

อาหารและการให้อาหารสัตว์

(Feeds and Feeding)



วรรณพร ทะพิงค์แก

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ดำน้า

หนังสือ “อาหารและการให้อาหารสัตว์” เล่มนี้ เกิดจากการรวบรวมข้อมูลและประมวลความรู้ของผู้เขียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้อ่านได้รับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาพื้นฐานเกี่ยวกับความสำคัญของอาหารสัตว์ ระบบสรีรวิทยาทางเดินอาหารของสัตว์ โภชนะในอาหารสัตว์ การประเมินคุณค่าทางโภชนะในอาหารสัตว์ การเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ การผลิตอาหารสัตว์ รวมถึงหลักการให้อาหารสัตว์เบื้องต้น เพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในเรื่องอาหารสัตว์ ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องต่อไปได้ โดยในหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนได้นำข้อมูลเกี่ยวกับ “อาหารและการให้อาหารสัตว์” ที่เป็นงานวิจัยใหม่สุดแทรกอยู่ในเนื้อหาเพื่อให้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับปัจจุบัน ซึ่งข้อมูลทั้งหมดผู้เขียนได้รวบรวมมาจากตำรา หนังสือ บทความ เอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ “อาหารและการให้อาหารสัตว์” และยังได้สอดแทรกข้อมูลจากประสบการณ์ของผู้เขียนเพื่อให้สามารถปรับใช้ได้กับการปฏิบัติงานจริง ทั้งนี้ผู้เขียนจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือ “อาหารและการให้อาหารสัตว์” เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับนักศึกษา ผู้สนใจทั่วไป ผู้เขียนขออภัยรับข้อเสนอแนะและข้อท้วงติงทั้งหมดเพื่อทำให้อาณาวิชาการของหนังสือ “อาหารและการให้อาหารสัตว์” เล่มนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาททั้งวิชาและความรู้ ขอขอบคุณภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนและให้โอกาสที่ดีมาโดยตลอด นอกจากนี้ ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณกำลังใจและแรงผลักดันจากครอบครัวที่เป็นกำลังสำคัญให้การเขียนเอกสารคำสอนเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณกนกทิพย์ ปัญญาไชย ที่เป็นกำลังสำคัญในการพิสูจน์อักษรและการจัดทำรูปเล่มของหนังสือเล่มนี้ให้ถูกต้องสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญล้อม ชีวะอิสระกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว บุรณพานิชพันธ์ และ ดร.วรรณพ วิเศษสงวน ที่ให้คำแนะนำแก่ผู้เขียนและช่วยตรวจสอบแก้ไขต้นฉบับของหนังสือเล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วรรณพร ทะพิงค์แก

19 พฤษภาคม 2560

สารบัญ

คำนิยม	III
คำนำ	IV
บทที่ 1 บทนำ : อาหารและการให้อาหารสัตว์	1
หลักโภชนศาสตร์สัตว์	3
องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ	4
หน้าที่ของโภชนะในร่างกาย	8
ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์	14
หลักความต้องการโภชนะของสัตว์	16
ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณโภชนะทั้งหมดที่ต้องมีในอาหารสัตว์	17
ความสำคัญหรือความจำเป็นในการศึกษาเรื่องอาหารและการให้อาหารสัตว์	18
เอกสารอ้างอิง	19
บทที่ 2 ระบบทางเดินอาหารสัตว์	21
ระบบทางเดินอาหาร	22
หน้าที่ของอวัยวะส่วนต่าง ๆ	24
ทางเดินอาหารของสัตว์เลี้ยง	31
ความแตกต่างระหว่างทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์กระเพาะรวม	40
การย่อยและการดูดซึมโภชนะ	40
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการย่อยและการดูดซึมอาหาร	43
เอกสารอ้างอิง	45
บทที่ 3 น้ำดื่มสำหรับสัตว์เลี้ยง	47
หน้าที่และความสำคัญของน้ำ	48
การดูดซึมน้ำ	50
น้ำที่เป็นองค์ประกอบของร่างกาย	50
แหล่งของน้ำที่สัตว์ได้รับ	51
การสูญเสียน้ำจากร่างกายสัตว์	52
การควบคุมการดื่มน้ำของสัตว์	53
ปริมาณความต้องการน้ำของสัตว์	56

สารบัญ

คุณภาพของน้ำดื่ม	59
การใช้น้ำกร่อยหรือน้ำเค็มเลี้ยงสัตว์	64
เอกสารอ้างอิง	65
บทที่ 4 คาร์โบไฮเดรต	67
หน้าที่และความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต	68
การจำแนกคาร์โบไฮเดรต	69
การจำแนกคาร์โบไฮเดรตในทางอาหารสัตว์	78
การย่อยคาร์โบไฮเดรตในสัตว์	79
โพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง	80
เอกสารอ้างอิง	88
บทที่ 5 ลิปิด	91
หน้าที่และความสำคัญของลิปิด	92
อาการขาดไขมันในสัตว์เลี้ยง	93
การจำแนกลิปิด	93
กรดไขมัน	94
สมบัติทางกายภาพและเคมีของลิปิด	99
กรดไขมันที่จำเป็น	101
กรดไขมันโอเมก้า-3	101
การหืน	103
เอกสารอ้างอิง	109
บทที่ 6 โปรตีน	111
หน้าที่และความสำคัญของโปรตีน	112
อาการขาดโปรตีนหรือกรดอะมิโนไม่สมดุล	113
กรดอะมิโน	113
การจัดเรียงกรดอะมิโนภายในโปรตีน	115
คุณสมบัติของโปรตีน	116

สารบัญ

ปฏิกิริยาเมลลาร์ด	117
คุณภาพของโปรตีน	117
สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน	119
การใช้ประโยชน์ของโปรตีนและไนโตรเจนโดยสัตว์กระเพาะรวม	120
เอกสารอ้างอิง	123
บทที่ 7 แร่ธาตุ	125
หน้าที่และความสำคัญของแร่ธาตุ	126
การแบ่งกลุ่มของแร่ธาตุ	127
แร่ธาตุหลัก	128
แร่ธาตุปลีกย่อย	135
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุ	141
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุกับวิตามิน	142
ระดับความต้องการและระดับความเป็นพิษของแร่ธาตุในสัตว์ชนิดต่างๆ	144
เอกสารอ้างอิง	147
บทที่ 8 วิตามิน	149
หน้าที่และความสำคัญของวิตามิน	150
การจำแนกวิตามิน	150
วิตามินที่ละลายในไขมัน	151
วิตามินที่ละลายในน้ำ	159
โรคที่เกิดจากการได้รับวิตามินมากเกินไป	163
ปัจจัยที่ทำให้วิตามินเสื่อมสลาย	163
เอกสารอ้างอิง	168
บทที่ 9 การประเมินคุณค่าอาหารสัตว์	171
การประเมินคุณค่าที่ตัวอาหาร	172
การประเมินการย่อยได้	182
เอกสารอ้างอิง	192

สารบัญ

บทที่ 10 วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งพลังงาน	193
วัตถุดิบอาหารพลังงานจากธัญพืช	194
วัตถุดิบอาหารพลังงานจากพืชหัว	206
วัตถุดิบอาหารพลังงานชนิดอื่น ๆ	209
เอกสารอ้างอิง	213
บทที่ 11 วัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน	215
วัตถุดิบอาหารโปรตีนจากสัตว์	216
วัตถุดิบอาหารโปรตีนจากพืช	221
วัตถุดิบอาหารโปรตีนชนิดอื่น ๆ	233
เอกสารอ้างอิง	238
บทที่ 12 อาหารหยาบ	239
วัตถุดิบอาหารหยาบ	240
การถนอมพืชอาหารหยาบ	245
เอกสารอ้างอิง	256
บทที่ 13 การใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโต	259
สารกระตุ้นการเจริญเติบโตกลุ่มที่เป็นยา	260
สารกระตุ้นการเจริญเติบโตกลุ่มที่ไม่ใช่ยา	263
สารกระตุ้นการเจริญเติบโตกลุ่มที่เป็นฮอร์โมนและสารคล้ายฮอร์โมน	271
อาหารเสริมสุขภาพ หรือ ฟังก์ชันนอลฟีด	272
เอกสารอ้างอิง	274
บทที่ 14 สารพิษในอาหารสัตว์	279
สารพิษที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุดิบอาหารสัตว์	280
สารพิษที่เกิดจากการปนเปื้อนภายนอก	286
เอกสารอ้างอิง	291

สารบัญ

บทที่ 15 กระบวนการผลิตและการประกอบสูตรอาหารสัตว์	293
การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์	294
การจัดการเพื่อรักษาคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์	295
กระบวนการผลิตอาหารสัตว์	297
การผสมอาหารสัตว์	302
มาตรฐานการผลิตอาหารสัตว์	306
การประกอบสูตรอาหารสัตว์	307
วิธีการคำนวณสูตรอาหารสัตว์	308
เอกสารอ้างอิง	316
 บทที่ 16 การให้อาหารสัตว์เศรษฐกิจ	317
การให้อาหารสุกร	318
การให้อาหารไก่เนื้อ	327
การให้อาหารไก่ไข่	329
การให้อาหารโค	332
เอกสารอ้างอิง	339
 คำย่อ	341
อภิธานศัพท์	345
ดัชนี	363

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1	ต้นทุนการผลิตปศุสัตว์และประมง	2
ภาพที่ 1.2	การจัดหมวดหมู่ของโภชนะ	5
ภาพที่ 1.3	ชนิดและการจำแนกโภชนะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาหาร	6
ภาพที่ 1.4	ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโภชนะหมวดต่าง ๆ ในร่างกาย	7
ภาพที่ 2.1	เซลล์รับรสและตุ่มรับรสบริเวณลิ้น	25
ภาพที่ 2.2	ต่อมน้ำลายที่พบในสัตว์เลี้ยง	26
ภาพที่ 2.3	การบิไลอาหารลงมาสู่กระเพาะ หรือการบิไลอาหารลงมาเป็นลูกคลื่น	27
ภาพที่ 2.4	ระบบทางเดินอาหาร	31
ภาพที่ 2.5	ระบบทางเดินอาหารของสุกร	32
ภาพที่ 2.6	การพัฒนาเอนไซม์ของลูกสุกรในช่วงสัปดาห์ต่าง ๆ	33
ภาพที่ 2.7	ระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก	34
ภาพที่ 2.8	ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	35
ภาพที่ 2.9	พัฒนาการขององค์ประกอบภายในกระเพาะอาหารของลูกโค	36
ภาพที่ 2.10	ลักษณะภาพในกระเพาะส่วนต่าง ๆ ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	37
ภาพที่ 2.11	ระบบทางเดินอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องเทียม	39
ภาพที่ 3.1	การหมุนเวียนของของเหลวและน้ำในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	55
ภาพที่ 3.2	การปรับสมดุลของอิเล็กโทรไลต์ภายในเซลล์	62
ภาพที่ 4.1	กรดอะมิโนบางชนิดที่โครงสร้างคาร์บอนสามารถสลายตัวไปเป็นกลูโคสได้	69
ภาพที่ 4.2	เม็ดแป้งของวัตถุดิบอาหารสัตว์บางชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์	75
ภาพที่ 4.3	ความแตกต่างทางโครงสร้างและการจัดเรียงตัวของน้ำตาลกลูโคสในอะไมโลส อะไมโลเพกติน และไกลโคเจน	76
ภาพที่ 4.4	การอยู่ร่วมกันของลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสในผนังเซลล์พืช	79
ภาพที่ 4.5	อะไมโลสและอะไมโลเพกตินสามารถย่อยได้โดยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลสกลุ่มต่าง ๆ ที่ผลิตได้จากตัวสัตว์เอง	80
ภาพที่ 4.6	โครงสร้างทั่วไปของโพลีแซคคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้งที่พบในวัตถุดิบอาหารสัตว์	83
ภาพที่ 4.7	โครงสร้างของอะราไบโนกไซแลน	85
ภาพที่ 5.1	อนุพันธ์ของลิปิด	94
ภาพที่ 5.2	ตัวอย่างโครงสร้างกรดไขมันอิ่มตัว	95
ภาพที่ 5.3	ตัวอย่างโครงสร้างกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	97
ภาพที่ 5.4	ตัวอย่างโครงสร้างของกรดไขมันแบบซิสและแบบทรานส์	99

สารบัญภาพ

ภาพที่ 5.5	โครงสร้างกรดแอลฟา-ลิโนเลนิก กรดโอโคซาเพนทาอีโนอิก และ กรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก	102
ภาพที่ 5.6	ปฏิกิริยาออกโทซิเดชันของไขมัน	104
ภาพที่ 5.7	ค่ากิจกรรมของน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และอัตราการเกิดปฏิกิริยาการหืน	105
ภาพที่ 5.8	สารป้องกันการหืนสังเคราะห์	108
ภาพที่ 5.9	สารป้องกันการหืนที่พบในธรรมชาติ	108
ภาพที่ 6.1	สูตรโครงสร้างทั่วไปของกรดแอลฟาอะมิโน	112
ภาพที่ 6.2	การเกิดพันธะเปปไทด์	112
ภาพที่ 6.3	โครงสร้างแบบต่าง ๆ ของโปรตีน	116
ภาพที่ 6.4	แหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็นจากพืช	119
ภาพที่ 6.5	การใช้ประโยชน์ของโปรตีนและไนโตรเจนโดยสัตว์กระเพาะรวม	120
ภาพที่ 6.6	การรักษาโรคท้องอืด	122
ภาพที่ 7.1	การตอบสนองต่อปริมาณแร่ธาตุที่สัตว์ได้รับจากอาหาร	126
ภาพที่ 7.2	โครงสร้างของไฟเตต	131
ภาพที่ 7.3	อาการ Grass Tetany ในลูกโค	134
ภาพที่ 7.4	โครงสร้างของฮีโมโกลบิน	135
ภาพที่ 7.5	อาการโรคเรื้อนในสุกร	136
ภาพที่ 7.6	อาการเอ็นเคลื่อนในลูกไก่	138
ภาพที่ 7.7	โรคคอฟอก	139
ภาพที่ 7.8	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุแต่ละชนิด	142
ภาพที่ 7.9	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุและวิตามิน	144
ภาพที่ 8.1	การเปลี่ยนแคโรทีนอยด์ไปเป็นเรตินอล	151
ภาพที่ 8.2	โครงสร้างของวิตามินเอในรูปแบบต่าง ๆ	152
ภาพที่ 8.3	อาการตาฉะหรือน้ำตาไหลออกจากตาดตลอดเวลาจากการขาดวิตามินเอ	153
ภาพที่ 8.4	แหล่งที่มาของวิตามินดีและอวัยวะเป้าหมาย	155
ภาพที่ 8.5	อาการกระดูกอ่อน โกงง่ายในลูกโคที่ขาดวิตามินดี	156
ภาพที่ 8.6	อาการของโรคสมองอักเสบในลูกไก่ที่ขาดวิตามินอี	158
ภาพที่ 8.7	อาการของการขาดวิตามินบี ₂ ในลูกไก่	160
ภาพที่ 8.8	อาการเดินบิดไปมาคล้ายห่านจนถึงขั้นเดินไม่ได้ของการขาด กรดเพนโทธีนิกในสุกร	161

สารบัญภาพ

ภาพที่ 9.1	การแบ่งกลุ่มสารอาหารตามลักษณะพิเศษทางเคมี	173
ภาพที่ 9.2	ตู้บสำหรับใช้วิเคราะห์ความชื้น	174
ภาพที่ 9.3	โถดูดความชื้น	174
ภาพที่ 9.4	ขั้นตอนการวิเคราะห์โปรตีน	175
ภาพที่ 9.5	หลอดย่อยเจลดาคัล และเครื่องต้มเพื่อย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟิวริกเข้มข้น	176
ภาพที่ 9.6	เครื่องกลั่น	176
ภาพที่ 9.7	หลอดชอกเลท	177
ภาพที่ 9.8	เครื่องมือวิเคราะห์ไขมัน	178
ภาพที่ 9.9	การต้มแบบไหลย้อนกลับ	179
ภาพที่ 9.10	การกรองเยื่อใย	179
ภาพที่ 9.11	เตาเผาเพื่อวิเคราะห์เถ้า	180
ภาพที่ 9.12	การวิเคราะห์องค์ประกอบของผนังเซลล์พืช	181
ภาพที่ 9.13	ขั้นตอนการศึกษาค่าการย่อยได้ในหลอดทดลอง	182
ภาพที่ 9.14	การศึกษาค่าการย่อยได้ในหลอดทดลอง	183
ภาพที่ 9.15	การศึกษาค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์	184
ภาพที่ 9.16	การศึกษาค่าการย่อยได้ในตัวสัตว์โดยใช้ถุงไนลอน	184
ภาพที่ 9.17	เครื่องวัดค่าพลังงาน บอมบ์แคลอรีมิเตอร์	188
ภาพที่ 9.18	การใช้ประโยชน์ได้ของพลังงาน	190
ภาพที่ 10.1	วัตถุดิบจากข้าวโพด	196
ภาพที่ 10.2	วัตถุดิบจากข้าว	198
ภาพที่ 10.3	วัตถุดิบจากข้าวฟ่าง	201
ภาพที่ 10.4	วัตถุดิบจากข้าวโอ๊ต	202
ภาพที่ 10.5	วัตถุดิบจากข้าวบาร์เลย์	204
ภาพที่ 10.6	วัตถุดิบจากข้าวสาลี	205
ภาพที่ 10.7	วัตถุดิบจากมันสำปะหลัง	208
ภาพที่ 10.8	วัตถุดิบจากไขมัน	210
ภาพที่ 10.9	กากน้ำตาล	212
ภาพที่ 11.1	หางนมผง	216
ภาพที่ 11.2	วัตถุดิบจากเนื้อ	217
ภาพที่ 11.3	ปลาป่น	219

สารบัญภาพ

ภาพที่ 11.4	ชนไก่ปน	220
ภาพที่ 11.5	เลือดปน	220
ภาพที่ 11.6	ตับปลาหมึกปน	221
ภาพที่ 11.7	วัตถุดิบจากถั่วเหลือง	222
ภาพที่ 11.8	วัตถุดิบจากเมล็ดฝ้าย	223
ภาพที่ 11.9	ถั่วลิสง	224
ภาพที่ 11.10	เมล็ดและกากลินสีด	225
ภาพที่ 11.11	เมล็ดยางพารา	226
ภาพที่ 11.12	กากมะพร้าว	226
ภาพที่ 11.13	วัตถุดิบจากปาล์ม	228
ภาพที่ 11.14	วัตถุดิบจากทานตะวัน	229
ภาพที่ 11.15	วัตถุดิบจากงา	230
ภาพที่ 11.16	กากเรพส์	231
ภาพที่ 11.17	วัตถุดิบจากเมล็ดงุ่น	232
ภาพที่ 11.18	วัตถุดิบจากกากเปียร์	234
ภาพที่ 11.19	สาหร่ายสไปรูulina	235
ภาพที่ 11.20	ยูเรีย	235
ภาพที่ 12.1	รูปแบบการให้หญ้าอาหารหยาบแบบต่าง ๆ	246
ภาพที่ 12.2	ชนิดของถังหมักและหลุมหมักแบบต่าง ๆ	250
ภาพที่ 12.3	ขั้นตอนการทำหญ้าหมัก	253
ภาพที่ 12.4	เงื่อนไขสำคัญในการทำพีชหมักคุณภาพดีและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	254
ภาพที่ 13.1	ผลของการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต	262
ภาพที่ 13.2	กลไกการออกฤทธิ์ของกรดอินทรีย์ต่อเซลล์เชื้อก่อโรคในทางเดินอาหาร	264
ภาพที่ 13.3	การทำงานของสารเสริมชีวนะภายในลำไส้เล็ก	269
ภาพที่ 15.1	เครื่องบดอาหารแบบค้อนตี	298
ภาพที่ 15.2	เครื่องบดอาหารแบบลูกกลิ้ง	298
ภาพที่ 15.3	เครื่องอัดเม็ดอาหาร	300
ภาพที่ 15.4	เครื่องเอกซ์ทูเดอร์	300
ภาพที่ 15.5	การผสมอาหารด้วยมือ	303
ภาพที่ 15.6	เครื่องผสมอาหารแบบถังตั้ง	304

สารบัญภาพ

ภาพที่ 15.7	เครื่องผสมอาหารแบบถ้งนอน	305
ภาพที่ 16.1	การจำกัดอาหารสุกรขุนเป็นรายสัปดาห์	319
ภาพที่ 16.2	การให้อาหารแม่สุกร	321
ภาพที่ 16.3	การเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวแม่สุกรในแต่ละครอก	322
ภาพที่ 16.4	การประเมินความสมบูรณ์ของร่างกายแม่สุกรด้วยสายตา	322
ภาพที่ 16.5	ลักษณะของอาหารสำเร็จรูปสำหรับสุกร	326
ภาพที่ 16.6	ลักษณะของอาหารสำเร็จรูปสำหรับไก่เนื้อและไก่ไข่	331
ภาพที่ 16.7	ลักษณะต่าง ๆ ของอาหารโค	333

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1	ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์ (ร้อยละของน้ำหนักตัว)	15
ตารางที่ 2.1	ผลผลิตสุดท้ายจากการย่อยโภชนาแต่ละชนิดในทางเดินอาหาร	41
ตารางที่ 2.2	สรุปการย่อยโภชนาในอวัยวะแต่ละตำแหน่ง	42
ตารางที่ 3.1	การเกิดน้ำที่ได้จากกระบวนการออกซิเดชันโภชนาต่าง ๆ	49
ตารางที่ 3.2	เมแทบอลิซึมของน้ำในแกะที่เลี้ยงในโรงเรือนที่อุณหภูมิ 20-26 องศาเซลเซียส	54
ตารางที่ 3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำดื่มและความชื้นของหญ้า	55
ตารางที่ 3.4	ผลของการจำกัดปริมาณอาหารที่ระดับต่าง ๆ ต่อการควบคุมสมดุลของน้ำในร่างกายของลูกแพะ	57
ตารางที่ 3.5	ปริมาณความต้องการน้ำโดยประมาณของสัตว์ชนิดต่าง ๆ	58
ตารางที่ 3.6	ผลของการจำกัดน้ำที่ระดับ 50% ของการให้แบบเต็มที่ของโคนม ที่อุณหภูมิ 18 และ 32 องศาเซลเซียส	60
ตารางที่ 3.7	ข้อแนะนำการใช้น้ำสำหรับปศุสัตว์โดยดูจากปริมาณเกลือที่ละลายได้เป็นเกณฑ์	61
ตารางที่ 3.8	ระดับที่แนะนำของปริมาณแร่ธาตุที่ละลายได้ในน้ำดื่มสำหรับสัตว์ชนิดต่าง ๆ	61
ตารางที่ 3.9	ระดับที่ปลอดภัยของไนเตรท ไนไตรต์ ซัลเฟต ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และโลหะหนักในน้ำดื่มสำหรับสัตว์เลี้ยง	63
ตารางที่ 4.1	คาร์โบไฮเดรตประเภทต่าง ๆ ในวัตถุดิบอาหารสัตว์	81
ตารางที่ 4.2	ชนิดและระดับของ NSP ที่ปรากฏอยู่ในเมล็ดธัญพืช และผลพลอยได้จากธัญพืช (กรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง)	84
ตารางที่ 5.1	กรดไขมันอิ่มตัวที่พบในไขมันทั่ว ๆ ไปในธรรมชาติ	95
ตารางที่ 5.2	กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบในไขมันทั่ว ๆ ไปในธรรมชาติ	97
ตารางที่ 5.3	องค์ประกอบของกรดไขมันในน้ำมันชนิดต่าง ๆ	100
ตารางที่ 6.1	กรดอะมิโนที่จำเป็นและไม่จำเป็น	114
ตารางที่ 6.2	กรดอะมิโนที่มักขาดในวัตถุดิบอาหารสัตว์ และการผสมวัตถุดิบอาหารเพื่อทดแทนกรดอะมิโนที่ขาด	118
ตารางที่ 7.1	ระดับความต้องการของแร่ธาตุปศุสัตว์ (ส่วนในล้านส่วน) สำหรับสัตว์เศรษฐกิจบางชนิด	144
ตารางที่ 7.2	สรุปหน้าที่ อาการขาด และแหล่งของแร่ธาตุต่าง ๆ	145
ตารางที่ 8.1	สรุปหน้าที่ อาการขาด และแหล่งของวิตามินที่ละลายในไขมัน	164
ตารางที่ 8.2	สรุปหน้าที่ อาการขาด และแหล่งของวิตามินที่ละลายในน้ำ	165
ตารางที่ 11.1	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารโปรตีนจากสัตว์	236

สารบัญตาราง

ตารางที่ 11.2	องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารโปรตีนจากพืช	237
ตารางที่ 12.1	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของหญ้าแห้ง	248
ตารางที่ 12.2	เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของพืชหมัก	255
ตารางที่ 14.1	ผลของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์	289
ตารางที่ 15.1	ตัวอย่างการคำนวณสูตรอาหารสัตว์โดยวิธีลองผิดลองถูก	309
ตารางที่ 15.2	วิตามินพรีมิกซ์สำหรับผสมอาหาร	311
ตารางที่ 15.3	แร่ธาตุพรีมิกซ์สำหรับผสมอาหาร	312
ตารางที่ 16.1	ปริมาณอาหารที่กินและความต้องการโปรตีนของสุกรระยะอ้วนท้อง	323
ตารางที่ 16.2	ปริมาณอาหารที่กินและความต้องการโปรตีนของสุกรระยะให้นม	324
ตารางที่ 16.3	ปริมาณการให้อาหารสุกรพ่อพันธุ์	324
ตารางที่ 16.4	ความต้องการพลังงานและโปรตีนของสุกรในแต่ละระยะการเจริญเติบโต	325
ตารางที่ 16.5	ความต้องการโภชนะของไก่เนื้อที่ช่วงอายุต่าง ๆ	328
ตารางที่ 16.6	ความต้องการโภชนะของไก่ไข่ที่ระยะต่าง ๆ	330
ตารางที่ 16.7	ค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพื้นเมืองไทย	337
ตารางที่ 16.8	ค่าความต้องการโปรตีนและพลังงานของโคพันธุ์บราห์มัน	338

อาหารและการให้อาหารสัตว์ เป็นหนังสือที่ว่าด้วย ความสำคัญของอาหาร ชนิดของ
สารอาหาร ธรรมชาติของวัตถุดิบอาหารสัตว์ หลักการการให้อาหารสัตว์ที่มีความสำคัญ
ทางเศรษฐกิจ การใช้แปลงหญ้าและการถนอมพืชอาหารสัตว์ การเก็บรักษาและการ
เตรียมวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อการผสมอาหาร การคำนวณสูตรอาหาร การประเมิน
คุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยวิธีทางกายภาพและทางเคมี นอกจากนี้ ยังได้รวบรวม
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีชีวภาพเพื่อปรับปรุงคุณภาพอาหารสัตว์ และเพิ่มสมรรถภาพ
การผลิตของสัตว์ โดยเฉพาะการใช้สารกระตุ้นการเจริญเติบโตกลุ่มที่ไม่ใช่ยา ได้แก่
กรดอินทรีย์ สารให้ความเป็นกรด เอนไซม์ สมุนไพร สารสกัดจากพืช สารเสริมชีวนะ
สารส่งเสริมชีวนะ รวมถึงการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณสมบัติเป็นอาหารเสริมสุขภาพ
สัตว์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ต่อไปได้



CHIANG MAI
UNIVERSITY PRESS

ISBN: 978-616-398-241-4



9 786163 982414

ราคา 400 บาท



บทที่ 1

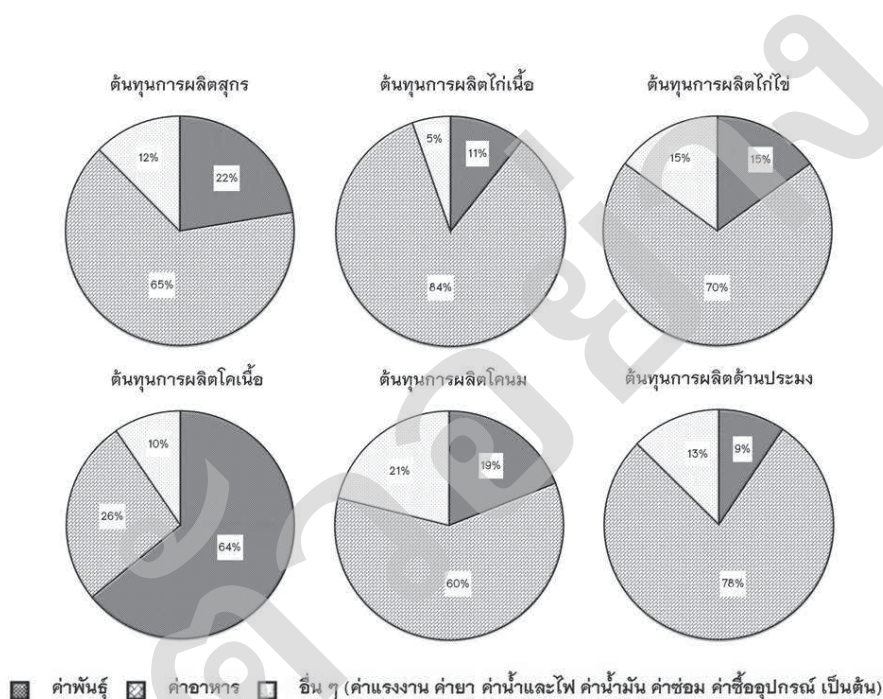
บทนำ : อาหารและการให้อาหารสัตว์ (Introduction to Feeds and Feeding)

chapter 1

Introduction to Feeds and Feeding

การเลี้ยงสัตว์ให้ประสบความสำเร็จหรือให้ได้ผลดีนั้น ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเลี้ยงสัตว์ คือ ตัวผู้ดูแลหรือผู้เลี้ยงสัตว์เอง โดยผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องให้ความสนใจใส่แก่สัตว์ที่เลี้ยงเป็นอย่างดี นอกจากนั้น ยังต้องหมั่นศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทั้งจากตำราทางวิชาการและจากประสบการณ์จริง โดยสิ่งที่ควรรู้เป็นพื้นฐานในการเลี้ยงสัตว์คือปัจจัยในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งได้แก่ พันธุ์สัตว์ การจัดการดูแล และควบคุมโรค รวมทั้งการให้อาหาร

อาหาร (food ในทางอาหารสัตว์นิยมเรียก feed) นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญนอกเหนือจาก พันธุ์สัตว์และการจัดการดูแลและควบคุมโรค เนื่องจากต้นทุนส่วนใหญ่ในการเลี้ยงสัตว์ประมาณ 60-80% คือ ส่วนของค่าอาหารสัตว์ (ภาพที่ 1.1)



ภาพที่ 1.1 ต้นทุนการผลิตปศุสัตว์และประมง
ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557)

จากภาพที่ 1.1 จะเห็นได้ว่า ค่าอาหารสัตว์คิดเป็นต้นทุนที่มีสัดส่วนสูงที่สุด (ยกเว้น โคนม) นั้นเพราะสัตว์เลี้ยงทุกชนิดไม่สามารถรับอาหารจากแม่ได้ตลอดเวลา คือ จะได้รับอาหารจากแม่ ช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น และเมื่อโตขึ้นก็ไม่สามารถออกไปหากินได้เองตามธรรมชาติ เนื่องจากถูกเลี้ยงแบบจำกัดพื้นที่เพื่อให้่ายต่อการดูแล ดังนั้น สัตว์เลี้ยงจึงจำเป็นต้องได้รับอาหารจากผู้เลี้ยงเป็นประจำทุกวัน ยิ่งสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูงมากเพียงใด ก็ต้องการอาหารมากขึ้นเท่านั้น

อาหารสัตว์โดยทั่วไปจะประกอบด้วย วัตถุดิบต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งของสารอาหารหรือที่เรียกว่า โภชนะ (nutrients) ซึ่งได้แก่ พลังงาน (คาร์โบไฮเดรตและไขมัน) โปรตีน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ ผู้เลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโภชนะในวัตถุดิบอาหาร ข้อจำกัดการใช้ และการแปรรูป รวมไปถึงต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบกลไกในการย่อยอาหารของสัตว์ การให้อาหารสัตว์ที่ดีและเหมาะสมกับ เพศ พันธุ์ อายุ ขนาด และการให้ผลผลิตของสัตว์เลี้ยง โดยต้องเลือกพิจารณาใช้วัตถุดิบ และอาหารที่มีราคาถูก หาได้ง่ายในท้องถิ่น และมีคุณค่าทางโภชนะที่เหมาะสมกับสัตว์ที่เลี้ยง จึงจะทำให้การเลี้ยงสัตว์นั้นประสบความสำเร็จและให้ผลกำไรสูงสุด

การศึกษาเรื่อง อาหารและการให้อาหารสัตว์ มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากอาหารสัตว์คิดเป็นต้นทุนมากกว่าครึ่งหนึ่งของการเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด หากต้องการลดต้นทุนการผลิตสัตว์ ผู้เลี้ยงสัตว์ต้องคำนึงถึงการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ก่อนเป็นอันดับแรก นอกจากนี้ อาหารสัตว์ยังมีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากสัตว์ด้วย ซึ่งได้แก่

- ◆ **การเจริญเติบโต** หากสัตว์ได้รับอาหารคุณภาพดี สัตว์จะมีการเจริญเติบโตเร็ว ให้ผลผลิตสูง ใช้เวลาเลี้ยงสั้น และใช้อาหารน้อย ทำให้ขายสัตว์ได้เร็วขึ้น ต้นทุนการผลิตสัตว์ลดลง

- ◆ **คุณภาพของผลผลิต** สัตว์ที่ได้รับอาหารคุณภาพดีและได้รับสารอาหารต่าง ๆ เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ จะทำให้ผลผลิตและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีตรงความต้องการของตลาด และขายได้ราคาดี

- ◆ **สุขภาพของสัตว์** สารอาหารหลายชนิดมีผลต่อสุขภาพของสัตว์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพราะสารอาหารมีส่วนช่วยในการสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้แก่ร่างกาย หากสัตว์ได้รับอาหารคุณภาพต่ำ หรือได้รับอย่างไม่เพียงพอ จะทำให้เจ็บป่วยเป็นโรคได้ง่าย ให้ผลผลิตต่ำ และอาจตายในที่สุด

- ◆ **ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์** การเลี้ยงสัตว์ด้วยอาหารที่มีคุณภาพดี และเพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ มีผลต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของสัตว์ ทำให้สัตว์มีอัตราการผสมติดสูง มีลูกสม่ำเสมอ ลูกสัตว์แข็งแรง

- ◆ **อายุการใช้งานของสัตว์** สัตว์ที่ได้รับอาหารคุณภาพดี นอกจากจะมีสุขภาพดีแล้ว ยังทำให้มีอายุการใช้งานได้นานขึ้น สามารถให้ผลผลิตได้นาน เช่น ไก่ไข่ โคเนื้อ สัตว์ต่าง ๆ ที่เป็นพ่อ-แม่พันธุ์ เป็นต้น

1.1 หลักโภชนศาสตร์สัตว์

หลักโภชนศาสตร์สัตว์ เป็นหลักการการให้อาหารเพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนะหรือสารอาหารที่เหมาะสมต่อการดำรงชีพ (การซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ) การสร้างผลผลิต (การเจริญเติบโต นม ไข่ เนื้อ ขน การสืบพันธุ์ ฯลฯ) และการทำงาน การให้อาหารสัตว์อย่างเพียงพอและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ทำให้ผู้ประกอบการเลี้ยงสัตว์ได้รับผลตอบแทนหรือกำไรสูงสุด การให้อาหารในสัตว์ก็เช่นเดียวกับในคนคือ อาหารจะมีผลโดยตรงกับสุขภาพ ความเป็นอยู่ ความรู้สึก ความสามารถทางกายภาพ การมีความรู้สึกไวต่อโรค และการฟื้นตัวจากโรค

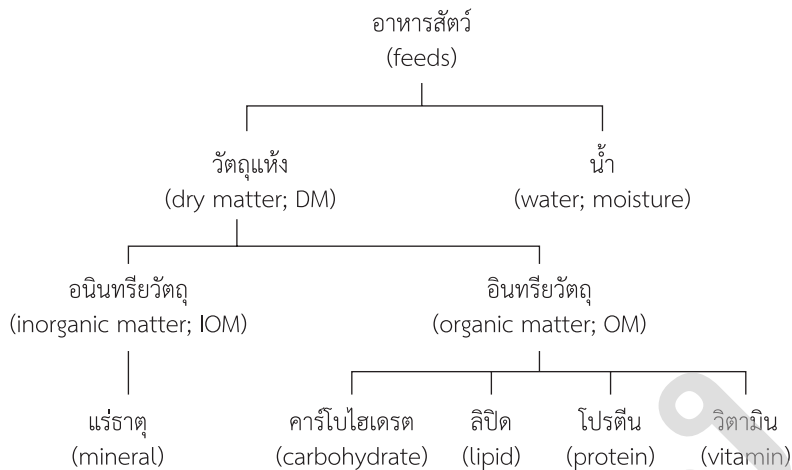
อาหาร เป็นสารหรือสิ่งที่ภายหลังจากสัตว์กิน (ingest / consume) เข้าไปแล้ว จะถูกย่อย (digest) ถูกเผาผลาญ (metabolize) ถูกดูดซึม (absorb) และนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ (utilize) เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ เช่น เพื่อการดำรงชีพ เพื่อการเจริญเติบโต เพื่อการสร้างผลผลิต ได้แก่ เนื้อ นม ไข่ ขน หนัง เขา ในสัตว์บางประเภทอาจใช้เพื่อการทำงาน เช่น โค กระบือ ม้า เป็นต้น แต่ถึงอย่างไรก็ตาม อาหารที่สัตว์กินเข้าไป สัตว์ไม่สามารถย่อยได้ทั้งหมด สารอาหารส่วนที่ย่อยหรือใช้ประโยชน์ไม่ได้ในร่างกายจะมีการขับออก (excrete) หรือสูญเสียไปในรูปของมูล (feces) ปัสสาวะ (urine) และความร้อนเพิ่ม (heat increment) นอกจากนี้ ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminants) จะมีการสูญเสียในรูปของแก๊สมีเทน (methane) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) ด้วย ส่วนของสารอาหารที่สัตว์ย่อยได้และนำไปใช้ประโยชน์ได้เรียกว่า โภชนะ

1.2 องค์ประกอบทางเคมีของโภชนะ

โภชนะ (nutrients) คือ สารประกอบทางเคมี หรือส่วนของอาหาร ที่เมื่อร่างกายกินเข้าไปแล้ว สามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยถ้านำเอาอาหารต่าง ๆ มาวิเคราะห์ทางเคมี จะพบว่ามีส่วนประกอบอยู่มากมายหลายชนิด แต่ในทางโภชนาศาสตร์สัตว์ (animal nutrition) ได้อาศัยหลักคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้มีการจัดสารประกอบในอาหารออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่

- น้ำ (water)
- คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)
- ลิพิด (lipid)
- โปรตีน (protein)
- วิตามิน (vitamin)
- แร่ธาตุ (mineral)

โดยที่แร่ธาตุจะถูกจัดเป็นสารอนินทรีย์ (inorganic matter; IOM) ในขณะที่โภชนะประเภทอื่น ยกเว้น น้ำ ถูกจัดเป็นสารอินทรีย์ (organic matter; OM) (ภาพที่ 1.2 และ 1.3) ในร่างกายของสัตว์ประกอบด้วยสารเหล่านี้ และการทำงานของร่างกายจะเป็นปกติอยู่ได้ ก็ต่อเมื่อสัตว์ได้รับสารทั้ง 6 ประเภท ครบถ้วนและเพียงพอต่อความต้องการ

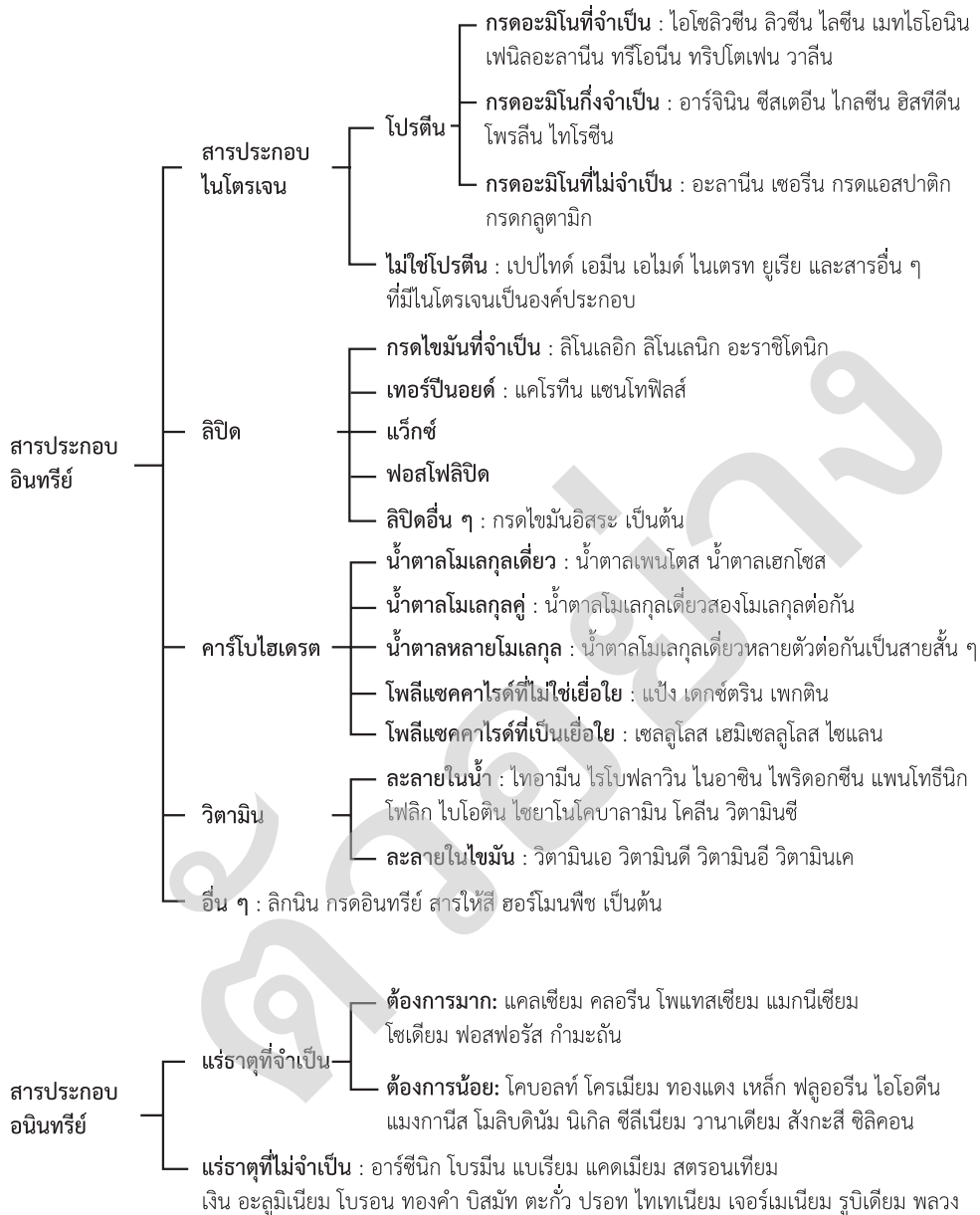


ภาพที่ 1.2 การจัดหมวดหมู่ของโภชนะ

เมื่อโภชนะถูกย่อยและดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในร่างกายโดยกระบวนการทางเคมีที่เรียกว่า เมแทบอลิซึม (metabolism) ซึ่งมีออกซิเจนที่สัตว์หายใจเข้าไปร่วมในการเกิดปฏิกิริยา (พันทิพา, 2543)

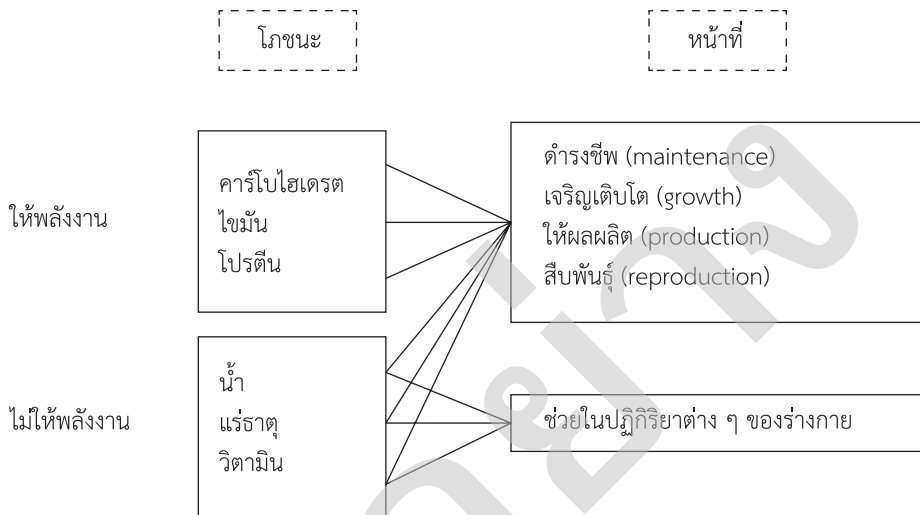
chapter 1

Introduction to Feeds and Feeding



ภาพที่ 1.3 ชนิดและการจำแนกโภชนะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอาหาร
ที่มา : ดัดแปลงจาก Church and Pond (1982)

โภชนะบางชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน สามารถถูกเผาผลาญให้เกิดเป็นพลังงานเพื่อใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ได้ จึงจัดเป็นโภชนะที่ให้พลังงาน (energy source) ส่วนโภชนะบางชนิดที่ไม่ได้ให้พลังงานโดยตรง เช่น น้ำ เกลือแร่ และวิตามิน ก็มีผลสำคัญในร่างกายไม่น้อย เนื่องจากเป็นโภชนะที่มีส่วนร่วมในปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ของร่างกาย ดังแสดงโดยสรุปในภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 ความสัมพันธ์และหน้าที่ของโภชนะหมวดต่าง ๆ ในร่างกาย
ที่มา: บุญล้อม (2546)

ในการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจมักมีการประกอบสูตรอาหาร (feed formulation) ให้แก่สัตว์โดยสูตรอาหารที่ประกอบขึ้นนี้ เรียกว่า ไดเอท (diet) หรือ แรชั่น (ration) ความจริง แรชั่น หมายถึง ปริมาณอาหารที่ให้สัตว์กินเต็มที่ในแต่ละช่วงเวลา เช่น แต่ละวัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วทั้ง 2 คำนี้ มักใช้ปนกันหรือแทนกัน โดยสูตรอาหารที่สร้างขึ้นประกอบด้วย วัตถุดิบอาหาร (feedstuff หรือ feed ingredient) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีหลายประเภท (พันทิพา, 2547) ได้แก่

- ประเภทให้พลังงาน ได้แก่ ธัญพืช (cereal / grain) และผลพลอยได้ (by-product) พืชหัว น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ กากน้ำตาล เป็นต้น
- ประเภทให้โปรตีน มีทั้งโปรตีนจากพืชและจากสัตว์
- ประเภทวิตามิน มีทั้งวิตามินจากธรรมชาติและวิตามินสังเคราะห์
- ประเภทแร่ธาตุ มีทั้งแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อย
- ประเภทสารเติมแต่งอาหารสัตว์ (feed additive) (มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ; มกอช.9017-2550) ใช้เพื่อวัตถุประสงค์บางประการ เช่น สารเสริมชีวิต (probiotic)

สารส่งเสริมชีวนะ (prebiotic) สารปฏิชีวนะ (antibiotic) สารช่วยย่อย สารแต่งสี แต่งกลิ่น แต่งรสชาติ สารกันบูด สารกันหืน สารกันเชื้อรา สารช่วยอัดเม็ด ยาถ่ายพยาธิ รวมทั้งยาอื่น ๆ ฮอโมน สารเร่งการเจริญเติบโต สารเสริมภูมิคุ้มกัน และสารช่วยรักษาสภาพแวดล้อม เป็นต้น สารเสริมเหล่านี้มีมากมายนับร้อยชนิด และมีผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ท้องตลาดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ขณะเดียวกันบางชนิดก็ถูกห้ามไม่ให้ใช้หรือได้รับความนิยมลดลง เช่น สารพวกลิวซีน และสารเร่งเนื้อแดง (beta-agonist) เป็นต้น

1.3 หน้าที่ของโภชนาในร่างกาย

โภชนาต่าง ๆ ในอาหารที่สัตว์ได้รับเข้าไปในแต่ละวันนั้น ต่างมีหน้าที่และความสำคัญต่อร่างกายที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งโดยรวมแล้วสามารถจำแนกหน้าที่ของโภชนาต่อร่างกายได้เป็น 4 หน้าที่หลัก (Perry *et al.*, 2003) คือ

- **เป็นแหล่งของพลังงาน** เพื่อนำไปใช้ในการประกอบกิจกรรมที่จำเป็นต่าง ๆ ของร่างกาย สัตว์ รวมถึงเป็นแหล่งให้ความร้อนสำหรับควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย โภชนาในกลุ่มนี้ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน

- **เป็นโครงสร้างและบำรุงรักษา ซ่อมแซมเนื้อเยื่อของร่างกาย** รวมไปถึงการสร้างกระดูก กล้ามเนื้อ อวัยวะ และเนื้อเยื่อต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต อีกทั้งช่วยทดแทนส่วนที่ขาดหายหรือสลายตัวไป โภชนาในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำ โปรตีน แร่ธาตุ และไขมัน

- **ควบคุมและบังคับกระบวนการต่าง ๆ ในร่างกายให้เป็นไปตามปกติ** เช่น การควบคุมความเป็นกรด-ด่างหรือพีเอช (pH) ของของเหลวในร่างกาย การสังเคราะห์และพาสารอาหารต่าง ๆ ไปยังเซลล์เป้าหมาย การแข็งตัวของเลือด การทำงานของเอนไซม์ เป็นต้น โภชนาที่มีหน้าที่ดังกล่าว ได้แก่ น้ำ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน

- **สร้างผลผลิต** ได้แก่ นม ไข่ ขน หนัง รวมไปถึงการขยายพันธุ์ ซึ่งสัตว์มีความต้องการโภชนาหลักทั้ง 6 ชนิด มิใช่เพื่อนำไปใช้เอง แต่มีความจำเป็นที่ต้องได้รับเพื่อนำไปสร้างผลผลิต เช่น โภชนาสำคัญที่สัตว์กำลังให้นมมีความต้องการมาก คือ น้ำ โปรตีน และโภชนาที่เป็นแหล่งพลังงาน (ไขมันและคาร์โบไฮเดรต) เพื่อนำไปสร้างโปรตีน น้ำตาล และไขมันในน้ำนม นอกจากนี้ สัตว์ยังต้องการแร่ธาตุและวิตามิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำนม ถ้าสัตว์ได้รับโภชนาดังกล่าวจากอาหารไม่เพียงพอ กับความต้องการใช้สร้างน้ำนม สัตว์จะสกัดเอาโภชนาจากเลือดให้มากที่สุด โดยไม่คำนึงถึงความต้องการของร่างกายส่วนอื่น และถ้ายังไม่เพียงพอก็จะสลายจากกล้ามเนื้อและไขมันที่สะสมไว้ในร่างกายมาใช้ ซึ่งจะทำให้สัตว์เสียสุขภาพและให้น้ำมน้อยกว่าที่ควรจะได้ หากสัตว์ต้องอยู่ในสภาพเช่นนี้ต่อไปอีก จะทำให้สุขภาพทรุดโทรมยิ่งขึ้น อัตราการผสมติดต่ำ อาจเป็นโรคขาดสารอาหาร (nutritional disease หรือ malnutrition) และตายได้ในที่สุด

ในทางสัตวศาสตร์จะพิจารณาถึงความต้องการโภชนาตามสภาวะทางสรีระของสัตว์เป็นหลัก โดยสัตว์ที่อยู่ในระยะชีพจักรที่แตกต่างกัน เช่น ระยะเจริญเติบโต ระยะอุมท้อง ระยะให้ผลผลิตน้ำนม หรือไข่ ตลอดจนระยะสะสมไขมันในกล้ามเนื้อ สัตว์จะมีสภาวะทางสรีระของร่างกายที่แตกต่างกัน

ส่งผลให้มีความต้องการโภชนาที่แตกต่างกันไปด้วย โดยสามารถแบ่งความต้องการโภชนาของสัตว์เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ได้ (Perry *et al.*, 2003) ดังนี้

1.3.1 การดำรงชีพ (maintenance)

ความต้องการโภชนาเพื่อการดำรงชีพ คือ ความต้องการโภชนาในปริมาณน้อยที่สุด เพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงอยู่ได้อย่างปกติและมีสุขภาพที่สมบูรณ์ในแต่ละวัน โดยที่สัตว์ไม่มีการสร้างผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษ เช่น ไม่มีการใช้แรงงาน ไม่มีการเจริญเติบโต ไม่มีการผลิตลูกสัตว์ ไม่มีการสะสมไขมัน ไม่มีการผลิตน้ำนม เป็นต้น ความต้องการโภชนาเพื่อการดำรงชีพ จึงเป็นส่วนที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ซึ่งโภชนาที่ต้องการ ได้แก่

- **พลังงาน** เพื่อทำหน้าที่สำคัญต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น การทำงานของหัวใจ การหมุนเวียนของเลือด เป็นต้น หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การใช้พลังงานขั้นพื้นฐาน (basal metabolism) โดยพลังงานที่ต้องการจะอยู่ในรูปของพลังงานสุทธิ (net energy) ซึ่งจะได้ความร้อนออกมาระหว่างการใช้พลังงาน ความร้อนดังกล่าวจะถูกนำไปใช้รักษาอุณหภูมิของร่างกาย การใช้พลังงานขั้นพื้นฐานสามารถวัดหรือคำนวณได้จากการแลกเปลี่ยนกันระหว่างออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวของร่างกายสัตว์ (body surface) ไม่ได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของสัตว์

- **โปรตีน** เพื่อซ่อมแซมเนื้อเยื่อของร่างกายที่มีการสูญเสียไปทุกวัน เช่น การสูญเสียไนโตรเจนที่ขับออกทางปัสสาวะ (ยูเรีย) การสูญเสียน้ำย่อยในทางเดินอาหาร และการสูญเสียผนังลำไส้ที่หลุดลอกไปกับอุจจาระ (endogenous loss) เป็นต้น ซึ่งโปรตีนที่ต้องการเพื่อการดำรงชีพจะต้องเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid; EAA) เพียงพอตามความต้องการของสัตว์

- **แร่ธาตุต่าง ๆ** เพื่อชดเชยส่วนที่ต้องสูญเสีย โดยทั่วไปในสูตรอาหารมักมีปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ เพียงพอสำหรับการดำรงชีพ ยกเว้น เกลือ (sodium chloride; NaCl) ที่อาจต้องมีการเสริมลงไปบ้าง

- **วิตามิน** มีความสำคัญในการดำรงชีวิตสำหรับสัตว์ ดังนั้น ในอาหารที่สัตว์ได้รับ ควรมีวิตามินอยู่ครบถ้วนและเพียงพอ เพื่อชดเชยวิตามินที่สูญเสียไปในแต่ละวัน

- **น้ำ** มีความสำคัญต่อกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย เมื่อสัตว์ขาดน้ำจะตายได้เร็วกว่าการขาดโภชนาอื่น ๆ การสูญเสียน้ำค่อนข้างมีความคงที่ โดยสัตว์จะสูญเสียน้ำทางปัสสาวะ อุจจาระ เหงื่อ และการหายใจ

- **กรดไขมันบางชนิด** กรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid; EFA) สำหรับการดำรงชีพของสัตว์ให้เป็นไปตามปกติ ได้แก่ ลิโนเลอิก (linoleic) และ ลิโนเลนิก (linolenic)

1.3.2 การเจริญเติบโต (growth)

การเจริญเติบโต คือ กระบวนการที่ร่างกายมีการสร้างกล้ามเนื้อ กระดูก อวัยวะต่าง ๆ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงหนึ่งของชีวิตเท่านั้น โดยทั่วไปในลูกสัตว์ตั้งแต่เป็นตัวอ่อนไปจนถึงระยะเป็นหนุ่มสาว จะมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว และช้าลงเมื่อ

chapter 1

Introduction to Feeds and Feeding

มีอายุมากขึ้น จนหยุดเติบโตเมื่อโตเต็มวัย ซึ่งประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ สามารถคำนวณได้จากสมการต่าง ๆ ดังนี้

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain; ADG) คือ การหาค่าเฉลี่ยว่า ในหนึ่งวัน สัตว์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเฉลี่ยกี่กรัมหรือกิโลกรัม

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักตัวสุดท้าย (กิโลกรัม)} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กิโลกรัม)}}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)}}$$

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (average daily feed intake; ADFI) คือ การหาค่าเฉลี่ยว่า ภายในหนึ่งวัน สัตว์กินอาหารได้เฉลี่ยกี่กรัมหรือกิโลกรัม

$$ADFI = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่สัตว์กินทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{ระยะเวลาเลี้ยง (วัน)}}$$

อัตราแลกน้ำหนัก (feed conversion ratio; FCR) คือ ปริมาณอาหารที่สัตว์กิน เพื่อใช้เปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่า ดี เพราะใช้อาหารน้อย

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (ADFI)}}{\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)}}$$

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed efficiency; FE) คือ น้ำหนักตัวสัตว์ที่เพิ่มขึ้น ต่อการกินอาหาร 1 กิโลกรัม

$$FE = \frac{\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG)}}{\text{ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (ADFI)}}$$

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (feed cost per gain; FCG) คือ ต้นทุนค่าอาหารที่สัตว์กิน เพื่อใช้เปลี่ยนเป็นน้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่า ดี เพราะใช้ต้นทุนน้อย

$$FCG = FCR \times \text{ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)}$$