวนน้อย ยกเว้นแคลเซียมและฟอสฟอรัส ดังนั้นการใช้จึงสะดวกในการที่ต้องผสมไว้ก่อน (premix)

วัตถุดิบของอาหารเสริมแร่ธาตุ

วัตถุดิบของอาหารเสริมแร่ธาตุ ได้แก่ วัตถุดิบที่มีความเข้มข้นของแร่ธาตุสูงใช้ผสมลงในอาหารเพื่อยกระดับแร่ธาตุให้สูงขึ้นหรืออาจทำให้สัตว์กินโดยอิสระ มีทั้งแร่ธาตุที่ใช้ปริมาณมาก (macro element) แร่ธาตุที่ใช้ปริมาณน้อย (micro element) เช่น กระดูกป่น เปลือกหอย เกลือแกง ไดแคลเซียมฟอสเฟต

วัตถุดิบอาหารเสริมวิตามิน

แหล่งวิตามินส่วนใหญ่จะได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปเป็นวิตามินอย่างเดียว หรือสารประกอบของวิตามิน วิตามินเป็นสารที่ใช้ในปริมาณน้อย บางชนิดสัตว์ต้องการน้อยมาก หน่วยที่ใช้อาจมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมหรือไมโครกรัมต่ออาหาร 100 กิโลกรัม หรือใช้เป็นความเข้มข้นของหน่วยสากล (I.U., International Unit) ดังนั้น ผู้เลี้ยงมักใช้ในรูปของวิตามินพรีมิกซ์ ซึ่งเป็นสารผสมล่วงหน้ามากกว่าการซื้อวิตามินแต่ละชนิดมาผสมหรือประกอบสูตรวิตามินของสัตว์ขึ้นใช้เอง เพราะนอกจากจะใช้ในปริมาณน้อยแล้วยังเก็บรักษาลำบาก วิตามินส่วนใหญ่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยแสง ความร้อนและความชื้น

วัตถุดิบเติมในอาหาร

- วัตถุที่เติมในอาหาร ที่ได้รับอนุญาตให้ผสมในอาหารสัตว์นั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วัตถุที่เติมที่เป็นพวกอาหาร และพวกที่ไม่ใช่สารอาหารแต่เสริมเข้าไปเพื่อให้อาหารมีดุลยภาพของสารอาหารดี มีคุณภาพดีทั้งทางกายภาพและทางเคมี ดังนั้น วัตถุเติมในอาหาร จึงมีหลายชนิดขึ้นกับจุดประสงค์ของการใช้ เช่น วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ยาปฏิชีวนะ ฮอร์โมนและ สารคล้ายฮอร์โมน สารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้แทนฮอร์โมนและยาปฏิชีวนะ สารกันหืน สารกันบูดหรือกันเสีย สารป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ สารปรุงแต่งรสและกลิ่น สารปรุงแต่งสี สารช่วยย่อยอาหารและเอนไซม์ สารประสานเม็ดหรือปรุงแต่งเม็ดอาหาร สารกระตุ้นหรือเร่งการเจริญเติบโตและยาป้องกันโรคทั้งภายนอกและภายใน เป็นต้น จึงควรศึกษาส่วนประกอบสารเคมีที่ออกฤทธิ์และระดับในการใช้อย่างระมัดระวัง เนื่องจากมักเป็นสารที่มีกลไกการออกฤทธิ์มากทำให้การใช้อาหารของสัตว์มีประสิทธิภาพสูง วัตถุเหล่านี้มีมากมายหลายชนิดและจำเป็นต้องศึกษารายละเอียด ก่อนนำไปใช้ และติดตามดูประกาศอนุญาตของทางราชการให้ใช้ผสมได้หรือไม่ หรือมีการยกเลิกห้ามใช้ไปเมื่อใด ควรใช้ในอัตราเท่าใด และต้องเลิกใช้ก่อนการส่งจำหน่าย เพื่อไม่ให้มีผลตกค้างในผลิตผลนั้น ๆ เป็นระยะเวลาเท่าใด

จบ
บทที่ 2