บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีความสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ ใช้พื้นที่เลี้ยงต่อตัวน้อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนดี กินอาหารพวกพืชได้หลายชนิด ขยายพันธุ์ได้เร็วและลงทุนในการผลิตต่ำ (เอกชัย, 2546) จึงทำให้การเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2549 ประชากรแพะในประเทศไทยรวม 324,150 ตัว และเพิ่มขึ้นเป็น 380,277 ตัวในปี พ.ศ. 2553 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายภาคพบว่า ภาคใต้มีแพะมากที่สุดจำนวน 181,848 ตัว เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยมุสลิม ซึ่งนิยมบริโภคเนื้อแพะ อีกทั้งเนื้อแพะยังเป็นส่วนหนึ่งของการประกอบพิธีทางศาสนา (วินัย, 2542) รองลงมาคือ ภาคกลางจำนวน 137,813 ตัว ภาคเหนือจำนวน 43,163 ตัว และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 17,453 ตัว ตามลำดับ ซึ่งจังหวัดที่มีการเลี้ยงมากที่สุดคือ จังหวัด ยะลา รองลงมาคือ จังหวัดปัตตานี และจังหวัดอื่นๆ เช่น ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี และสงขลา ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2553)

การจัดการด้านอาหาร เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของแพะ ทั้งนี้แพะกินอาหารหยาบ ซึ่งได้แก่ หญ้าและใบไม้เป็นหลักถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (เอกชัย, 2546) แต่เนื่องจากหญ้าในเขตร้อนมีคุณภาพต่ำ และมักขาดแคลนในฤดูแล้ง จึงทำให้แพะมีน้ำหนักลดลงได้ ในช่วงดังกล่าวนี้ ผู้เลี้ยงจึงควรหาอาหารข้นเสริมให้กับแพะ เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก (สมเกียรติ, 2528) เนื่องจากอาหารข้นเป็นอาหารที่สามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย (บุญเสริม, 2545) แต่ต้นทุนค่าวัตถุดิบที่ใช่เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และมันเส้น มีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งไม่ใช้วัตถุดิบในพื้นที่ภาคใต้ จึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนะที่ใกล้เคียงกัน แต่มีราคาถูกกว่าและหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาทดแทน

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูกกันมากทางภาคใต้ของประเทศไทย ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา พื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายตัวอย่างมาก โดยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 2.95 ล้านไร่ และเพิ่มขึ้นเป็น 4.20 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2553 ขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยปี พ.ศ. 2549 ผลผลิต 6.72 ล้านตัน เพิ่มขึ้นเป็น 9.03 ล้านตันในปี พ.ศ. 2553 ซึ่งจังหวัดที่พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมาก คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันและให้ผลผลิต 1.00 ล้านไร่ รองลงมาคือ จังหวัดกระบี่ มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์ม-

น้ำมันและให้ผลผลิต 0.97 ล้านไร่ และจังหวัดอื่นๆ เช่น ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และนครศรีธรรมราช ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ดังนั้นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากการสกัดผลปาล์มเพื่อเอาน้ำมันปาล์มจึงมีปริมาณมากขึ้น ซึ่งผลพลอยได้ที่สำคัญของอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ได้แก่ กากปาล์ม กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน และกากตะกอนน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ผลพลอยได้เหล่านี้มีคุณค่าทางโภชนะในส่วนของโปรตีนและพลังงานที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ (พันทิพา, 2538)

กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel cake, PKC) เป็นส่วนที่ได้จากการกะเทาะเอากะลาออกไปแล้วมาอัดน้ำมันซึ่งเมื่อผ่านกระบวนการสกัดแยกน้ำมันจะได้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันประมาณ 45-46 เปอร์เซ็นต์ (FAO, 1988 อ้างโดย จินดา, 2548) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของ กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันจะแตกต่างกันไปตามวิธีการสกัดน้ำมันปาล์ม ซึ่งมี 2 วิธี คือ การสกัดน้ำมันด้วยเกลียวอัด (screw press) และการสกัดน้ำมันโดยใช้สารเคมี (solvent extraction) แต่กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ได้จากการหีบผลปาล์มด้วยเกลียวอัด (นิวัต, 2531) โดยมีโปรตีนรวมประมาณ 14-16 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน-ฟรีเอกซ์แทรก 50-60 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 60-66 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส 40-44 เปอร์เซ็นต์ (ทวีศักดิ์, 2529; สุมิตรา, 2543; สายันต์, 2547) และจากการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสัตว์เคี้ยวเอื้องพบว่า โค แพะ และแกะ สามารถย่อยวัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม และผนังเซลล์ในกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ 60-70, 67-72, 53-71 และ 52-66 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (สุมิตรา, 2543; Miyashige *et al.*, 1987; Suparjo and Rahman, 1987) ดังนั้นจึงสามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นวัตถุดิบแหล่งพลังงาน หรือแหล่งโปรตีนในอาหารข้นเพื่อใช้เสริมร่วมกับอาหารหยาบในสภาวะที่แพะได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ หรือในสภาวะที่สัตว์อยู่ในระยะให้ผลผลิต อย่างไรก็ตาม การนำกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันมาใช้เป็นอาหารแพะ จำเป็นต้องทราบระดับที่เหมาะสม ที่จะส่งผลให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจากการศึกษาการใช้อาหารข้นซึ่งมีส่วนประกอบของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในแพะพบว่า สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันได้ 15-30 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ อัตราการเจริญเติบโต และลักษณะซากของแพะ (พิชัย, 2534; สุมิตรา, 2543; สายันต์, 2547)

จากการรวบรวมเอกสารจะเห็นได้ว่า สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบในอาหารแพะได้ในปริมาณสูง อย่างไรก็ตาม รายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวกับ ผลของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารข้นต่อกระบวนการหมัก และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน ที่เลี้ยงในภาคใต้ยังมีจำกัด จึงควรมีการ

ศึกษาวิจัยในประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม อีกทั้งควรศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถผลิตสัตว์ได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลงเป็นผลดีต่อเกษตรกร

ตรวจเอกสาร

แพะและการเลี้ยงแพะในประเทศไทย

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็ก มีความสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ ใช้พื้นที่เลี้ยงต่อตัวน้อย มีความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนดี กินอาหารพวกพืชได้หลายชนิด ขยายพันธุ์ได้เร็วและลงทุนในการผลิตต่ำ (เอกชัย, 2546) จึงทำให้การเลี้ยงแพะเพิ่มมากขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2549 ประชากรแพะในประเทศไทยรวม 324,150 ตัว และเพิ่มขึ้นเป็น 380,277 ตัวในปี พ.ศ. 2553 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายภาค พบว่า ภาคใต้มีแพะมากที่สุดจำนวน 181,848 ตัว (ตารางที่ 1) เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวไทยมุสลิม ซึ่งนิยมบริโภคเนื้อแพะ อีกทั้งเนื้อแพะยังเป็นส่วนหนึ่งของการประกอบพิธีทางศาสนา (วินัย, 2542) รองลงมาคือ ภาคกลางจำนวน 137,813 ตัว ภาคเหนือจำนวน 43,163 ตัว และภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 17,453 ตัว ตามลำดับ ซึ่งจังหวัดที่มีการเลี้ยงมากที่สุดคือ จังหวัด ยะลา รองลงมาคือ จังหวัดปัตตานี และจังหวัดอื่นๆ เช่น ประจวบคีรีขันธ์ กาญจนบุรี และสงขลา ตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2553)

ตารางที่ 1 ประชากรแพะในประเทศไทย

พ.ศ	ประชากรแพะในประเทศไทย (ตัว)				
	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคกลาง	ภาคใต้	รวมทั้งประเทศ
2549	56,149	15,014	111,742	141,245	324,150
2550	86,373	21,423	162,926	174,052	444,774
2551	53,702	20,901	158,487	140,939	374,029
2552	61,368	20,363	160,278	141,787	383,796
2553	43,163	17,453	137,813	181,848	380,277

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมปศุสัตว์ (2553)

การจัดการด้านอาหาร เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของแพะ ทั้งนี้แพะกินอาหารหยาบ ซึ่งได้แก่ หญ้าและใบไม้เป็นหลักถึง 80 เปอร์เซ็นต์ (เอกชัย, 2546) แต่เนื่องจากหญ้าในเขตร้อนมีคุณภาพต่ำ และมักขาดแคลนในฤดูแล้ง จึงทำให้แพะมีน้ำหนักลดลงได้ ในช่วงดังกล่าวนี้ ผู้เลี้ยงจึงควรหาอาหารข้นเสริมให้กับแพะ เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและคุณภาพซาก (สมเกียรติ, 2528) เนื่องจากอาหารข้นเป็นอาหารที่สามารถย่อยและดูดซึมได้ง่าย Prolomkarn และคณะ (1995) ได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของ แพะพื้นเมืองไทย ลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 25 เปอร์เซ็นต์ และลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ ที่ได้รับหญ้าแห้ง (โปรตีนรวม 3.7 เปอร์เซ็นต์) วันละ 50 กรัม และได้รับการเสริมอาหารข้น (โปรตีนรวม 18 เปอร์เซ็นต์) แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1) ระดับเพื่อการดำรงชีพ 2) ระดับ 1.2 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ 3) ระดับ 1.4 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ และ 4) ระดับเต็มที่ พบว่าการเสริมอาหารข้นในระดับเต็มที่ แพะมีอัตราการเจริญเติบโต (100 กรัมต่อวัน) สูงกว่าการเสริมอาหารข้นในระดับ 1.4 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ (76 กรัมต่อวัน) ระดับ 1.2 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ (67 กรัมต่อวัน) และเพื่อการดำรงชีพ (13 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้การเสริมอาหารข้นในระดับที่สูงกว่าระดับเพื่อการดำรงชีพ มีผลทำให้แพะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (15.5 กิโลกรัมต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริมในระดับเต็มที่ (5.2 กิโลกรัมต่อการเพิ่มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม) ระดับ 1.4 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ (5.2 กิโลกรัมต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) และระดับ 1.2 เท่าของเพื่อการดำรงชีพ (5.4 กิโลกรัมต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทำนองเดียวกัน Kochapakdee และคณะ (1994) ได้ศึกษาผลของระดับอาหารข้นต่อการเจริญเติบโตของแพะพื้นเมือง แพะลูกผสม 25 เปอร์เซ็นต์ แองโกลนูเบียน x 50 เปอร์เซ็นต์ พื้นเมือง และแพะลูกผสม 75 เปอร์เซ็นต์ แองโกลนูเบียน x 50 เปอร์เซ็นต์ พื้นเมือง เพศเมีย ที่แทะเล็มในแปลงหญ้าผสมถั่ว โดยให้แพะได้รับอาหารข้นที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าและเสริมอาหารข้นในระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และกลุ่มที่ 3 ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าและเสริมอาหารข้นในระดับ 0.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (33 กรัมต่อวัน) สูงกว่าแพะที่ไม่ได้รับการเสริมอาหารข้น (13 กรัมต่อวัน) หรือเสริมอาหารข้นในระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (18 กรัมต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะซากแพะพื้นเมืองเพศเมียหลังหย่านม แพะลูกผสม 25 เปอร์เซ็นต์ แองโกลนูเบียน x 75 เปอร์เซ็นต์ พื้นเมือง และแพะลูกผสม 50 เปอร์เซ็นต์ แองโกลนูเบียน x 50 เปอร์เซ็นต์ พื้นเมือง เพศผู้ ที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าพลิแคททูลั่มอย่างเดียว กับแพะที่เล็มในแปลงหญ้าและได้รับอาหารข้นเสริม 2 ระดับ คือ 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยให้

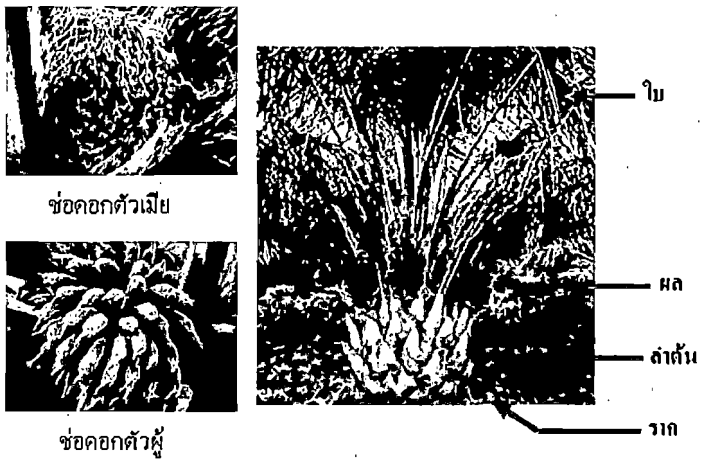
อาหารข้นมีโปรตีนรวม 16.25 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานรวม 3,667 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 180 วัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ซากของแพะที่ปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าอย่างเดียว (43.8 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นเสริม 1.0 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (45.5 และ 46.5 เปอร์เซ็นต์) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$) (Pralomkarn *et al.*, 1994)

จากการรวบรวมเอกสารจะเห็นได้ว่าการเสริมอาหารข้นให้กับแพะ ทำให้อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพซากสูงขึ้น แต่ถึงอย่างไรก็ตามราคาวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด และมันเส้น มีราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งไม่ใช่วัตถุดิบในพื้นที่ภาคใต้ จึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนะที่ใกล้เคียงกัน แต่มีราคาถูกกว่าและหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาทดแทน

ปาล์มน้ำมัน

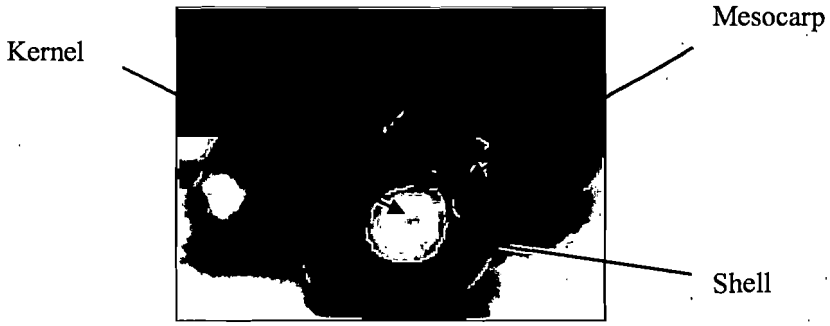
ลักษณะทั่วไปของปาล์มน้ำมัน

ปาล์มน้ำมัน เมื่อจัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานพืช จำแนกอยู่ในวงศ์ (Family): Palmae หรือ Recaceae จีนัส (Genus): Elaeis สปีชีส์ (Species): guineensis ชื่อสามัญ (Common name): oil palm ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name): *Elaeis guineensis* Jacq. ปาล์มน้ำมัน (ธีระ และคณะ, 2548) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นเดี่ยว สูงประมาณ 15–20 เมตร ไม่แตกกิ่งแขนง มีใบเป็นใบประกอบขนาดใหญ่ ใบเป็นรูปขนนกคล้ายใบมะพร้าว แต่ละใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ก้านทางใบและใบย่อย ก้านทางใบใหญ่และยาวเป็นกาบหุ้มลำต้น มีลักษณะคล้ายใบมะพร้าว (Ishida and Abu Hassan, 1997) (ภาพที่ 1) ออกดอกเป็นช่อ ช่อตัวผู้กับตัวเมียแยกกันคนละดอก แต่อยู่ในต้นเดียวกัน (monoecious) โดยทั่วไปปาล์มน้ำมันสามารถผลิตทะลายสดปาล์มได้ไม่ต่ำกว่า 12 ทะลายต่อต้นต่อปี มีน้ำหนักต่อหนึ่งทะลายประมาณ 10–30 กิโลกรัม จำนวนผลทั้งหมดต่อทะลายรวมประมาณ 500–4,000 ผล โดยเฉลี่ยมีจำนวน 1,600 ผลต่อทะลาย แต่ขึ้นอยู่กับอายุของปาล์มน้ำมัน ปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมาก แต่ทะลายมีขนาดเล็ก ในขณะที่ปาล์มที่มีอายุมากขึ้นจะมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อยลง แต่ขนาดทะลายจะใหญ่ขึ้น เมื่อผลสุกจะมีสีแดงอมม่วง สภาพภูมิประเทศที่เหมาะสมสำหรับปาล์มน้ำมัน ควรเป็นพื้นที่ราบ มีความลาดชันไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำไม่ท่วมขัง ดินร่วนถึงเหนียว อากาศถ่ายเทได้สะดวก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 22-32 องศาเซลเซียส (ธีระ และคณะ, 2548)



ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของปาล์มน้ำมัน
ที่มา : สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (2548)

ส่วนประกอบของผลปาล์มน้ำมัน (ภาพที่ 2) มีชั้นนอกสุดที่เป็นผิวเปลือก (exocarp) มีสีแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพันธุ์ แต่พันธุ์ที่ใช้ในประเทศไทยมีชั้นของผิวนอกเป็นสีแดง ซึ่งเป็นการพัฒนาจากสีดำเรื่อยมา ชั้นถัดไปเป็นชั้นที่เรียกว่าชั้น mesocarp เป็นชั้นที่มีน้ำมันและเยื่อใยเป็นองค์ประกอบ น้ำมันในส่วนของชั้น mesocarp มีปริมาณ 45-55 เปอร์เซ็นต์ ถัดเข้าไปเป็นชั้นของเมล็ดที่เรียกว่า seed โดยเป็นชั้นของกะลา (shell) และชั้นในสุดเป็นเนื้อปาล์มน้ำมันที่เป็น endosperm ของเมล็ดปาล์มที่เรียกว่า kernel ชั้น kernel นี้มีน้ำมันอยู่มากมีปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของ kernel (พรชัย, 2549)



ภาพที่ 2 ส่วนต่างๆ ของผลปาล์มน้ำมัน
ที่มา : สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร (2548)

ผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

ในช่วงปี พ.ศ. 2549-2553 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 2.95 ล้านไร่ และเพิ่มขึ้นเป็น 4.20 ล้านไร่ ในปี พ.ศ. 2553 ขณะที่ผลผลิตได้รับเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยปีพ.ศ. 2549 ได้รับผลผลิต 6.72 ล้านตัน ได้เพิ่มขึ้นเป็น 9.03 ล้านตันในปี พ.ศ. 2553 โดย 95 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันอยู่ในเขตภาคใต้ ซึ่งจังหวัดที่มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันมาก คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันและให้ผลผลิต 1.00 ล้านไร่ รองลงมาคือ จังหวัดกระบี่ มีพื้นที่การเพาะปลูกปาล์มน้ำมันและให้ผลผลิต 0.97 ล้านไร่ และจังหวัดอื่นๆ เช่น ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และนครศรีธรรมราช ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) ดังนั้นปัจจุบันผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการหีบน้ำมันปาล์มจึงมีปริมาณมากขึ้น จินดา (2548) กล่าวว่า ในกระบวนการหีบน้ำมันปาล์มจะได้ผลผลิต 2 ประเภท (ภาพที่ 3) คือ

1. ผลผลิตโดยตรง คือ น้ำมันปาล์มมีประมาณ 18-20 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มน้ำมันทั้งทะลาย ซึ่งมี 2 ชนิดคือ ชนิดที่ได้จากเปลือก เรียกว่า palm oil มีสีเข้ม และมีความหนืด ตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงหนืดมาก และชนิดที่ได้จากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (palm kernel oil) มีสีจางกว่าชนิดแรก อาจมีสีเหลืองอมน้ำตาล และมีความหนืดระดับปานกลาง

2. ผลพลอยได้ คือ

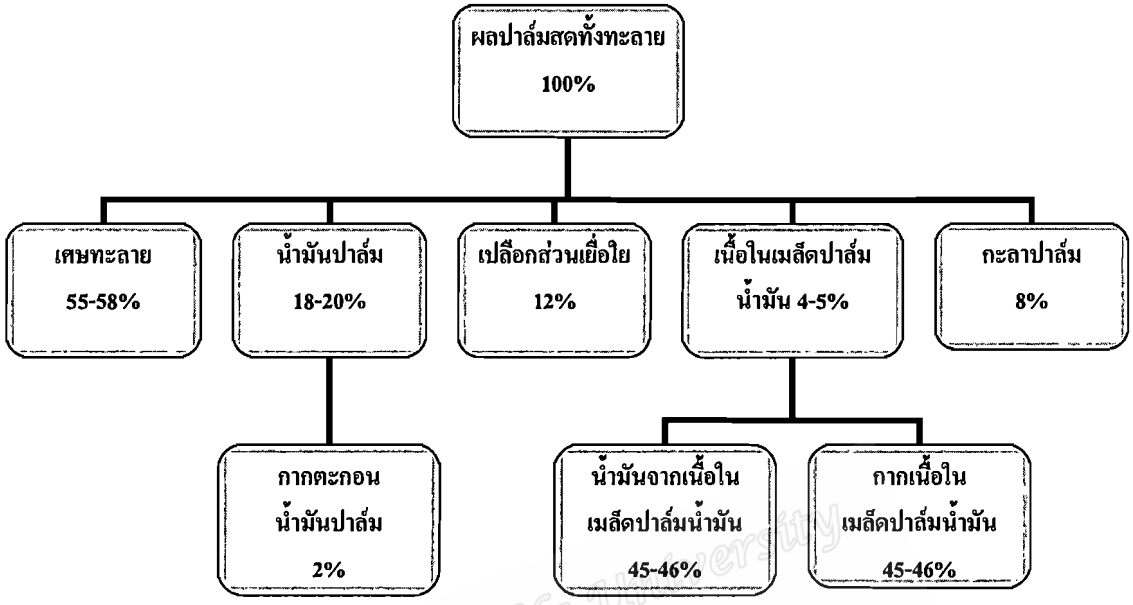
2.1 ทะลายปาล์ม (bunch trash) มีประมาณ 55-58 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งทะลายที่แยกจากผลปาล์มหลังจากอบแล้ว และจะถูกนำเข้าเตาเผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ออกมาเป็นขี้เถ้า และใช้เป็นปุ๋ย

2.2 กากเยื่อใยปาล์ม (palm press fiber, PPF) เป็นส่วนเปลือกของผลปาล์มน้ำมันที่หีบน้ำมันออกแล้วมีประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ของปาล์มทั้งทะลาย ส่วนใหญ่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงงาน

2.3 เนื้อในเมล็ดปาล์ม (palm kernel) เป็นส่วนที่แยกเอาเปลือกและกะลาออกแล้วมีประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ของปาล์มทั้งทะลาย เมื่อนำมาหีบน้ำมันออก กากที่เหลือมีลักษณะแห้งและแข็งอาจเป็นแผ่น (palm kernel cake, PKC) หรือเป็นผงละเอียด (palm kernel meal, PKM) มีคุณค่าทางอาหารสูง

2.4 กะลาปาล์ม (Palm nut shell) ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานปาล์มน้ำมัน มีประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ของผลปาล์มทั้งทะลาย

2.5 กากตะกอนปาล์ม (palm oil sludge, POS) เป็นของเหลือที่เป็นของเหลวจากโรงงานปาล์ม มีประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3 สัดส่วนและผลพลอยได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม
ที่มา: FAO (1988) อ้างโดย จินดา (2548)

Prince of Songkla University Pattani Campus

Hutagalung (1987) อ้างโดย พันทิพา (2538) รายงานว่า ผลผลิตและวัสดุเศษเหลือหรือผลพลอยได้จากการสกัดน้ำมันออกจากทะลายปาล์มที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ คือ

1. น้ำมันปาล์ม ใช้เป็นแหล่งไขมันในอาหารสัตว์ ปราณี (2540) พบว่าในน้ำมันปาล์มประกอบด้วย กรดพาล์มิติก (palmitic acid) ปริมาณสูงสุด 38-52 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด รองลงมาคือ กรดโอลีอิก (oleic acid) 34-46 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด กรดไลโนลีอิก (linoleic acid) 8-17 เปอร์เซ็นต์ ของกรดไขมันทั้งหมด และกรดไขมันอื่นๆ เช่น กรดสเตียริก (stearic acid) กรดไมริสติก (myristic acid) กรดอราชิดิก (arachidic acid) และกรดลอริก (lauric acid) อีกประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด

2. กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม คือ กากปาล์มกะเทาะเปลือก เป็นส่วนกากที่มีแต่เนื้อในล้วนๆ ไม่มีเปลือกกะลาหรือเปลือกทะลายติดอยู่เลยคุณภาพจึงสูง ใช้เป็นแหล่งโปรตีนได้ดีในสัตว์กระเพาะเดี่ยวและสัตว์เคี้ยวเอื้อง อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตที่ผลิตได้ในประเทศไทยยังไม่สามารถแยกกะลาออกได้หมด กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ผลิตได้จึงมีกะลาปนอยู่ ซึ่งกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้จากการแยกน้ำมันมาจากเนื้อในเมล็ดปาล์มมีประมาณ 45-46 เปอร์เซ็นต์

ของผลปาล์มสดทั้งทลายหรือ 2.95 เปอร์เซ็นต์ของปาล์มทั้งผล ลักษณะของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มจะแห้งเป็นผง (คล้าย ๆ ทราย) ไม่ค่อยกระจายตัว ทำให้คุณภาพอาหารสัตว์ไม่สม่ำเสมอ สามารถใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ดีกว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยวเนื่องจากเยื่อใยสูง และกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันนี้มีกรดแอมิโนที่จำเป็นต่ำกว่ากากถั่วเหลืองมาก

3. กากตะกอนน้ำมันปาล์ม เป็นของเหลวที่มีส่วนของตะกอนภายหลังจากแยกเอาส่วนของน้ำมันปาล์มออกไปแล้ว กากตะกอนน้ำมันปาล์มมีไขมันประกอบอยู่สูง สัตว์เคี้ยวเอื้องจึงใช้ประโยชน์ได้น้อย ส่วนไก่และสุกรก็ใช้ประโยชน์ได้น้อยเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะกรดแอมิโนไลซีน จะใช้ประโยชน์ได้ 98.3 เปอร์เซ็นต์และเมทไธโอนีนใช้ประโยชน์ได้เพียง 22.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีปัญหายุ่งยากในการใช้ เช่น กากตะกอนน้ำมันปาล์มสด (ไม่ผ่านกระบวนการ) มีอายุการเก็บสั้น ความน่ากินต่ำ มีเถ้าและแร่ธาตุที่เป็นพิษสูง ความแปรปรวนของเถ้า โปรตีน และไขมันจะค่อนข้างสูง การทำให้แห้งหากใช้ความร้อนสูงจะทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของสารอาหารลดลง

4. เยื่อใยส่วนเปลือก เป็นส่วนของเยื่อใยที่เหลือจากการเอาเนื้อในออกไปแล้ว นำเอาส่วนนี้มาอัดเอาน้ำมันออกมี 2 ชนิด คือ palm press fiber หรือ PPF เป็นส่วนเยื่อใยของเปลือกหุ้มเมล็ด และ palm empty fruit bunch หรือ PEFB เป็นส่วนของเยื่อใยที่เป็นก้อนช่อของผลปาล์มหรือที่เรียกว่าทะลาย โดยเอาส่วนที่เป็นผลออกไปแล้ว จึงมีเยื่อใยสูง โปรตีนค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเยื่อใยสูงและไม่น่ากิน สัตว์เคี้ยวเอื้องกินได้น้อยและย่อยได้ต่ำ

5. กากเมล็ดปาล์มน้ำมัน (oil palm seed meal) คือกากที่ได้จากการเอาเฉพาะเมล็ดปาล์มทั้งเมล็ดมาบีบเอาน้ำมันออก กากจึงมีทั้งกะลาและเนื้อในรวมอยู่ด้วย ไม่มีส่วนเปลือกที่หุ้มเมล็ด ซึ่งจะเป็นเยื่อใย

6. กากที่ได้จากการสกัดน้ำมันจากผลปาล์มทั้งผล (palm oil meal, POM) ประกอบด้วยส่วนเปลือกของชั้นนอกสุดซึ่งเป็นเยื่อใย ส่วนของกะลาและส่วนของเยื่อใยที่ปราศจากน้ำมัน เยื่อใยจึงสูงมาก ไม่เหมาะใช้เลี้ยงสัตว์กระเพาะเดี่ยว

องค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน

กากเนื้อในเมล็ดปาล์ม เป็นส่วนที่ได้จากการกะเทาะเอากะลาออกไปแล้วมาแยกน้ำมัน กากที่ได้จึงมีแต่เนื้อในเมล็ดปาล์ม ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างสูงคือ มีโปรตีนรวมประมาณ 14-16 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก 50-60 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 60-66 เปอร์เซ็นต์ และลิกโนเซลลูโลส 40-44 เปอร์เซ็นต์ (ทวีศักดิ์, 2529; สุมิตรา, 2543; สายันต์, 2547) อย่างไรก็ตาม กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน จะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไปตามวิธีในการ

สกัดแยกน้ำมัน ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทั้ง 2 ชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 2 โดยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ได้จากการหีบด้วยเกลียวอัดประกอบด้วยวัตถุแห้ง 91.90–94.59 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 13.64–17.49 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 7.72–13.71 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 14.80–21.37 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 3.30–4.57 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.28–0.70 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.05–0.61 เปอร์เซ็นต์ และให้พลังงานรวม 4.42–5.04 กิโลแคลอรีต่อกรัม ส่วนกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่สกัดด้วยสารเคมีประกอบด้วย วัตถุแห้ง 90.30–92.80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนรวม 16.00–21.30 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 0.80–7.80 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 15.70–17.50 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 4.00–7.91 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.20–0.46 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัส 0.68–0.79 เปอร์เซ็นต์ และให้พลังงานรวม 3.22 กิโลแคลอรีต่อกรัม จากองค์ประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันจะเห็นได้ว่าเป็นวัตถุดิบที่มีเยื่อใยสูง และมีโปรตีนปานกลาง สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานและโปรตีนในอาหารข้นของสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)

โภชนะ	กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน								
	1*	2*	3*	4*	5*	6**	7**	8**	9**
วัตถุแห้ง	91.90	93.60	92.50	-	94.50	-	92.00	90.30	92.80
โปรตีนรวม	14.40	17.49	15.59	14.46	13.64	16.15	21.30	16.00	18.90
ไขมันรวม	10.20	13.71	11.25	9.21	7.72	0.72	7.80	0.80	-
เยื่อใยรวม	14.80	-	15.17	26.29	21.37	16.03	17.50	15.70	-
เถ้า	3.30	-	4.57	4.53	4.47	7.91	5.00	4.00	5.10
แคลเซียม	0.24	0.16	0.70	0.28	-	0.46	-	0.29	0.20
ฟอสฟอรัส	0.58	0.05	0.61	0.53	-	0.68	-	0.79	0.70
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี/กรัม)	4.42	-	5.04	-	-	-	-	3.72	-

หมายเหตุ * กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่หีบด้วยเกลียวอัด

** กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่สกัดด้วยสารเคมี

ที่มา : (1) นิวัติ (2531) (2) สุมิตรา (2543)

(3) ประพจน์ (2543) (4) สมบัติ (2544)

(5) สายันต์ (2547) (6) สมบัติ (2544)

(7) Nwokolo และคณะ (1977) (8) Yeong (1981)

(9) Carvalho และคณะ (2006)

Prince of Songkla University Pattani Campus

บทบาทของจุลินทรีย์ต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ภายในกระเพาะรูเมนของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีจุลินทรีย์มากมายหลายชนิด ซึ่งช่วยในการหมักย่อยอาหาร (เทอดชัย, 2540) โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่ต้องการออกซิเจน (obligate anaerobes) แต่อาจมีพวกที่สามารถใช้ออกซิเจนได้ (facultative anaerobes) อย่างไรก็ตาม การมีระดับออกซิเจนสูงเกินไปอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ได้เช่นกัน (เมธา, 2533) จุลินทรีย์เข้ามาอยู่ภายในตัวสัตว์ตั้งแต่อายุประมาณ 6 สัปดาห์ โดยติดมากับน้ำ อาหาร หรือสัมผัสกับสัตว์ใหญ่ ซึ่งจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน มี 3 ประเภทหลักๆ (เมธา, 2533) คือ

1. แบคทีเรีย เป็นจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนที่มีประชากรสูงที่สุดมีประมาณ 1 พันล้านถึง 1 แสนล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตรของของเหลวจากกระเพาะรูเมน (10^9-10^{11} เซลล์ต่อมิลลิลิตร) มีขนาด 0.30-50 ไมครอน การแบ่งประเภทของแบคทีเรียสามารถแบ่งได้หลายลักษณะ เช่น แบ่งตามการทำงานของแบคทีเรียหรือการใช้ประโยชน์ของอาหาร คือ พวกที่ใช้เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส แป้ง น้ำตาล โปรตีน ไขมัน รวมทั้งพวกที่สร้างมีเทน และสร้างแอมโมเนีย ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดอาจทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น *Butyrivibrio fibrisolvens* สามารถย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคติน ไขมัน และโปรตีนได้

2. โปรโตซัว เป็นจุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย (ยาวประมาณ 20-250 ไมโครเมตร) มีจำนวนประมาณ 1 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตรของของเหลวจากกระเพาะรูเมน (10^5-10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ *Holotrich spp.* และ *Entodiniomorphs spp.* โปรโตซัวกลุ่ม *Holotrich spp.* จะมีขนาดใหญ่ มีขน (cillia) ปกคลุมอยู่เต็มรอบเซลล์ รูปร่างคล้ายรูปไข่ เคลื่อนไหวได้เร็ว และใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน ส่วนกลุ่ม *Entodiniomorphs spp.* มีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน แต่มีขนหรือพู่เฉพาะส่วนหน้าของลำตัว เพื่อใช้ในการกินอาหารและเคลื่อนไหว กลุ่มนี้จะชอบกินอาหารที่เป็นแป้งมากกว่าน้ำตาล ทั้งนี้ชนิดและปริมาณโปรโตซัว มักแปรผันไปตามอาหารที่สัตว์กิน โดยถ้าให้อาหารข้นสูงจะมีโปรโตซัวมาก โปรโตซัวบางชนิดสามารถย่อยเยื่อใยได้เช่นเดียวกับแบคทีเรียและเชื้อรา โดยทั่วไปโปรโตซัวมักจะอยู่รวมกับแบคทีเรีย นอกจากนี้โปรโตซัวยังกินแบคทีเรีย แป้ง โปรตีน และคลอโรพลาสเป็นอาหารด้วย ซึ่งการกินดังกล่าวมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เพราะมีรายงานว่า โปรโตซัวสามารถเก็บคาร์โบไฮเดรตไว้ในรูปของอะไมโลเพคติน เพื่อเป็นแหล่งพลังงานในยามขาดแคลนได้ ถ้าสัตว์ได้รับอาหารข้นสูง การเก็บแป้งและน้ำตาลไว้ในตัวโปรโตซัวสามารถลดความรุนแรงของการเกิดสภาพกรด (acidosis) ในกระเพาะรูเมนได้ และมีรายงานว่า การกำจัดโปรโตซัว (defaunation) จะทำให้ประชากรแบคทีเรียเพิ่มขึ้นและการย่อยเยื่อใยได้สูงขึ้น รวมทั้งทำให้สัตว์มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้นด้วย

3. เชื้อรา เป็นจุลินทรีย์ชนิดยูคาริโอตชั้นต่ำที่สามารถพบได้ทั่วไปในกระเพาะ-รูเมน มีประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (10^3-10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) ซึ่งเชื้อราสามารถสร้างเอนไซม์ย่อยพันธะระหว่างเฮมิเซลลูโลสและลิกนินได้ ทำให้การใช้ประโยชน์จากเยื่อใยดีขึ้นนอกจากนั้น เชื้อรายังมีการสร้างไรซอยด์ (rhizoid) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรากไม้ โดยไรซอยด์จะแทงทะลุเข้าไปในผนังเซลล์ของพืช ทำให้เซลล์แตกหรือถูกทำลาย ง่ายต่อการเข้าย่อยของจุลินทรีย์ชนิดอื่น และแบคทีเรียสามารถเข้าไปย่อยเยื่อใยได้ดีขึ้น จึงเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างแบคทีเรียและเชื้อราในการย่อยสลายเยื่อใยในกระเพาะรูเมน

บุญล้อม (2541) กล่าวว่า ชนิดและสัดส่วนของจุลินทรีย์แต่ละประเภทอาจแปรผันได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับ และสภาพแวดล้อมภายในกระเพาะรูเมน เช่น สภาวะความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในของเหลวในกระเพาะรูเมน เป็นต้น ซึ่งสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดต่อการหมักย่อยอาหารของจุลินทรีย์ คือ ความเป็นกรด–ด่าง ในช่วง 6.0–7.0 อุณหภูมิ 39–40 องศาเซลเซียส (Van Soest, 1994) และความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจน อยู่ในช่วง 10–30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Perdok and Leng, 1990) ดังนั้นจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงมีความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis) เนื่องจากสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ประโยชน์จากจุลินทรีย์โดยจุลินทรีย์หมักย่อยอาหารที่สัตว์กินเข้าไป จนกระทั่งได้ผลผลิตสุดท้าย (end products) ภายใต้สภาพไร้ออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีรายละเอียดดังนี้

การใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

การเสริมคาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ สำหรับจุลินทรีย์ในกระเพาะ-รูเมนและตัวสัตว์ (Van Soest, 1994) คาร์โบไฮเดรตประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตที่เป็นโครงสร้าง (structural carbohydrate) ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) และเพคติน (pectin) และคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้าง (non-structural carbohydrate) ได้แก่ แป้งและน้ำตาล และยังรวมถึง อะราแบน (arabans) ฟรุคแตน (fructans) กาแลคแตน (galactans และเบต้ากลูแคน (β-glucans) (เมธา, 2533) คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่จุลินทรีย์ปล่อยออกมาให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น กลูโคส (glucose) หรือเพนโตส (pentose) โดยผ่านวิถีต่างๆ จากนั้นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เกิดขึ้นจะถูกเปลี่ยนแปลงต่อไปอย่างรวดเร็วโดยจุลินทรีย์เป็นไพรูเวท (pyruvate) ซึ่งเป็นตัวกลางสำคัญในการสังเคราะห์กรดไขมันที่ระเหยง่าย (volatile fatty acid, VFA) ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดไขมันที่ระเหยง่าย

ซึ่งเป็นผลผลิตสุดท้าย ที่สำคัญได้แก่ กรดแอซิติก (acetic acid, C_2) กรดโพรพิออนิก (propionic, C_3) กรดบิวทิริก (butyric acid, C_4) เป็นหลัก และกรดวาลาริค (valeric acid, C_5) ไอโซวาลาริค (isovaleric acid) และ ไอโซบิวทีริก (isobutyric acid) อาจพบบ้างแต่ในปริมาณน้อย ซึ่งสัตว์จะดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งกรดไขมันที่ระเหยง่ายเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญในการให้พลังงานแก่สัตว์เคี้ยวเอื้อง จากการศึกษาพบว่า น้ำตาลจะถูกเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว รองลงมาคือ แป้งและพวกที่เป็นโครงสร้างของเซลล์พืช (เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส) ถูกเปลี่ยนแปลงช้าที่สุด (เมธา, 2533; บุญล้อม, 2541)

การใช้ประโยชน์ของโปรตีนในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

บุญล้อม (2541) กล่าวว่าโปรตีนที่สัตว์ได้รับจากอาหารแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามความสามารถในการย่อยได้ของสัตว์เคี้ยวเอื้อง คือ โปรตีนที่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (rumen degradable protein, RDP) เป็นโปรตีนที่สามารถย่อยสลายได้โดยแบคทีเรียในกระเพาะรูเมน สัตว์นำมาใช้ในการสร้างเซลล์และการเจริญเติบโต และโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (rumen undegradable protein, RUP) เป็นโปรตีนที่ไม่ย่อยสลายในกระเพาะรูเมน โดยจะไหลผ่านไปยังกระเพาะแท้และลำไส้เล็ก ซึ่งจะถูกน้ำย่อยให้เป็นกรดแอมิโน และสัตว์จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยแหล่งของโปรตีนส่วนใหญ่ที่สัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับจากอาหาร อยู่ในรูปไนโตรเจนที่อยู่ในพืช ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นโปรตีนแท้ (ture protein) และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช้โปรตีน (non protein nitrogen, NPN) ซึ่งมีทั้งสารอินทรีย์ เช่น กรดแอมิโนอิสระ กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) เอไมด์ (amide) เอมีน (amine) และยูเรีย และสารอนินทรีย์ เช่น แอมโมเนียมคลอไรด์ และแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นต้น (เทอดชัย, 2540)

การย่อยและการเมแทบอลิซึมของสารประกอบไนโตรเจนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้เป็น เปปไทด์ กรดแอมิโน และแอมโมเนีย ต่อจากนั้นจะมีการสลายตัวกรดแอมิโนส่วนหนึ่งโดยกระบวนการดีแอมิเนชั่น (deamination) โดยอาศัยจุลินทรีย์ได้เป็นแอมโมเนีย และแอลฟา-คีโตแอซิส (α-keto acid) (บุญล้อม,2527) แล้วจุลินทรีย์ หรือตัวสัตว์เองจะนำไปใช้ประโยชน์สังเคราะห์เป็นจุลินทรีย์โปรตีน เมธา (2533) กล่าวว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนของจุลินทรีย์ถูกสังเคราะห์โดยการใช้แอมโมเนียส่วนอีก 20 เปอร์เซ็นต์ ใช้กรดแอมิโนโดยตรง ส่วน แอลฟา-คีโตแอซิส อาจถูกสลายตัวต่อไปเพื่อใช้ในการสร้างสารประกอบอื่นๆ หรือเป็นแหล่งพลังงาน เช่น กรดแอซิติก กรดโพรพิออนิก กรดไอโซบิวทิริก และกรดไอโซวาเลอริก เป็นต้น

เสาวนิต (2537) กล่าวว่า ปริมาณแอมโมเนียในของเหลวในกระเพาะรูเมนเป็นตัวกลางบ่งบอกให้ทราบถึงการสลายของโปรตีนและการสังเคราะห์โปรตีน ถ้าโปรตีนถูกสลายอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่จุลินทรีย์จะนำไปสังเคราะห์เป็นโปรตีนของตัวเองจะทำให้มีแอมโมเนียอยู่ในของเหลวในกระเพาะรูเมนในปริมาณมาก แอมโมเนียจะถูกดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมน (rumen epithelium) เข้าสู่เส้นเลือดฝอย และถูกนำเข้าสู่เส้นเลือดที่กระเพาะรูเมน ส่งไปยังหลอดเลือดดำขนาดใหญ่ที่นำเลือดสู่ตับ จากนั้นตับจะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นยูเรีย โดยผ่านวัฏจักรยูเรีย (urea cycle) และส่งออกมาในกระแสเลือด ยูเรียส่วนหนึ่งจะถูกขับออกทางปัสสาวะ โดยทั่วไปความเข้มข้นของ ยูเรีย-ไนโตรเจนในกระแสเลือดของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในช่วง 10–30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Perdok and Leng, 1990) หากค่ายูเรียในเลือดต่ำกว่านี้ แสดงถึงปริมาณแอมโมเนียในกระเพาะรูเมนที่ไม่เพียงพอ แสดงให้เห็นว่าโปรตีนในอาหารไม่เพียงพอ แต่หากค่ายูเรียสูงกว่าค่าปกติแสดงว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมากเกินความจำเป็นที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากโปรตีนในอาหารสูงเกินไป ทำให้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในกระเพาะรูเมนมากขึ้นส่งผลต่อการสังเคราะห์ยูเรียที่ตับเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีค่าสูงกว่าค่าปกติ ซึ่งมีผลเสียต่อสัตว์และสภาพแวดล้อม เนื่องจากต้องสูญเสียพลังงานไปในการกำจัดยูเรียออกจากร่างกาย แทนที่จะนำพลังงานไปใช้เพื่อการสร้างเนื้อและนมหรือกิจกรรมอื่นๆ และยูเรียส่วนเกินที่ขับถ่ายออกนอกร่างกายก่อให้เกิดมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม (Lewis, 1975)

การใช้ประโยชน์ของไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ไขมันและสารที่คล้ายไขมัน ประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) เป็นหลัก โมเลกุลของไขมันประกอบด้วยกลีเซอรีน (glycerine) 1 โมเลกุล และกรดไขมัน 3 โมเลกุล ซึ่งอาจเป็นกรดไขมันชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้ ไขมันมีหลายชนิด แล้วแต่ชนิดของกรดไขมันที่เป็นส่วนประกอบ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กรดไขมันอิ่มตัว (saturated fatty acid) เช่น กรดแอซิติก กรดโพรพิออนิก และ กรดบิวทิริก เป็นต้น และกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เช่น กรดลิโนเลอิก กรดโอเลอิก และกรดลิโนเลนิก เป็นต้น (เสาวนิต, 2537)

เมธา (2533) กล่าวว่า การเติมไขมันในอาหารมีประโยชน์ คือ 1) ช่วยเพิ่มความหนาแน่นของพลังงาน อาจทำให้สัตว์ได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอาหารที่มีความหนาแน่นต่ำ 2) เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากพลังงาน โดยไขมันที่เสริมจะช่วยทำให้สัดส่วนพลังงานและโภชนะอื่นๆ เหมาะสมยิ่งขึ้น 3) ถ้าในสูตรอาหารมีระดับของเมล็ดธัญพืชสูง การเพิ่ม

ระดับการกินได้ของพลังงานที่ย่อยได้โดยการทดแทนแป้งด้วยไขมัน ทั้งนี้จะเป็นการปรับสัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้นให้เหมาะสม ทำให้การหมักในรูเมนเป็นไปอย่างปกติ และเป็นการเพิ่มระดับไขมันในน้ำนมด้วย แต่การเติมไขมันมากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหารอาจจะเป็นการลดประสิทธิภาพการย่อยของเซลลูโลสในกระเพาะรูเมน และทำให้มีการสะสมกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวในเนื้อเยื่อไขมัน นอกจากนั้นยังอาจทำให้เกิดท้องอืด และเกิดผิดปกติในกระเพาะรูเมน (Church, 1979 อ้างโดย เมธา, 2533) เนื่องจาก 1) ไขมันไปเคลือบเยื่อใย ทำให้จุลินทรีย์เข้าย่อยยาก 2) ไขมันอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์บางชนิด เป็นผลให้จุลินทรีย์ทำงานลดลง 3) กรดไขมันอาจไปมีผลต่อผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ ทำให้การทำงานของจุลินทรีย์ลดลง 4) กรดไขมันสายยาวอาจไปทำปฏิกิริยากับธาตุที่มี ประจุบวก (cation) เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (isoluble complex) ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถนำธาตุที่มีประจุบวก ไปใช้ประโยชน์ได้ จึงทำให้การย่อยได้ลดลง (Devendra and Lewis, 1974)

เทอดชัย (2540) กล่าวว่า โดยปกติสัตว์เคี้ยวเอื้องได้รับไขมันจากอาหารไม่สูงนัก เนื่องจากพืชอาหารสัตว์มีไขมันค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตาม ในกระเพาะรูเมนจะมีกระบวนเมแทบอลิซึมของไขมันอยู่ 2 กระบวนการด้วยกัน ได้แก่ กระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมันที่สัตว์ได้รับจากอาหารโดย จุลินทรีย์ และกระบวนการสังเคราะห์ไขมันในตัวของจุลินทรีย์ แต่จุลินทรีย์สามารถใช้ประโยชน์จากไขมันในขอบเขตที่จำกัด เนื่องจากการนำเอากรดไขมันที่ได้ไปใช้เป็นพลังงานหรือนำไปสังเคราะห์ไขมันในตัวจุลินทรีย์เองเกิดขึ้นน้อยมาก กระบวนการเมแทบอลิซึมไขมันโดยจุลินทรีย์สามารถแบ่งได้ดังนี้ (เทอดชัย, 2540)

1. ไฮโดรไลซีส (hydrolysis) พวกกาแลคโตลิพิด (galactolipids) ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) และฟอสโฟลิพิด (phospholipids) ที่เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของไขมันจะผ่านกระบวนการไฮโดรไลซีสโดยเอนไซม์ที่ผลิตจากแบคทีเรียชนิด lipolytic bacteria ปล่อยกาแลคโตส (galactose) กลีเซอรอล และกรดไขมัน (fatty acid) ออกมาซึ่งกาแลคโตสและ กลีเซอรอลจะถูกหมักต่อไปและเปลี่ยนเป็นกรดไขมันที่ระเหยง่าย ที่ประกอบด้วยกรดโพรพิออนิก และมีกรดแอซิติก และกรดบิวทิริกอยู่บ้างเล็กน้อย ส่วนโปรโตซัว พบว่าไม่สามารถผลิตเอนไซม์ที่ทำให้เกิดไฮโดรไลซีสได้ กระบวนการไฮโดรไลซีสนี้จะเกิดขึ้นค่อนข้างเร็วหลังจากสัตว์ได้รับอาหาร แต่การไฮโดรไลซีสนี้ไม่ได้ทำให้มันแตกตัวเป็นกลีเซอรอลและกรดไขมันได้หมดสมบูรณ์ ยังคงมีโมโนกลีเซอรอล (monoglycerol) และไดกลีเซอรอล (diglycerol) เหลืออยู่บ้างเล็กน้อย

2. ไฮโดรจีเนชั่น (hydrogenation) เกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์ทั้งแบคทีเรียและโปรโตซัว ในกระบวนการนี้กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) จะถูกไฮโดรเจนที่ได้จากการหมักทำให้เป็นกรดไขมันที่อิ่มตัว ซึ่งกรดไขมันจะมีผลต่อคุณภาพของเนื้อ และไขมันนม การไฮโดร-

จีเนชั่นนี้ไม่ได้เกิดกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวทุกชนิด และพันธะคู่ทุกแห่ง ที่มีอยู่ในกรดไขมันทำให้ยังคงที่ และยังหลงเหลืออยู่บ้างขึ้นอยู่กับไขมันแต่ละชนิด ซึ่งเป็นวิธีการเปลี่ยนกรดไขมันจากตัวหนึ่งไปเป็นอีกตัวหนึ่ง ผลจากไฮโดรจีเนชั่นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งทาง geometrical isomer (cis-trans) ได้เรียกว่า isomerization โดยที่ปกติกรดไขมันจากพืชที่อยู่ในตำแหน่ง cis ถูกเปลี่ยนไปเป็นตำแหน่ง trans ที่มีความคงตัวสูงและมีจุด melting point สูงกว่ากรดไขมันที่ตำแหน่ง cis ซึ่งกรดไขมันที่อยู่ในรูป trans นี้จะถูกดูดซึมเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของไขมันในร่างกายสัตว์ มีผลทำให้กรดไขมันของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีจุด melting point ค่อนข้างสูง และสูงกว่ากรดไขมันของสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่มีจุด melting point ต่ำ

ผลจากการย่อยไขมันในกระเพาะรูเมน ทำให้ได้กรดไขมันเกิดขึ้น ซึ่งกรดไขมันที่มีคาร์บอนต่ำกว่า 12 ตัว จะถูกดูดซึมภายในกระเพาะรูเมน ส่วนกรดไขมันที่มีคาร์บอนมากกว่า 12 ตัว ไม่สามารถดูดซึมผ่านผนังกระเพาะรูเมนได้ และจุลินทรีย์นำกรดไขมันชนิดนี้ไปใช้ประโยชน์ได้น้อย กรดไขมันเหล่านี้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดสเตียริก (stearic acid) และไขมันในเซลล์ของจุลินทรีย์จะผ่านไปยังลำไส้เล็ก และถูกดูดซึมผ่านมิวโคซาเซลล์ (mucosal cell) ของลำไส้เล็กเข้าสู่ระบบน้ำเหลือง นอกจากนี้ไขมันบางส่วนที่ไม่ถูกไฮโดรไลซ์ในกระเพาะรูเมน และผ่านไปยังลำไส้เล็ก จะถูกน้ำดี และน้ำย่อยจากตับอ่อน (pancreatic lipase) ย่อยได้กรดไขมัน ซึ่งจะถูกดูดซึมร่วมกับกรดไขมันสายสั้น อย่างไรก็ตาม กรดไขมันเกือบทั้งหมดจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ทำให้การย่อยได้ที่แท้จริงของไขมัน (true digestibility) มีค่าเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ (เทอดชัย, 2540)

การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นอาหารแพะ

พิชัย (2534) ได้ทำการศึกษาการใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารพื้นฐานในแพะลูกผสมเพศผู้ตอนหลังหย่านม เสริมด้วยอาหารข้นซึ่งมีส่วนประกอบของกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุแห้ง พบว่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งของอาหารลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อมีการเพิ่มระดับของกากปาล์มน้ำมันในอาหารข้นคือ 63.35, 63.52, 61.89 และ 61.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอัตราการเจริญเติบโตของแพะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือ 24.7, 20.20, 22.60 และ 18.60 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สำหรับน้ำหนักซาก พบว่า การให้ฟางข้าวหมักยูเรีย และเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 7.90, 7.30, 7.10 และ 6.20 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่งมีค่า 46.00, 45.70, 45.40 และ 45.60 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักมีชีวิต ตามลำดับ และมีสัดส่วนเนื้อ : กระดูก เป็น 2.5, 2.2, 2.1 และ 2.1 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า แพะที่ได้รับฟางข้าวหมักยูเรีย 5

เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารพื้นฐานเสริมด้วยอาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมันระดับต่างๆ มีปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ อัตราการเจริญเติบโต และเปอร์เซ็นต์ซากใกล้เคียงกันกับแพะที่ได้รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน แต่เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารพบว่า แพะที่ได้รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่ไม่ผสมกากปาล์มน้ำมันใช้ต้นทุนสูงที่สุดคือ 12.57 บาทต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม ส่วนแพะที่ได้รับฟางหมักเสริมด้วยอาหารข้นที่มีส่วนประกอบของกากปาล์มน้ำมัน 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุน 9.08, 10.00 และ 8.76 บาทต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้นในการเลี้ยงแพะลูกผสมหลังหย่านมโดยใช้ฟางข้าวหมักยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารหยาบหลัก จึงแนะนำให้ใช้อาหารข้นที่มีกากปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร เนื่องจากมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าการเสริมกากปาล์มน้ำมันระดับอื่นๆ ในอาหารข้น แต่ใกล้เคียงกับกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน และใช้ต้นทุนต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารข้นที่ไม่มีกากปาล์มน้ำมัน 2.57 บาท ซึ่งเมื่อพิจารณาในแง่เศรษฐกิจพบว่ามีความเหมาะสมที่สุด

สุมิตรา (2543) ศึกษาการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวผสมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 0, 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย เลี้ยงแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน พบว่าแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 30 เปอร์เซ็นต์ หมักด้วยยูเรีย มีค่าการย่อยสลายของวัตถุแห้งในกระเพาะรูเมน สูงสุดเท่ากับ 62.02 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่าง ($P>0.05$) จากที่ระดับ 0, 15, และ 45 เปอร์เซ็นต์ (47.48, 49.33 และ 57.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) การเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้สูงกว่าทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) (557.00 เทียบกับ 350.64, 411.21 และ 357.53 กรัมต่อวัน ที่ระดับ 0, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ส่วนการเปลี่ยนแปลงในกระเพาะรูเมน พบว่า การเสริมกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 15, 30 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในของเหลวจากกระเพาะรูเมนแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ากากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมที่ใช้เสริมในเศษเหลือจากรวงข้าวหมักด้วยยูเรียเพื่อปรับปรุงเป็นอาหารพื้นฐานสำหรับแพะ

สายันต์ (2547) ศึกษาการใช้เศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ เสริมกากน้ำตาลในอาหารแพะลูกผสม (พันธุ์พื้นเมืองไทย x พันธุ์แองโกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้เสริมด้วยอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว โดยแพะได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์ อย่างเต็มที่ พบว่าปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือ 370.17, 370.56, 373.08, 350.41 และ 319.62 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโต 29.78 และ

27.56 กรัมต่อตัวต่อวัน (P>0.05) ตามลำดับ สูงกว่าแพะที่ได้รับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต 24.00, 19.72 และ 18.00 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (P<0.05) สำหรับต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 35.46, 37.31, 41.50, 45.44 และ 41.04 บาท ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนโดยคิดต้นทุนรวมพบว่า แพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลร่วมกับอาหารข้นที่ไม่มีกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันให้ผลตอบแทนสูงสุด คือ 118.79 บาทต่อตัว ส่วนแพะที่ได้รับเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรียเสริมกากน้ำตาลร่วมกับอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมัน 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลตอบแทนเท่ากับ 106.22, 83.65, 62.46 และ 63.66 บาทต่อตัว ตามลำดับ ดังนั้นการนำเศษเหลือจากรวงข้าวหมักยูเรีย 6 เปอร์เซ็นต์เสริมกากน้ำตาล มาใช้เป็นอาหารหยาบพื้นฐานในการเลี้ยงแพะลูกผสมพื้นเมืองไทยแอง x โกลนูเบียน 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้หลังหย่านม เสริมด้วยอาหารข้นที่ประกอบด้วยกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันนั้น ควรใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร

จากการรวบรวมเอกสารจะเห็นได้ว่า สามารถใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันเป็นส่วนประกอบในอาหารแพะได้ในปริมาณสูง อย่างไรก็ตาม รายงานผลการวิจัยที่เกี่ยวกับ ผลของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในอาหารข้นต่อ กระบวนการหมัก และนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมนของแพะลูกผสมพื้นเมืองไทย x แองโกลนูเบียน ที่เลี้ยงในภาคใต้ยังมีจำกัด จึงควรมีการศึกษาวิจัยในประเด็นดังกล่าวเพิ่มเติม อีกทั้งควรศึกษาถึงระดับที่เหมาะสมของกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันร่วมกับวัตถุดิบอื่นๆ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถผลิตสัตว์ได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลงเป็นผลดีต่อเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารต่อปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของแพะ
2. เพื่อศึกษาผลของระดับกากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันในสูตรอาหารต่อกระบวนการหมักในกระเพาะรูเมน และสมดุลไนโตรเจนของแพะ