

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตแพะและแพะนม

การเลี้ยงแพะเพื่อผลิตน้ำนมเป็นที่นิยมมากเนื่องจากน้ำนมแพะให้คุณค่าและประโยชน์ต่อร่างกาย ทำให้มีผู้ประกอบการสนใจที่จะทำการเลี้ยงแพะมากขึ้น จำนวนแพะที่เลี้ยงในโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2006 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากประชากรมีความต้องการแพะในการบริโภคเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากแพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งจำนวนของแพะทั่วโลกมีมากกว่า 83 ร้อยล้านตัว (FAO, 2007) แบ่งเป็น 570 พันธุ์ มีมากในทวีปเอเชียและแอฟริกา ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วมากถึงร้อยละ 74 (Galal, 2005; Boyazoglu *et al.*, 2005)

ตารางที่ 1 จำนวนแพะในโลก

ปี	จำนวนแพะ (ร้อยล้านตัว)
2000	72
2001	73
2002	75
2003	77
2004	80
2005	82
2006	83

ที่มา: FAO (2007)

ในปัจจุบันการเลี้ยงแพะในประเทศไทย มีแนวโน้มการผลิตเพิ่มมากขึ้น จากรายงานจำนวนแพะในประเทศไทยของกรมปศุสัตว์ปี พ.ศ. 2552 รายงานว่าปัจจุบันมีจำนวนแพะรวมทั้งประเทศประมาณ 383,796 ตัว ซึ่งจากตารางที่ 2 จะเห็นว่าในแต่ละภาคมีการเลี้ยงแพะเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะภาคใต้ซึ่งมีการเลี้ยงแพะมากที่สุดในช่วงปี พ.ศ. 2547-2552 ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนในภาคใต้นิยมเลี้ยงแพะเพื่อบริโภคเนื้อและนม นอกจากนี้ยังเลี้ยงไว้เพื่อใช้ประกอบพิธีกรรมทางศาสนาของผู้ที่นับถือศาสนาอิสลาม โดยเฉพาะในพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเลี้ยงแพะในประเทศไทย

ปี พ.ศ.	จำนวนแพะ (ตัว)			
	อีสาน	กลาง	ใต้	เหนือ
2547	12,354	62,950	135,043	39,729
2548	13,974	109,681	159,390	55,310
2549	15,014	111,742	141,245	56,149
2550	21,423	162,926	174,052	86,373
2551	20,901	158,487	140,939	53,702
2552	20,363	160,278	141,787	61,368

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2552)

สำหรับพื้นที่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้จากข้อมูลสถิติในปี พ.ศ. 2552 แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า จังหวัดยะลา มีจำนวนแพะมากที่สุด คือ 23,811 ตัว รองลงมาคือจังหวัดปัตตานี มีจำนวนแพะ 18,907 ตัว และจังหวัดนราธิวาสมีจำนวนแพะ 15,289 ตัว ซึ่งจำนวนแพะที่เลี้ยงในทั้ง 3 จังหวัดมีจำนวนมากกว่าจังหวัดอื่นในภาคใต้นอกจากจังหวัดสงขลาและสตูลซึ่งมีจำนวนแพะ 19,263 และ 17,205 ตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 3 จำนวนแพะ (แพะเนื้อและแพะนม) ที่เลี้ยงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

จังหวัด	แพะเพศผู้ (ตัว)	แพะเพศเมีย (ตัว)	รวม (ตัว)
ยะลา	8,462	15,349	23,811
ปัตตานี	7,826	11,081	18,907
นราธิวาส	4,173	11,116	15,289

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2552)

จากข้อมูลสถิติของกรมปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2552 พบว่าจำนวนแพะนมในจังหวัดยะลา มีมากที่สุดคือ 785 ตัว รองลงมาคือจังหวัดนราธิวาสและจังหวัดปัตตานี ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 3 พบว่า จังหวัดนราธิวาสที่มีจำนวนแพะรวมน้อยกว่าจังหวัดยะลาและปัตตานี แต่มีจำนวนแพะนมมากกว่าจังหวัดปัตตานีเนื่องจากจังหวัดนราธิวาสมีฟาร์มแพะนมขนาดใหญ่ซึ่งมีจำนวนแพะถึง 105-150 ตัว จึงทำให้มีจำนวนแพะนมมากกว่าจังหวัดปัตตานีที่ไม่มีฟาร์มขนาดใหญ่อยู่

ตารางที่ 4 จำนวนแพะนมที่เลี้ยงในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้

จังหวัด	แพะเพศผู้ (ตัว)	แพะเพศเมีย (ตัว)	รวม (ตัว)
ยะลา	195	590	785
ปัตตานี	65	164	229
นราธิวาส	85	376	461

ที่มา: คัดแปลงจากข้อมูลกรมปศุสัตว์ (2552)

แต่จากการประมาณของผู้วิจัยในปี พ.ศ.2553 คาดว่าน่าจะมีปริมาณแพะนมในพื้นที่มากกว่าการรายงานของกรมปศุสัตว์อยู่มาก โดยเมื่อเทียบอ้างอิงจากการรายงานของกรมปศุสัตว์ที่ระบุว่า มีแพะทั้งประเทศเพียง 383,796 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2552) ในขณะที่ข้อมูลสถิติปศุสัตว์รายงานว่ามีประชากรแพะทั้งประเทศ 444,774 ตัว (กรมปศุสัตว์, 2551) จึงอาจจำเป็นต้องตรวจสอบปริมาณแพะที่แน่นอนในพื้นที่ต่อไป

2.2 พันธุ์แพะนมและผลผลิตของน้ำนม

แพะที่เลี้ยงสำหรับผลิตนมในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผสมระหว่างแพะพื้นเมืองกับซาแนนหรือแองโกลนูเบียน ซึ่งแพะโดยทั่วไปสามารถให้น้ำนมได้ครั้งแรกเมื่ออายุได้ 1 ปี (บุญเสริม, 2546) มีการให้ผลผลิตแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ลักษณะของพันธุ์แพะและปริมาณผลผลิตของน้ำนม

พันธุ์	น้ำนม (กก.) [*]	วันที่รีดน้ำนม (วัน)	น้ำนม (กก./วัน)
พื้นเมือง	162.4	197.4	0.75
ลูกผสมพื้นเมือง x ซาแนน 50%	234.2	219.4	1.05
ซาแนน	441.3	290	1.55

* ปริมาณน้ำนมต่อ 1 ช่วงระยะเวลาให้นม (300 วัน)

ที่มา: ทิม (2524)

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำนมมีหลายประการด้วยกัน เช่น สายพันธุ์ โดยแพะสายพันธุ์ต่างกันจะให้ปริมาณน้ำนมที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งจะเห็นว่าแพะพันธุ์บริติชซาแนน/ซาแนน ให้ผลผลิตน้ำนมแพะมากที่สุดคือ 1,243 กิโลกรัมต่อระยะของการให้นม ส่วนแพะพันธุ์โกลเดน/เกอร์นซีอังกฤษให้ผลผลิตน้ำนมแพะน้อยที่สุด คือ 992 กิโลกรัมต่อระยะของการให้

นม แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะพบว่าแพะพันธุ์เอง โกล-นูเบียนให้ปริมาณไขมันและโปรตีนสูง คือร้อยละ 5.0 และ 3.5 ขององค์ประกอบทั้งหมด ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลผลิตเฉลี่ยและองค์ประกอบของน้ำนมแพะ

พันธุ์	ผลผลิต (กิโลกรัม) ต่อระยะของการ ให้นม	องค์ประกอบ (%)	
		ไขมัน	โปรตีน
พันธุ์ผสม	1,220	3.7	2.8
บริติชซาแนน/ ซาแนน	1,243	3.7	2.8
บริติชโทเคนเบอร์ก/ โทเคนเบอร์ก	1,169	3.7	2.7
แองโกล-นูเบียน	1,040	5.0	3.5
บริติชอัลไพน์	1,099	4.1	3.0
โกลเดน/ เกอร์นซีอังกฤษ	992	4.1	2.0

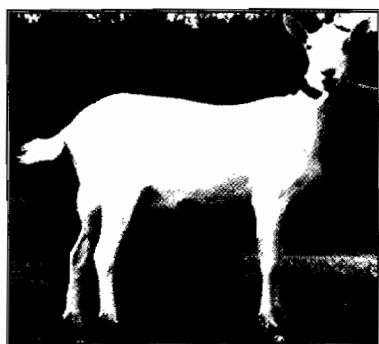
ที่มา: ชีรพงษ์ (2536)

2.2.1 พันธุ์แพะนม

แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีร่างกายขนาดเล็ก มีความสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยเฉพาะทนต่อความร้อนจากแสงแดดได้ดีกว่าสัตว์อื่นๆ และที่สำคัญคือแพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย กินอาหารพวกพืชหลายชนิด (ถั่วลิสง, 2546) แพะสามารถใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการเกษตรหรืออาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำได้ดี (Devendra and Burns, 1983) ในประเทศแถบอบอุ่นเลี้ยงแพะเพื่อต้องการน้ำนมเป็นหลัก (Gall, 1981) ซึ่งแพะพันธุ์นมที่นิยมเลี้ยงแสดงดังรูปที่ 1 แต่ในประเทศแถบร้อนและกึ่งร้อนเลี้ยงแพะเพื่อนำมาบริโภคเนื้อและน้ำนมแต่ยังเลี้ยงไว้สำหรับอาชีพเสริมอีกด้วย (วินัย, 2538)

2.2.1.1 แพะพันธุ์ซาแนน (Saanen)

เป็นแพะพันธุ์ที่ให้ผลผลิตน้ำนมมากที่สุด มีถิ่นกำเนิดในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ กรมปศุสัตว์นำเข้ามาเลี้ยงขยายพันธุ์ในปี 2527 เพื่อปรับปรุงพันธุ์แพะพื้นเมืองให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นแพะนม สีขาวทั้งตัว สันจมูกเป็นเส้นตรง ใบหูสั้นเล็กตั้งชี้ไปข้างหน้า หัวมีลักษณะแบน (รูปที่ 1A) น้ำหนักตัวปานกลางโตเต็มที่เพศผู้หนัก 60-75 กิโลกรัม เพศเมียหนัก 55-65 กิโลกรัม ดังตารางที่ 7



1A



2A



3A



4A

รูปที่ 1 พันธุ์แพะชนิดต่างๆ (1A) พันธุ์ชาแนน (2A) พันธุ์ทอกเคนเบิร์ก (3A) พันธุ์อัลไพน์
และ (4A) พันธุ์เองโกลนุเบียน

ที่มา: Haenlein (2009)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบลักษณะของแพะพันธุ์ซาแนนกับแพะพันธุ์ลูกผสมซาแนน+พื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา		ซาแนน	ลูกผสมซาแนน-พื้นเมือง
น้ำหนักแรกเกิด	(กก.)	2.65	2.58
น้ำหนักหย่านม (อายุ 3 เดือน)	(กก.)	17.08	14.66
น้ำหนักอายุ 6 เดือน	(กก.)	25.36	22.80
อัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านม	(กรัม/วัน)	175.91	147.41
อัตราการเจริญเติบโตเกิด-6 เดือน	(กรัม/วัน)	136.82	122.12
ผลผลิตน้ำนม (ลำดับครอกที่ 2)	(กก.)	430.82	168.22
ระยะเวลาให้นม	(วัน)	282.37	174.25
น้ำนมเฉลี่ย	(กก./วัน)	1.52	1.19

ที่มา: Jenness (1980)

2.2.1.2 แพะพันธุ์ทอกเกนเบิร์ก (Toggenburg)

เป็นแพะนมที่รู้จักกันดีอีกพันธุ์หนึ่ง มีสีต่างกันตั้งแต่สีดำจนถึงน้ำตาลเข้ม บริเวณหน้ามีสีขาวเด่นเป็นแนวระหว่างตาทั้งสองข้างจนถึงเนื้อจมูก ขาหลังมีสีขาวจากข้อเข่าจนถึงขั้วท้าย ขาหน้ามีสีขาวจากข้อเข่าลงไปที่ ขูดัง หน้าตรง (รูปที่ 2A) ขนาดของแพะพันธุ์นี้เมื่อโตเต็มที่ ตัวผู้หนักประมาณ 60 กิโลกรัม สูง 75-85 เซนติเมตร ส่วนตัวเมียหนักประมาณ 55 กิโลกรัม สูง 70-80 เซนติเมตร ให้น้ำนมได้เฉลี่ย 897 กิโลกรัม ในระยะเวลา 275-305 วัน (บุญเสริม, 2546)

2.2.1.3 แพะพันธุ์อัลไพน์ (Alpine)

มีถิ่นกำเนิดแถบภูเขาแอลป์ มีขนาดตัวตั้งแต่ปานกลางจนถึงใหญ่ แม่แพะโตเต็มที่ หนักประมาณ 60 กิโลกรัม สูง 70-80 เซนติเมตร ตัวผู้หนักเฉลี่ย 75 กิโลกรัม สูง 75-85 เซนติเมตร ลักษณะหน้าค่อนข้างเว้า มีหูตั้ง อาจจะมีหลายสีเช่น ขาว-ดำปะปนกัน สีครีม สีฟ้าขาว สีน้ำตาลแดง ส่วนขั้วท้าย ท้อง ขาหน้ามักจะมีสีดำ (รูปที่ 3A) แม่แพะให้น้ำนมโดยเฉลี่ย 924 กิโลกรัม ในระยะเวลา 305 วัน (บุญเสริม, 2546)

2.2.1.4 แพะพันธุ์แองโกลนูเบียนหรือนูเบียน (Anglo-nubian or Nubian)

แพะนมพันธุ์นี้มีขนาดใหญ่ เชื่อกันว่ามีต้นกำเนิดในทวีปเอเชีย ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศอังกฤษ มีลักษณะเหมือนแพะอินเดีย คือ หูใหญ่ตลบ หน้าและจมูกโค้ง มีหลายสีที่มักพบได้แก่ สีดำ สีน้ำตาลแดง (รูปที่ 4A) เป็นแพะที่ทนร้อนได้ดี ให้น้ำนมได้ 2-3 ลิตรต่อวัน

น้ำมันมีไขมันสูงกว่าแพะนมยุโรป เป็นแพะกึ่งเนื้อกึ่งนม ตัวเมียหนักประมาณ 64 กิโลกรัม ตัวผู้โตเต็มที่หนักอย่างน้อย 76 กิโลกรัม (บุญเสริม, 2546)

พันธุ์แพะที่แตกต่างกันจะทำให้องค์ประกอบของน้ำมันแพะมีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 8 จะเห็นว่าพันธุ์แพะที่แตกต่างกันจะมีสารอาหารประเภท ของแข็งทั้งหมด ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน ไขมัน โปรตีน เคซีน และแอลฟาเอส1-เคซีน แตกต่างกัน ซึ่งแพะพันธุ์นูเบียนจะให้ปริมาณขององค์ประกอบดังกล่าวมากที่สุด แต่ลูกผสมของแพะพันธุ์นูเบียนกับอัลไพน์จะให้สารอาหารที่น้อยกว่าแพะพันธุ์นูเบียน 100%

ตารางที่ 8 องค์ประกอบต่างๆ (%) ของน้ำมันแพะที่ได้จากแพะสายพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์แพะ	ของแข็งทั้งหมด	ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน	ไขมัน	โปรตีน	เคซีน	แอลฟาเอส 1-เคซีน
นูเบียน	16.02±0.70	9.01±0.22	7.02± 0.62	3.59±0.16	2.77± 0.18	0.24±0.11
นูเบียน x อัลไพน์	13.98±0.61	8.60± 0.19	5.38± 0.54	3.52± 0.14	-	0.28±0.13
ลาแมนซา	13.67±0.31	8.72± 0.10	4.95± 0.28	3.34± 0.07	2.70± 0.09	0.25±0.19
ซานเนน	12.98±0.51	8.34± 0.16	4.64± 0.45	3.03± 0.11	2.48± 0.10	0.23±0.17
อัลไพน์	12.93±0.26	8.14±0.08	4.79±0.23	3.02± 0.06	2.43± 0.09	0.10±0.09
โอเบอร์ฮาสลิ	11.70±1.00	8.40± 0.32	3.29± 0.88	3.35± 0.23	2.44± 0.22	0.06±0.04
ทอกเกนเบิร์ก	11.83±0.66	7.56± 0.21	4.27± 0.59	2.76± 0.12	2.28± 0.10	0.09±0.04
ซานเนน x อัลไพน์	12.06±0.69	7.86± 0.22	4.20± 0.62	2.76± 0.16	2.16± 0.22	0.07± 0.11

ที่มา: Clark and Sherbon (2000)

2.3 ลักษณะอาหารของแพะ

บุญเสริม (2546) รายงานว่า แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องชอบกินพืชและหญ้าหลากหลายชนิดปนกันมากกว่าที่จะกินเพียงชนิดเดียว ชอบแพะเล็มตรงส่วนปลายและชอบกินอาหารหลายๆ อย่างซึ่งช่วยให้ได้รับโภชนาการที่สมดุลขึ้น แพะจะชอบเล็มใบไม้และกิ่งอ่อนมากกว่าเล็มหญ้า อาหารที่กินประมาณร้อยละ 60 เป็นใบไม้และกิ่งอ่อน อีกร้อยละ 40 จะเป็นไม้พุ่ม อาหารแพะ

แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ อาหารหยาบ (roughages) และอาหารข้น (concentrates) อาหารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนี้

1. อาหารหยาบ หมายถึง อาหารที่มีสารเยื่อใยสูง (มากกว่าร้อยละ 18) มีลักษณะฟ้าม เบามีคุณค่าทางอาหารต่ำ ย่อยได้ยาก ต้องกินเป็นจำนวนมากจึงจะได้รับสารอาหารเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย อาหารหยาบเป็นอาหารหลักของสัตว์เคี้ยวเอื้องทุกชนิด มีความสำคัญในเรื่องของการเป็นแหล่งโภชนาการ และมีความจำเป็นในการช่วยให้กระเพาะอาหารเรอเอาแก๊สออกได้อีกทั้งยังกระตุ้นการขับน้ำลายเพื่อไปช่วยในการต้านความเป็นกรดของกระเพาะน้ำไม่ให้เกิดเกินไป ซึ่งจะเป็อันตรายต่อจุลินทรีย์และตัวแพะอีกด้วย อาหารหยาบมี 3 ประเภท คือ 1) อาหารหยาบแห้ง เช่นหญ้าแห้ง ฟางข้าว ต้นข้าวโพดแห้ง เป็นต้น 2) อาหารหยาบสด เช่น ถั่วสด ชนิดต่างๆ ตลอดจนใบไม้ต่างๆ รวมทั้ง 3) อาหารหมัก (silage) ด้วย อาหารที่เป็นอาหารหลักที่สำคัญของแพะ ได้แก่ พืชตระกูลหญ้า และถั่วชนิดต่างๆ เปลือกกล้วย เปลือกและต้นข้าวโพด ยอดอ้อย เปลือกสับปะรด เป็นต้น โดยคุณค่าทางโภชนาการของอาหารประเภทนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของดินที่ปลูก สภาพภูมิอากาศ และอายุพืชที่เก็บเกี่ยว อาจจะทำให้กินทั้งแบบสดและตากแห้ง พืชตระกูลถั่วเป็นอาหารหยาบที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงที่สุดและตัวแพะชอบกินมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งแพะจะกินใบไม้ใบหญ้าเป็นอาหารหลักถึงร้อยละ 80

2. อาหารข้น หมายถึง อาหารที่มีสารเยื่อใยต่ำ ย่อยได้ง่าย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อเพิ่มปริมาณโภชนาการให้เพียงพอต่อความต้องการในการดำรงชีพและการให้ผลผลิต แพะกินเข้าไปเพียงเล็กน้อยก็ได้รับสารอาหารที่ร่างกายดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้มาก โดยส่วนใหญ่มักใช้เป็นส่วนเสริมอาหารหยาบ คือพยายามให้อาหารหยาบให้มากที่สุด แล้วโภชนาการส่วนที่ขาดจะถูกระดมเสริมให้เพียงพอต่อความต้องการด้วยอาหารข้น ควรให้อาหารข้นเฉพาะที่จำเป็นและจำกัดปริมาณตามความต้องการเท่านั้น ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการทำอาหารข้นส่วนใหญ่ก็ขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้เสริมสารอาหารประเภทใด เช่น เสริมอาหารหลักใช้พวกเมล็ดข้าวโพด ปลายข้าวและมันเส้น เป็นต้น เสริมโปรตีนใช้กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากนุ่น เป็นต้น เสริมแร่ธาตุใช้กระดูกป่นและเกลือไอโอดีนเสริมฟอสเฟต เสริมวิตามินใช้น้ำมันตับปลาหรือวิตามินเข้มข้น

เนื่องจากแพะต้องมีการให้น้ำนมทำให้แพะต้องได้รับสารอาหารเพื่อให้มีพลังงานที่เพียงพอต่อความต้องการ โดยแพะนมจะมีความต้องการพลังงานเพื่อการดำรงชีพที่แตกต่างจากโคนม แต่ในด้านของการผลิตน้ำมนั้นแพะนมและโคนมมีความต้องการพลังงานที่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบความต้องการทางโภชนาของแพะนมและโคนม

ความต้องการพลังงาน (เมกะแคลอรี)	แพะนม	โคนม
ดำรงชีพ	0.36	0.63
ผลิตน้ำนม	0.69	0.69
รวม	1.05	1.32

ที่มา: วินัย (2542)

2.3.1 แนวทางปฏิบัติในการให้อาหารแก่แม่แพะรีดนม

โดยทั่วไปการเลี้ยงแพะ อาหารที่ให้เป็นหลักคือ อาหารหยาบที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น หญ้าธรรมชาติ หญ้าที่ปลูก ใบไม้ ใบตอง คุณภาพของอาหารที่กินเป็นหลักเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณา เมื่อทราบปริมาณที่แพะกินโดยประมาณและทราบส่วนประกอบทางเคมีของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยง จะทำให้ประเมินในขั้นต้นได้ว่า แพะได้รับโภชนาจากอาหารมากน้อยเพียงใด แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตารางความต้องการ โภชนา (ตารางที่ 10) จะทราบสภาพการได้รับโภชนาว่าควรเสริมอาหารที่มีโภชนาอย่างไรแพะจึงจะได้รับเพียงพอกับความต้องการ (บุญเสริม, 2546)

ปริมาณอาหารขั้นที่เสริมให้กับแพะรีดนมควรพิจารณาตามความสามารถในการให้นมควบคู่ไปด้วย โดยมากจะเสริมอาหารขั้นให้แม่แพะในอัตรา 300-500 กรัม/การให้นม 1 กิโลกรัม สำหรับระยะแรกของการให้นมประมาณ 4 อาทิตย์แรกหลังคลอด ควรให้อาหารขั้นเสริมแม่แพะเต็มที่ แต่ถ้าแม่แพะเริ่มจะไม่ให้นมเพิ่มจึงควรลดอาหารตามปริมาณการให้นม อาหารขั้นที่ให้ควรเป็นอาหารที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 16 มีเยื่อใยไม่เกินร้อยละ 10 มีส่วนประกอบของวิตามิน แร่ธาตุที่เหมาะสม (สุวิทย์และคณะ, 2544)

แม่แพะรีดนมต้องการ โภชนาเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการผลิตน้ำนม หากให้อาหารกินมากเกินไปจะทำให้แพะอ้วนได้ง่ายและมีผลสัมพันธุมักน้อยคิด ทำให้ไม่มีแพะที่จะรีดนมได้ในฤดูถัดไป

ตารางที่ 10 ตัวอย่างส่วนผสมของอาหารขึ้นสำหรับแพะรีดนม

ส่วนผสม	โปรตีนรวม			
	ร้อยละ 14	ร้อยละ 16	ร้อยละ 18	ร้อยละ 20
มันเส้น	45.91	41.62	37.33	33.03
กากถั่วเหลือง	2.09	6.38	10.67	14.97
กากน้ำตาล	10.00	10.00	10.00	10.00
ใบกระถิน	15.00	15.00	15.00	15.00
กากฟ้ายิ้งเปลือก	25.00	25.00	25.00	25.00
เกลือ	1.00	1.00	1.00	1.00
แร่ธาตุ	1.00	1.00	1.00	1.00
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00

ที่มา: บุญเสริม (2546)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบและผลผลิตของน้ำนม

มีปัจจัยหลายประการที่มีผลทำให้องค์ประกอบของผลผลิตของน้ำนมเปลี่ยนแปลงไป บางปัจจัยจะมีผลต่อองค์ประกอบหรือผลผลิตของน้ำนมเพียงอย่างเดียว แต่บางปัจจัยก็มีผลทั้งองค์ประกอบและผลผลิตของน้ำนมสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.4.1 สายพันธุ์ แพะพันธุ์ต่างๆ จะให้ผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมที่แตกต่างกัน เช่น พันธุ์ซานเนน เป็นแพะที่ให้น้ำนมเฉลี่ยสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของตัวแพะ เพราะพันธุ์เดียวกันมีความสามารถในการให้นมที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบการให้ผลผลิตน้ำนมของแพะพันธุ์ต่างๆ

ลักษณะที่ทำการศึกษา	ระยะเวลาให้นม			พันธุ์	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ซานเนน	ลูกผสม	พื้นเมือง
ปริมาณการให้นมตลอด					
ระยะเวลาให้นม (กก.)	168.21	237.69	374.58	168.22	66.05
ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย					
ต่อวัน (กก.)	0.84	1.08	1.40	1.01	0.47
ระยะเวลาการให้นม (วัน)	181.58	201.792	263.87	164.69	146.50

ที่มา: สมควรและคณะ (มปป.)

2.4.2 ระยะของการให้นม องค์ประกอบและปริมาณของน้ำนมจะผันแปรไปตามระยะของการให้นม โดยน้ำนมที่รีดออกมาในระยะแรกของการให้นมจะมีปริมาณสูงแต่มีไขมันต่ำ แสดงดังตารางที่ 12 โดยปริมาณของน้ำนมที่รีดออกได้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากแพะคลอดลูกจนกระทั่งถึงระยะที่ให้น้ำนมสูงสุด (peak of lactation) ประมาณ 3-6 สัปดาห์หลังจากคลอดลูก และหลังจากนั้นผลผลิตของน้ำนมจะลดลงเรื่อยๆ แต่ปริมาณไขมันจะสูงขึ้น โดยระยะการให้นมจะมี 3-4 ช่วงขึ้นกับการแบ่ง แต่ช่วงที่ 1 จะเป็นช่วงต้น และช่วงที่ 4 จะเป็นช่วงปลาย โดยในช่วงต้นน้ำหนักตัวแพะจะลดลง เนื่องจากผลผลิตน้ำนมสูงสุดแต่ความต้องการและปริมาณอาหารที่กินได้น้อย และน้ำหนักตัวจะกลับมาอีกครั้งในช่วงกลางของระยะการให้นม

ตารางที่ 12 แสดงผลของระยะการให้นมต่อองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมแพะ

ระยะการให้นม	ไขมัน	โปรตีน	แลคโตส	ร้อยละ		
				เถ้า	ของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน	ของแข็งทั้งหมด
1	3.55	3.22	4.89	0.68	8.76	12.33
2	3.65	3.49	4.72	0.74	8.95	12.60
3	4.09	3.80	4.51	0.80	9.05	13.20
4	4.54	4.01	4.19	0.86	9.19	13.67
CD (P=0.05)	0.10	0.14	0.07	0.01	0.16	0.24

ที่มา: Bohsale *et al.* (2009)

หมายเหตุ: CD คือ Coefficient of Determination

2.4.3 การให้อาหารและคุณภาพของอาหาร แพะที่ได้รับอาหารมากเพียงพอกับความ ต้องการของร่างกายจะให้ปริมาณน้ำนมสูง นอกจากปริมาณของอาหารที่แพะได้รับแล้ว ลักษณะของอาหารก็มีผลต่อองค์ประกอบของน้ำนมด้วย ถ้าแพะได้รับอาหารที่มีเชื้อไขต่ำหรือได้รับอาหาร หยาดน้อยจะมีผลทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนมลดลง แต่จะไม่มีผลต่อปริมาณของน้ำนมถ้าได้รับอาหารขึ้นเพียงพอ จากการศึกษพบว่าอาหารหมักดัดเมื่อยังอ่อนจะให้ผลผลิตน้ำนมมาก ส่วนใหญ่แพะจะกินอาหารในตอนกลางวันและร้อยละ 10 ของการเคี้ยวเอื้องจะเกิดขึ้นในตอนกลางคืน อาหารของแพะส่วนใหญ่จะเป็นหญ้าแห้ง โดยแพะที่กำลังให้นมจะกินได้มากที่สุดอยู่ระหว่าง ร้อยละ 4 และ 7 ของน้ำหนักตัว (ธีรพงษ์, 2536) ซึ่งอาหารและระยะการให้นมมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณน้ำนมดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ตัวอย่างสูตรอาหารที่คำนวณให้มีพลังงานและโปรตีนตามความต้องการของแพะนม
น้ำหนัก 70 กิโลกรัม ให้น้ำนมที่มีไขมันร้อยละ 3.8

ผลผลิตน้ำนม (กก./วัน)	ระยะการให้นม		
	ช่วงต้น	ช่วงกลาง	ช่วงปลาย
	5	3.5	2
สูตรอาหาร (กก.น้ำหนักเปียก/วัน)			
1. อาหารหมักคัดเมื่อยังอ่อน			
อาหารหมัก	5.7	7.6	8.0
กากหัวผักกาดหวาน	0.6	0.5	0
อาหารผสม	1.4	0.6	0
ปริมาณอาหารแห้งที่กินทั้งหมด	3.2	2.9	2.0
% ใบพืชในรูปวัตถุแห้ง	45	67	100
2. อาหารหมักคัดเมื่อแก่			
อาหารหมัก	4.0	5.5	8.0
กากหัวผักกาดหวาน	0.6	0.5	0
อาหารผสม	1.9	1.2	1.2
ปริมาณอาหารแห้งที่กินทั้งหมด	3.2	2.8	2.2
% ใบพืชในรูปวัตถุแห้ง	32	48	92
3. หญ้าแห้งคุณภาพโดยเฉลี่ย			
หญ้าแห้ง	1.2	1.25	2.25
กากหัวผักกาดหวาน	0.6	0.5	0
อาหารผสม	2.0	1.6	0.45
ปริมาณอาหารแห้งที่กินทั้งหมด	3.3	2.9	2.3
% ใบพืชในรูปวัตถุแห้ง	31	3.7	83
4. ฟางและผลิตผลพลอยได้			
ฟาง	0.6	0.8	1.0
เมล็ดหญ้าแห้ง	0.6	0.5	0.3
กากเปียร์	1.5	1.3	1.3
กากหัวผักกาดหวาน	0.6	0.5	0

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ผลผลิตน้ำนม (กก./วัน)	ระยะการให้นม		
	ช่วงต้น	ช่วงกลาง	ช่วงปลาย
	5	3.5	2
สูตรอาหาร (กก.น้ำหนักเปียก/วัน)			
เศษหัวผักกาด	5.5	5.0	2.0
กากแป้งข้าวโพด	0.5	0.25	0.25
ปริมาณอาหารแห้งที่กินทั้งหมด	3.3	2.9	2.2
% ใบพืชในรูปวัตถุแห้ง	32	39	53

ที่มา : ชีรพงษ์ (2536)

อาหารที่ประกอบด้วยหญ้าแห้งซึ่งมีคุณภาพระดับเฉลี่ยเช่นเดียวกับหญ้าหมักที่ตัดเมื่อแก่ จำเป็นต้องมีอาหารเสริมทั้งพลังงานและโปรตีนในช่วงต้นและช่วงกลางของระยะการให้นม การให้อาหารที่เป็นแหล่งเยื่อใยเป็นสิ่งจำเป็นเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงต้นของระยะการให้นม ส่วนในช่วงปลายของระยะการให้นมพลังงานส่วนใหญ่ที่ต้องการอาจได้มาจากหญ้าแห้ง (ชีรพงษ์, 2536)

แม่แพะควรได้รับอาหารที่มีโภชนาครบถ้วนและเหมาะสมกับความต้องการของตัวสัตว์ในแต่ละระยะ ถ้าได้รับมากเกินไปอาจทำให้แม่แพะอ้วนให้นมได้น้อย แต่ถ้าได้รับอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ต้องดึงโภชนาในร่างกายนมาใช้ในการสร้างนม ทำให้แม่แพะผอมมาก สุขภาพทรุดโทรม ผสมไม่ติดและให้นมน้อย

2.4.4 อายุของแพะ แพะที่ยังโตไม่เต็มวัยจะให้น้ำมน้อยกว่าแพะที่โตเต็มที่แล้ว ทั้งนี้เพราะความเจริญเติบโตและขนาดของร่างกายไม่เท่ากัน แต่เมื่อให้นมครั้งที่ 3-6 จะให้นมได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังจากนั้นปริมาณนมจะค่อยๆ ลดลง (บุญเสริม, 2546) นอกจากนี้พบว่าถ้าแพะมีอายุมากขึ้นผลผลิตของน้ำนมก็จะลดลงด้วย

2.4.5 การรีดนม ความถี่ของการรีดนมมีผลต่อปริมาณน้ำนม เช่น การรีดนม 2 ครั้งต่อวันจะให้ผลผลิตน้อยกว่าการรีดนม 3 ครั้งต่อวัน และนอกจากนั้นวิธีการรีดนมก็มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนมด้วย

2.4.6 สุขภาพและความสมบูรณ์ของร่างกาย แม่แพะที่มีสุขภาพดี ไม่เป็นโรค และมีสภาพร่างกาย (body condition) ในระดับที่พอเหมาะในแต่ละช่วงของการให้นมคือ ไม่อ้วนหรือผอม

จนเกินไป จะสามารถให้นมได้ดี แต่ถ้าแม่แพะเป็นโรค เช่น เต้านมอักเสบ (mastitis) จะให้น้ำนมลดลง (บุญเสริม, 2546)

2.4.7 อุณหภูมิ โรงเรือนและสภาพแวดล้อม ถ้าแม่แพะได้รับการเลี้ยงดูในสภาพและการระบายอากาศที่ดี มีอุณหภูมิเหมาะสม ไม่ร้อนจนเกินไป อยู่ในโรงเรือนที่สะอาด แม่แพะจะไม่เกิดความเครียด สามารถกินอาหารได้มากจึงมักให้นมได้มาก สภาพอากาศที่ร้อน โดยเฉพาะร้อนชื้นจะทำให้แม่แพะระบายความร้อนออกจากร่างกายได้ยาก จึงไม่ยอมกินอาหาร เป็นเหตุให้สุขภาพทรุดโทรมและผลิตน้ำนมได้น้อย (บุญเสริม, 2546)

2.4.8 จำนวนลูกและเพศของลูก แม่ที่ให้ลูกแฝดหรือให้ลูกต่อครอกมาก จะผลิตน้ำนมมากกว่าแม่ที่คลอดลูกตัวเดียว ลูกเพศผู้จะกระตุ้นให้แม่ให้นมมากกว่าลูกเพศเมีย เพราะจะเจริญเติบโตเร็วกว่าและมีความต้องการน้ำนมสูงกว่า (บุญเสริม, 2546)

2.5 สารอาหารในน้ำนมแพะ

สารอาหารในน้ำนมแพะประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งพบในปริมาณสูง โดยที่สารอาหารเหล่านี้มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายทั้งสิ้น ช่วยให้ร่างกายได้รับสารอาหารที่เพียงพอกับความต้องการเนื่องจากในน้ำนมแพะมีสารอาหารที่ครบถ้วน นอกเหนือจากประโยชน์ที่ได้รับในด้านโภชนาการแล้ว นมแพะยังมีคุณสมบัติในการป้องกันและใช้ในการรักษาโรคบางชนิดได้ด้วย ได้แก่ ลดปัญหาการย่อยยากในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบการย่อย การเพิ่มภูมิคุ้มกันสำหรับคนที่เกิดอาการภูมิแพ้ และสร้างความแข็งแรงให้แก่กระดูกและป้องกันการเกิดโรคกระดูกพรุน เป็นต้น (สุภาพร, 2553) น้ำนมแพะและน้ำนมโคจะมีปริมาณของสารอาหารที่แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 14 ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณสารอาหารบางชนิด เช่น ไขมันและโปรตีนในน้ำนมแพะมีมากกว่าในน้ำนมโค

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบส่วนประกอบของน้ำนมแพะ น้ำนมโคและน้ำนมแกะ

ปริมาณที่ศึกษา	น้ำนมแพะ	น้ำนมโค	น้ำนมแกะ
ไขมัน (ร้อยละ)	3.80	3.60	7.90
ของแข็งไม่รวมไขมัน (ร้อยละ)	8.90	9.00	12.00
แลคโตส (ร้อยละ)	4.10	4.70	4.90
โปรตีน (ร้อยละ)	3.40	3.20	6.20
เคซีน (ร้อยละ)	2.40	2.60	4.20
แล้ (ร้อยละ)	0.80	0.70	0.90

ที่มา : คัดแปลงจาก Park *et al.* (2006)

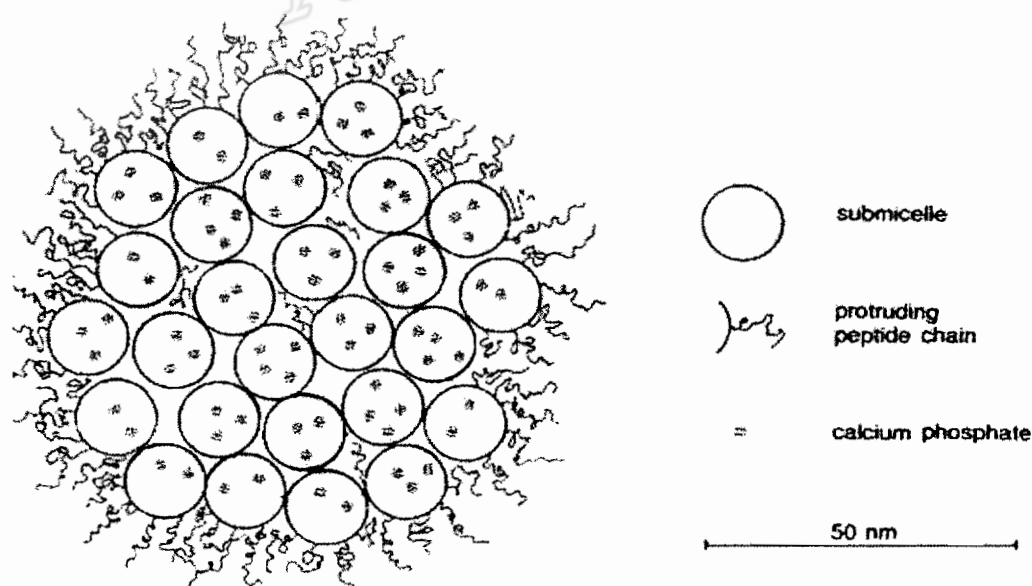
2.5.1 โปรตีน (Protein)

โปรตีนเป็นมหโมเลกุล (macromolecule) ที่พบมากที่สุดในสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแห้งของเซลล์ทั่วไป และมีบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมี ปริมาณโปรตีนในน้ำนมแพะมีอยู่ร้อยละ 3.4 โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสายพันธุ์ อาหาร ภูมิอากาศ การให้กำเนิด ฤดูกาล สุขภาพและระยะการให้นม ซึ่งจะมีปริมาณไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 0.7-1.0 w/w (Park *et al.*, 2006)

โปรตีนนมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ โปรตีนเคซีน (casein) และ โปรตีนเวย์ (whey protein) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.5.1.1 โปรตีนเคซีน (casein)

โปรตีนเคซีนในน้ำนมอยู่ในรูปของไมเซลล์ (micelles) เรียกว่าเคซีนไมเซลล์ กระจายตัวแขวนลอยในน้ำนมมีลักษณะทรงกลม ผิวหยาบ เกิดจากการรวมตัวกันเป็นก้อนของซับไมเซลล์ (submicelles) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12-15 นาโนเมตร แต่ละซับไมเซลล์ประกอบด้วย เคซีน 20-25 โมเลกุล แคลเซียมฟอสเฟต (calcium phosphate) ประมาณ 8 กรัม/เคซีน 100 กรัม และโปรตีนชนิดอื่นๆ ปริมาณเล็กน้อย เช่น โปรตีนเอส-เปปโตน เป็นต้น ซับไมเซลล์มีพื้นระไม่ชอบน้ำ ซึ่งส่วนที่ไม่ชอบน้ำจะซ่อนอยู่ด้านในแกนกลางของซับไมเซลล์ ขณะที่ผิวด้านนอกของซับไมเซลล์จะมีส่วนของกลุ่มที่มีประจุและมีส่วนไม่ชอบน้ำอยู่ปริมาณน้อย (Walstra *et al.*, 1999) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบจำลองของเคซีนไมเซลล์

ที่มา: Walstra (1999)

โปรตีนในน้ำนมส่วนใหญ่คือ เคซีน และมีเคซีนหลัก 4 ชนิด คือ แอลฟาเอส 1 (α -S1) แอลฟาเอส 2 (α -S2) เบต้า (beta) และแคปป์ปา (kappa) ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. แอลฟา-เคซีน (α -casein) เป็นสายเพปไทด์ (peptide chain) ที่มีกรดอะมิโนจำนวน 199 หน่วย (residue) มีน้ำหนักโมเลกุล 23 กิโลดาลตัน เมื่อมีแคลเซียมไอออน (Ca^{2+} ion) จะทำให้ α s1-casein ไม่ละลายน้ำ โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของกรดอะมิโนบนสายเพปไทด์ และเกิดการตกตะกอน

1.1 แอลฟาเอส 1- เคซีน (α s1-casein) ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวน 100 ถึง 199 หน่วยเป็นพวกที่ไม่มีขั้ว (apolar)

1.2 แอลฟาเอส 2- เคซีน (α s2-casein) มีโครงสร้างแบบมีขั้วและไม่มีขั้ว (dipolar structure) เมื่อมีแคลเซียมไอออน α s2-casein จะตกตะกอนง่ายกว่า α s1-casein

2. เบต้า-เคซีน (β -casein) เป็นสายเพปไทด์ที่มีกรดอะมิโนจำนวน 209 หน่วย มีน้ำหนักโมเลกุล 24.5 กิโลดาลตัน ปลายข้างหนึ่งของสายเพปไทด์เป็นพวกมีขั้ว (polar head) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งเป็นพวกไม่มีขั้ว (apolar tail) สามารถตกตะกอนได้เมื่อมีแคลเซียมไอออน

3. แคปป์ปา-เคซีน (k-casein) เป็นสายเพปไทด์ที่มีกรดอะมิโนจำนวน 169 หน่วย มีน้ำหนักโมเลกุล 18 กิโลดาลตัน มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ คือ น้ำตาลกาแลคโตสร้อยละ 1 สารประกอบกาแลคโทซามีนร้อยละ 1.2 และกรดเอ็น-เอซีทิลนิวรามิก (N- acetylneuramic) ร้อยละ 2.4 k-casein เป็นโปรตีนที่สำคัญที่ช่วยให้ α -casein และ β -casein ไม่เกิดการตกตะกอนเมื่อมีแคลเซียมไอออน และช่วยให้เคซีน ไมเซลล์เกิดความคงตัว (Belitz and Groseh, 1999)

เคซีนในน้ำนมอยู่ในรูปเกลือแคลเซียม คือแคลเซียมเคซีนเนท (calcium caseinate) รูปร่างของ calcium caseinate ค่อนข้างซับซ้อน โดย α -casein และ β -casein ไม่ละลายในน้ำนม ไม่ว่าจะอยู่แบบเดี่ยวหรืออยู่รวมกัน ถ้ามี k-casein จะรวมเป็นสารเชิงซ้อนที่ละลายในน้ำนมได้ เนื่องจากเกิดเป็นไมเซลล์ เคซีนไมเซลล์ประกอบด้วยไมเซลล์หน่วยย่อยหลายๆ หน่วยมารวมกัน โครงสร้างของเคซีนไมเซลล์ในน้ำนมมีสภาพหลวมๆ เนื่องจากภายในมีน้ำอยู่มากประมาณ 3.7 กรัมต่อกรัมของโปรตีน การที่ k-casein ไม่ละลายน้ำ มีหมู่ฟอสเฟตน้อยกว่าและมีคาร์โบไฮเดรตปริมาณสูงมากเกาะ รวมทั้งผิวค่านอกประกอบด้วยซีรีนและทรีโอนีน ซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิลอยู่และยังมีส่วนของคาร์โบไฮเดรตอยู่ด้วย ทำให้ผิวค่านอกละลายน้ำได้ดีเนื่องจากมีหมู่ที่มีสภาพขั้วสูงอยู่มาก ส่วนผิวค่านอกอื่นจะจับกับ α -casein และ β -casein ทำให้เกิดการละลายน้ำได้ โดยการเกิดคอลลอยด์หรือไมเซลล์ล้อมรอบหน่วยย่อย 2 หน่วยนี้ เมื่อค่านอกของไมเซลล์ละลายน้ำได้ทำให้หน่วยใหญ่ทั้งหมดละลายน้ำได้ด้วย

เคซีนซึ่งอยู่ในรูป calcium calcinate มีจุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point) หรือจุดเป็นกลางที่พีเอช 4.6 ปกติพีเอชของน้ำนมมีค่าประมาณ 6.6 ที่พีเอชนี้เคซีนมีประจุลบและละลายได้ในรูปของเกลือ แต่ถ้าเติมกรดจนพีเอชเป็น 4.6 ประจุที่ผิวของไมเซลล์จะถูกทำให้เป็นกลาง (หมู่ฟอสเฟตจับกับ H^+) เคซีนที่เป็นกลางจะมีการละลายต่ำสุด ดังนั้นถ้าปรับพีเอชของน้ำนมจาก 6.6 เป็น 4.6 เคซีนจะตกตะกอน ส่วนแคลเซียมไอออนจะคงอยู่ในสารละลาย

น้ำนมแพะมีปริมาณโปรตีนแตกต่างจากน้ำนมโคอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีชนิดของโปรตีนหลักเหมือนกับน้ำนมโค คือ α -casein, β -casein, k-casein, α -lactalbumin และ β -lactoglobulin แสดงดังตารางที่ 15 น้ำนมแพะยังมีโปรตีนชนิดรองที่สำคัญ คือ Immunoglobulins, Proteose peptone, Lactoferrin, Calmodulin (calcium binding protein), Tranferrin, Protolactin และ Folate-binding protein (Park *et al.*, 2006)

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบสัดส่วนโปรตีนชนิดเคซีนในน้ำนมโคและน้ำนมแพะ

ชนิดของโปรตีนเคซีน	น้ำหนักโมเลกุล (Da)	สัดส่วนของโปรตีนชนิดเคซีน (ร้อยละ)	
		น้ำนมโค	น้ำนมแพะ
α s1-casein	23,600	36-40	4-26
α s2-casein	25,150	5-19	5-19
β -casein	24,000	34-41	42-64
k-casein	19,000	10-24	10-24

ที่มา : คัดแปลงจาก Park *et al.* (2006)

2.5.1.2 โปรตีนเวย์ (whey protein)

โปรตีนในเวย์ประกอบด้วย เบตา-แลกโทโกลบูลิน (β -lactoglobulin) ร้อยละ 50 แอลฟา-แลกทาลบูมิน (α -lactalbumin) ร้อยละ 20 ซีรัมอัลบูมิน (serum albumin) ร้อยละ 10 นอกจากนี้ยังประกอบด้วย อิมมูโนโกลบูลิน (Immunoglobulin) โปรตีนที่มีฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ (phospholipid – protein complex) เอนไซม์ และเปปไทด์ของเคซีน (casein-derived peptide) (Fox and McSweeney, 1998) โปรตีนเวย์เป็นโปรตีนชนิดที่มีความทนต่อกรด แต่ไม่ทนต่อความร้อน การพาสเจอร์ไร้นมธรรมดาจะทำให้โปรตีนเสียสภาพไปบางส่วน โปรตีนเวย์ประกอบด้วยหมู่ซัลเฟอร์ ดังนั้นเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดเดือด จะเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ น้ำนมมีรสชาติที่เรียกว่า boiled-milk flavor หรือ cooked flavor

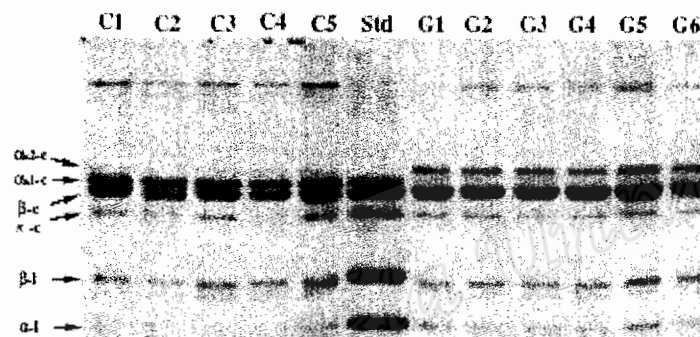
1. เบตา-แลกโทโกลบูลิน (β -lactoglobulin) เป็นโปรตีนที่มีปริมาณมากที่สุดในเวย์ มีมวลโมเลกุลในรูปโมเลกุลเดี่ยวเท่ากับ 18 กิโลดาลตัน โครงสร้างที่เสถียรอยู่ในรูปไดเมอร์ (dimer) มีไอโซอิเล็กทริกพอยต์ (isoelectric point) ที่พีเอช 5.5-7.5 ค่าพีเอชต่ำกว่า 3.5 หรือสูงกว่า 7.5 โมเลกุลที่สร้างพันธะในรูปไดเมอร์จะแตกตัวเป็นโมเลกุลเดี่ยว (monomer) β -lactoglobulin เสื่อมสภาพ (denature) ที่อุณหภูมิสูงกว่า 65 องศาเซลเซียส (Fox and McSweeney, 1998) แต่ละเส้น เปปไทด์จะมีกรดอะมิโนอยู่ประมาณ 136 หน่วย แต่ละไดเมอร์จะมีลักษณะเป็นวงกลมสองลูก ติดกัน ไดเมอร์ไม่ละลายในน้ำกลั่นแต่ละลายได้ในสารละลายเกลือเจือจาง สามารถตกตะกอน โปรตีนชนิดนี้ได้ด้วยแมกนีเซียมซัลเฟตและแอมโมเนียมซัลเฟต นอกจากนี้ยังพบว่า การที่โปรตีน ชนิดนี้มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ถูกทำให้เสถียรด้วยความร้อนได้ง่าย มีบทบาทต่อกลิ่นรสต่อ ผลิตภัณฑ์นมประเภท fluid dairy foods

2. แอลฟา-แลกทาลบูมิน (α -lactalbumin) เป็นโปรตีนในเวย์ที่มีปริมาณมากเป็นอันดับสอง รองจาก β -lactoglobulin มีมวลโมเลกุล 14 กิโลดาลตัน α -lactalbumin เป็นโมดิไฟเออร์โปรตีน (modifier protein) ในเอนไซม์แลกโทสซินเทเทส (lactose synthetase) เนื่องจากเอนไซม์ กาแลคโตซิลทรานส์เฟอเรส (galactosyltransferase) เป็นตัวส่งถ่ายน้ำตาลกาแลคโตส จาก ยูดีพี- กาแลคโตส (UDP-galactose) ไปยังเอ็น-แอซีติลกลูโคซาไมนิว-ไกลโคโปรตีน (N-acetylglucosaminylglycoprotein) ซึ่งมีน้ำตาลกลูโคสเป็นองค์ประกอบ โดยปกติอัตราการส่งถ่ายน้ำตาลกาแลคโตสไปยังน้ำตาลกลูโคสเกิดขึ้นได้ช้า แต่เมื่อมี α -lactalbumin อัตราการส่งถ่ายน้ำตาลกาแลคโตสไปยังน้ำตาลกลูโคสจะเพิ่มสูงขึ้น (Belitz and Groseh, 1999) เป็นโปรตีนที่มีซัลเฟอร์ประกอบอยู่มากกว่า ในเคซีนถึง 2.5 เท่า สามารถตกตะกอนได้ด้วยความร้อนในสภาวะที่เป็นกรด pH 4.5 ไม่พบว่ามี โปแทสเซียมประกอบเหมือนในเคซีน Immune globulins พบประมาณร้อยละ 10 ของโปรตีนเวย์ แบ่งออกเป็น Immunoglobulin ชนิด M (IgM), IgA, IgG₁ และ IgG₂ โดยมีคุณสมบัติเป็น antibody พบมากในส่วนของเยื่อหุ้มเม็ดไขมัน เป็นโปรตีนที่ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบและ serum albumin มีลักษณะคล้ายกับอัลบูมินของเซรัมในเลือด (blood serum) ประกอบด้วยซัลเฟอร์อยู่มาก และจะเสถียรไปบางส่วนเมื่อถูกพาสเจอร์ไรส์

Basch *et al.* (1985) พบว่าความร้อนทำให้โปรตีนเวย์ ได้แก่ β -lactoglobulin ถูกทำให้เสถียรและจะไปแทรกหรือจับกับโปรตีนเวย์ตัวอื่นหรือจับกับ k-casein ทำให้เกิดการตกตะกอนลงมากับเคซีน ซึ่งเป็นการลดปริมาณโปรตีนเวย์

Tomotake *et al.* (2006) ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนชนิด α s1-casein, α s2-casein, β -casein, k-casein, β -lactoglobulin และ α -lactalbumin ในน้ำนมโคและน้ำนมแพะ โดยในน้ำนมโคทดลอง 5 ซ้ำ คือ C1-C5 และในน้ำนมแพะทดลอง 6 ซ้ำคือ G1-G6 พบว่าแถบ

α s1-casein ของน้ำนมแพะมีขนาดเล็กกว่าแถบ α s1-casein ของน้ำนมโค แต่แถบของ α s2-casein ของน้ำนมแพะมีขนาดใหญ่กว่าน้ำนมโค ซึ่งปริมาณของ α s1-casein และ α s2-casein ของน้ำนมแพะมีค่าร้อยละ 3.90 และร้อยละ 13.6 ตามลำดับ ขณะที่น้ำนมโคมีปริมาณของ α s1-casein และ α s2-casein ร้อยละ 33.7 และร้อยละ 3.5 ตามลำดับ ส่วนปริมาณ β -lactoglobulin และ α -lactalbumin ของน้ำนมแพะมีค่าร้อยละ 12.5 และร้อยละ 5.9 ตามลำดับ ในน้ำนมโคมีปริมาณ β -lactoglobulin และ α -lactalbumin ร้อยละ 15.0 และร้อยละ 4.7 ตามลำดับ



รูปที่ 3 ชนิดของโปรตีนเมื่อตรวจสอบโดย SDS-PAGE ของน้ำนมโค (C1-C5) และน้ำนมแพะ (G1-G6)

ที่มา: Tomotake *et al.* (2006)

Jenness (1980) ศึกษาชนิดของโปรตีนในน้ำนมแพะพบว่าโปรตีนส่วนใหญ่ที่พบเหมือนกับในน้ำนมโคและมีอยู่ด้วยกันหลายชนิดคือ α s2-casein, β -casein, κ -casein, β -lactoglobulin และ α -lactalbumin โปรตีนแต่ละชนิดจะมีกรดอะมิโนที่แตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ชนิดและปริมาณกรดอะมิโนของโปรตีนในน้ำนมแพะ

กรดอะมิโน	ปริมาณต่อโมล				
	α s1-casein	β -casein	k- casein	β -lactoglobulin	α -lactalbumin
อะลานีน	10	5	16	16	5
อาร์จินีน	6	3	5	3	1
แอสปาดเทท ^a	17	9	16	14	22
ซีสเทอีน	2	0	3	5	8
กลูตามัท ^b	45	43	26	24	13
ไกลซีน	4	6	1	5	5
ไอโซลิวซีน	11	9	11	10	8
ลิวซีน	12	20	8	21	13
เซรีน	14	15	13	6	6
ทรีโอนีน	14	12	15	8	6
ทริปโตเฟน	22	1	1	2	4
ไทโรซีน	11	4	9	4	4
วาเลีน	12	21	11	10	6
รวม	217	213	171	162	123

ที่มา: Jenness (1980)

^a includes Asparagine

^b includes Glutamine

2.5.2 กรดอะมิโน (Amino acid)

กรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) คือ สารเคมีที่ร่างกายจะเอาไปสร้างโปรตีนเพื่อซ่อมแซมอวัยวะที่สึกหรอของมนุษย์ ร่างกายสังเคราะห์สารตัวนี้ขึ้นมาเองไม่ได้ต้องได้รับมาจากอาหาร กรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบหน่วยย่อยในโมเลกุลของโปรตีน ซึ่งมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักแห้งในร่างกายคน กรดอะมิโนส่วนใหญ่ได้มาจากกรดย่อยโปรตีนในอาหารและมีการดูดซึมที่ลำไส้เล็กไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกาย ในจำนวนกรดอะมิโนที่จำเป็น 10 ชนิดคือ ทริปโตเฟน ทรีโอนีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน ซีสทีน เนิลอะลานีน ไทโรซีน และวาเลีน น้ำนมแพะมีกรดอะมิโนจำเป็นชนิดทรีโอนีน ไอโซลิวซีน ไลซีน ซีสทีน ไทโรซีน และวาเลีน และมีกรดอะมิโนไม่จำเป็นชนิด อะลานีน โพรลีน และเซรีน สูงกว่าน้ำนมโค ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบองค์ประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีนของน้ำนมแพะและน้ำนมโค

ชนิดกรดอะมิโน	ปริมาณกรดอะมิโน (กรัม/100 กรัมของนม)	
	น้ำนมแพะ	น้ำนมโค
กรดอะมิโนที่จำเป็น		
ทริปโตเฟน	0.04	0.05
ทรีโอนีน	0.16	0.15
ไอโซลิวซีน	0.21	0.20
ลิวซีน	0.31	0.32
ไลซีน	0.29	0.26
เมไทโอนีน	0.08	0.08
ซิสเทอีน	0.05	0.03
เฟนิลอะลานีน	0.16	0.16
ไทโรซีน	0.18	0.16
วาเลีน	0.24	0.22
กรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น		
อาร์จินีน	0.12	0.11
ฮิสทีดีน	0.09	0.09
อะลานีน	0.12	0.11
แอสปาเตท	0.21	0.25
กลูตามัท	0.63	0.69
ไกลซีน	0.05	0.07
โพรลีน	0.37	0.32
เซรีน	0.18	0.18

ที่มา : Haenlein (2004)

บทบาทของกรดอะมิโนแต่ละชนิดในการทำงานของโปรตีนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของหมู่ที่มากาะ 4 ประการ ได้แก่ ลักษณะความมีขั้ว คุณสมบัติการแตกตัว ความสามารถในการเกิดพันธะไฮโดรเจน และคุณสมบัติพิเศษเฉพาะตัว ทำให้เกิดการดำเนินงานที่แตกต่างกันไป

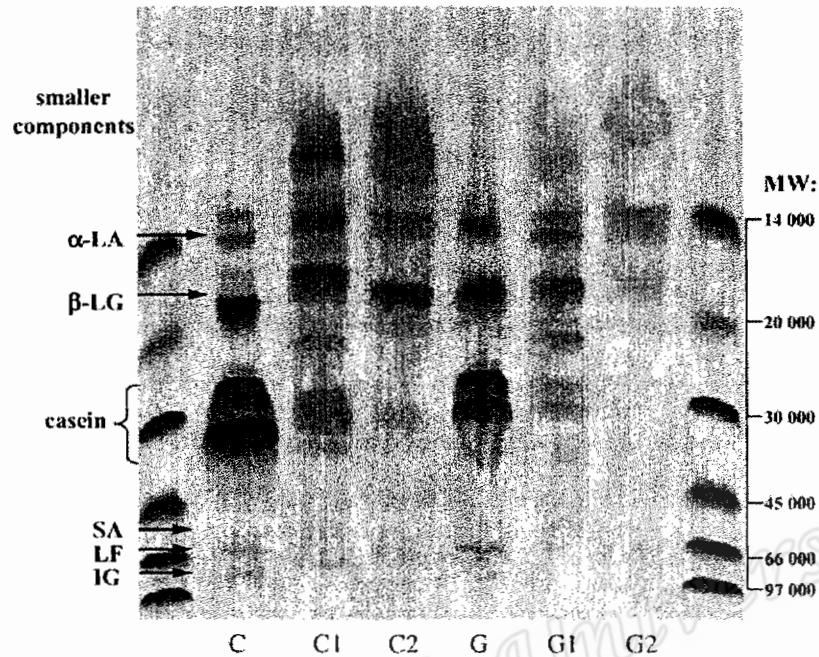
2.5.2.1 การถูกย่อยและการแพ้นม

น้ำนมแพะมีคุณสมบัติเด่นในการถูกย่อยได้ง่ายโดยที่น้ำนมแพะประกอบด้วยโปรตีนที่ถูกย่อยได้ง่ายกว่าน้ำนมโค เนื่องจากคุณสมบัติของตะกอนนมที่มีความอ่อนนุ่ม ทำให้เอนไซม์เรนิน (rennin) สามารถเข้าไปทำงานย่อยโปรตีนได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตะกอนของน้ำนมโคที่มีความแข็งมากกว่า

การแพ้นมเป็นปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายต่อโปรตีนที่ทำให้เกิดการสร้างแอนติบอดีชนิดอิมมูโนโกลบูลิน อี (Ig E) มีโปรตีนมากกว่า 30 ชนิด ที่เป็นองค์ประกอบในน้ำนม ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 2 กลุ่ม คือ โปรตีนเคซีน (casein) และโปรตีนเวย์ (whey) ซึ่งโปรตีนประเภทเคซีนมีคุณสมบัติในการทนต่อความร้อนได้สูง ในขณะที่โปรตีนเวย์ทนความร้อนได้ต่ำกว่า สามารถถูกทำให้แตกตัวได้ด้วยความร้อน ซึ่งประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนในน้ำนมจัดอยู่ในกลุ่มของเคซีน ในน้ำนมโคร้อยละ 75 ของเคซีน อยู่ในรูปของ α s1-casein ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอาการแพ้น้ำนมโคที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายเมื่อได้รับ โปรตีนชนิดนี้เข้าไป ในทางตรงข้ามน้ำนมแพะ มี α s1-casein ในปริมาณน้อยหรือแทบจะไม่มีเลย (Clark and Sherbon, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Lara-Villoslada *et al.* (2005) รายงานว่า เคซีนเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิด โรคแพ้น้ำนม โดยโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำนมโคคือ α s1-casein แต่ในน้ำนมแพะจะมีโปรตีนชนิดนี้น้อยกว่าในน้ำนมโค ทำให้การบริโภคน้ำนมแพะเกิด โรคแพ้โปรตีนในน้ำมน้อยกว่า

Bevilacqua *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาให้หนูทดลองได้รับน้ำนมแพะและน้ำนมโคเป็นอาหารแล้วทำการเปรียบเทียบการเกิดอาการแพ้นม ผลปรากฏว่า หนูทดลองเกิดปฏิกิริยาการแพ้โปรตีนที่ชื่อว่า α s1-casein ที่มีมากในน้ำนมโค และในน้ำนมแพะจะไม่มีโครงสร้างของโปรตีนที่เป็นต้นเหตุของการเกิดอาการแพ้ขึ้นแต่จะมี α s2-casein แทน ทำให้หนูทดลองที่กินน้ำนมแพะมีอาการแพ้เพียงร้อยละ 40 เท่านั้น

Almass *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการย่อยระหว่างน้ำนมโคและน้ำนมแพะจากน้ำย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กของมนุษย์ โดยนำตัวอย่างน้ำนมแพะที่มี α s1-casein ต่ำซึ่งผ่านขั้นตอนการย่อยโดยน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารและน้ำย่อยจากลำไส้เล็ก มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในนม โดย SDS-PAGE พบว่ามีการย่อยของหางนม และโปรตีนเคซีนสูงขึ้นในทั้ง 2 ตัวอย่าง ความแตกต่างของการย่อยในน้ำนมโคและน้ำนมแพะคือโปรตีนชนิด β -lactoglobulin พบว่าเมื่อผ่านการย่อยจากน้ำย่อยจากลำไส้เล็กแล้ว ในตัวอย่างน้ำนมโคยังคงมี β -lactoglobulin เหลืออยู่ร้อยละ 83 ของทั้งหมดซึ่งตัวอย่างนมแพะมี β -lactoglobulin เหลือเพียง ร้อยละ 23 ของทั้งหมดดังรูปที่ 4



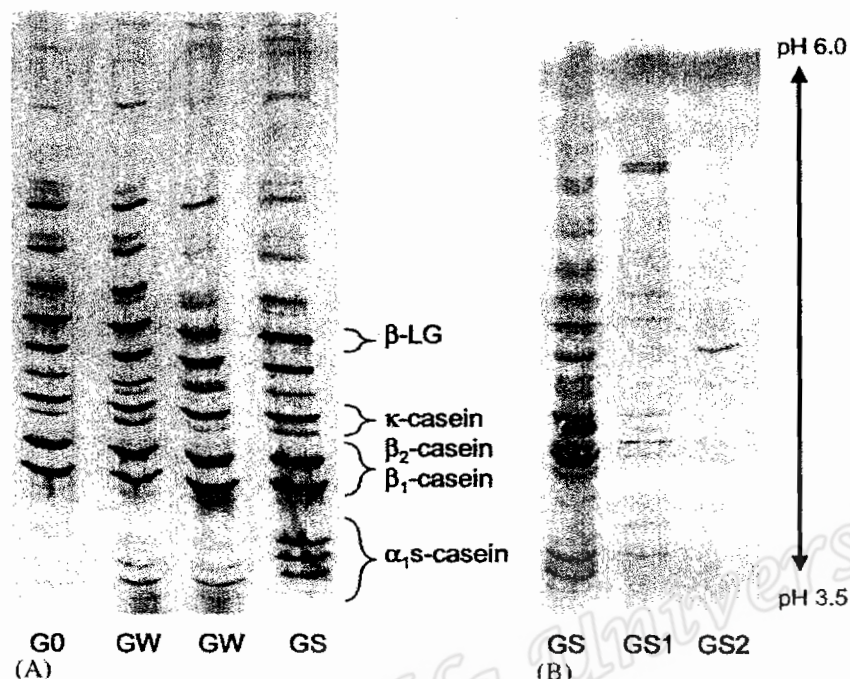
รูปที่ 4 ผลของการย่อยของตัวอย่างนมระหว่างน้ำนมโค (C) และน้ำนมแพะ (G)

หมายเหตุ: C1, G1 เป็นตัวอย่างนมที่ผ่านการย่อยโดยน้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร และ C2, G2 คือตัวอย่างน้ำนมที่ผ่านการย่อยโดยน้ำย่อยจากกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก

ที่มา : Almaas *et al.* (2006)

รูปที่ 5A แสดงปริมาณ α s1-casein ในน้ำนมแพะด้วยเทคนิค Isoelectric focusing (IEF) ได้น้ำนมแพะ 3 ประเภท คือ น้ำนมแพะที่ไม่มี α s1-casein (G0) น้ำนมแพะที่มีปริมาณ α s1-casein ต่ำ (GW) และน้ำนมแพะที่มีปริมาณ α s1-casein สูง (GS) โดยจากการแบ่งประเภทพบว่าน้ำนมแพะ แต่ละประเภทมีปริมาณ α s1-casein แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.04 แต่มีปริมาณ โปรตีนทั้งหมดไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.12 ในการสำรวจประเภทของแพะในประเทศนอร์เวย์พบว่า แพะส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มที่น้ำนมมีปริมาณ α s1-casein ต่ำ ซึ่งจะพบถึงร้อยละ 70

นอกจากนี้ในรูปที่ 5B แสดงให้เห็นถึงการย่อยของนมแพะที่มีปริมาณ α s1-casein ในน้ำนมสูง ซึ่งมีการย่อยที่ค่อนข้างสมบูรณ์ในทั้ง 2 ขั้นตอน ซึ่ง α s1-casein จะถูกย่อยอย่างรวดเร็วตั้งแต่ขั้นตอนที่ใช้น้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร ส่วนการย่อยโปรตีนชนิดอื่นไม่แตกต่างจากการย่อยของน้ำนมแพะที่มีปริมาณ α s1-casein ต่ำ ซึ่งมีการย่อยของโปรตีนทุกประเภทค่อนข้างสมบูรณ์ ยกเว้น β -lactoglobulin ที่จะคงเหลือเล็กน้อย



รูปที่ 5 ผล IEF ของน้ำนมแพะที่ผ่านการย่อย

หมายเหตุ: รูป A แสดงความแตกต่างของปริมาณ α_1 -casein ในน้ำนมแพะ และรูป B แสดงผลการย่อยของน้ำนมแพะที่มีปริมาณ α_1 -casein สูง โดยน้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร (GS1) และน้ำย่อยจากลำไส้เล็ก (GS2)

ที่มา : Almaas *et al.* (2006)

2.5.3 ไขมันและกรดไขมัน (Fat and fatty acid)

ไขมันเป็นสารอาหารที่สำคัญประเภทหนึ่ง ร่างกายใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงาน ให้ความอบอุ่น เป็นตัวพาวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน ช่วยให้กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์นมดีขึ้น เป็นกลุ่มของสารชีวโมเลกุลที่มีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายไขมัน เช่น อีเทอร์ เฮกเซน คลอโรฟอร์ม และเบนซิน ไขมันเป็นเอสเทอร์ (ester) หรือสามารถเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ (esterification) ของกรดไขมัน ในอาหารชนิดต่างๆ จะมีไขมันหลายชนิดอยู่รวมกัน เช่น ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) ไคกลีเซอไรด์ (diglycerides) โมโนกลีเซอไรด์ (monoglycerides) กรดไขมันอิสระ (free fatty acids) ฟอสโฟลิปิด (phospholipid) สเตอรอล (sterol) แครอทินอยด์ (carotenoids) วิตามินเอหรือวิตามินดี เป็นต้น แต่จะมีปริมาณไตรกลีเซอไรด์เป็นสัดส่วนที่มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 95-99 ของปริมาณไขมันทั้งหมด

กรดไขมันส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในน้ำนมแพะเป็นพวกสายโซ่ความยาวสั้น (short chain fatty acid, SCFA) และความยาวปานกลาง (medium chain fatty acid, MCFA) ได้แก่ บิวทิริก (C4:0)

คาโปอิก (C6:0) คาปีลิก (C8:0) คาพริก (C10:0) ลอริก (C12:0) และ มายริสติก (C14:0) ซึ่งมีปริมาณที่สูงมากกว่าในน้ำมันโค ดังตารางที่ 18 ซึ่งกรดไขมันในน้ำมันแพะนี้ จะมีประโยชน์ต่อร่างกายในการใช้รักษาผู้ที่มีปัญหาทางสุขภาพ เช่น ในผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจหรือหลอดเลือดหัวใจ มีภาวะการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง ภาวะการย่อยสารอาหารที่ลำไส้เล็กมีปัญหา เนื่องจากกลไกการเกิดเมแทบอลิซึม (metabolism) ของไขมันพวกนี้มีลักษณะพิเศษสามารถให้พลังงาน โดยตรงแทนที่จะไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อ (Haenlein, 2004)

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบชนิดและปริมาณของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบในน้ำมันแพะและน้ำมันโค

ชนิดกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมัน (กรัม/100 กรัมของนม)	
	น้ำมันแพะ	น้ำมันโค
บิวทิริก (C4:0)	0.13	0.11
คาโปอิก (C6:0)	0.09	0.06
คาปีลิก (C8:0)	0.10	0.04
คาพริก (C10:0)	0.26	0.08
ลอริก (C12:0)	0.12	0.09
มายริสติก (C14:0)	0.32	0.34
ปาล์มิติก (C16:0)	0.91	0.88
สเตียริก (C18:0)	0.44	0.40
รวมกรดไขมันสายสั้นและปานกลาง (C6-C14)	0.89	0.61
รวมกรดไขมันอิ่มตัว (C4-C18)	2.67	2.08
ปาล์มิโอดิก (C16:1)	0.08	0.08
โอเลอิก (C18:1)	0.98	0.84
รวมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (C16:1-C22:1)	1.11	0.96
ลิโนเลอิก (C18:2)	0.11	0.08
ลิโนเลนิก (C18:3)	0.04	0.05
รวมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (C18:2-C18:3)	0.15	0.12

ที่มา : Haenlein (2004)

สมชัยและนิษารัตน์ (2550) ได้กล่าวถึงการเลี้ยงลูกสุกรด้วยน้ำนมแพะเป็นเวลา 52 วัน พบว่าลูกสุกรมีการสะสมไขมันตามส่วนต่างๆ ของร่างกายน้อยมากอย่างเห็นได้ชัดและมีความแข็งแรงของกระดูกเพิ่มขึ้นเพราะไขมันจากน้ำนมแพะย่อยง่ายจึงไม่สะสมในร่างกาย อีกทั้งน้ำนมแพะยังมีปริมาณแคลเซียมสูงจึงทำให้เนื้อกระดูกแน่นขึ้น

2.5.3.1 การถูกย่อยและการดูดซึม

น้ำนมแพะมีปริมาณกรดไขมันชนิดสายโซ่สั้นสูงกว่าน้ำนมโค ได้แก่ C4:0, C6:0, C8:0, C10:0 และ C12:0 ทำให้ย่อยได้ง่ายกว่าในน้ำนมโค อีกทั้งการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ธรรมชาติของไขมันในน้ำนมแพะนั้นยังส่งผลให้สามารถย่อยได้ง่ายกว่าน้ำนมโค (Haenlein, 1992 อ้างโดย Almass *et al.*, 2006) โดยเอนไซม์ย่อยไขมัน (lipase) ที่อยู่ภายในลำไส้จะย่อยได้กรดไขมันและกลีเซอไรด์ กรดไขมันที่เกิดขึ้นจะออกจากเซลล์ของลำไส้เล็ก โดยไม่ต้องอาศัยโคไลไมครอนและจะถูกขนส่งทางหลอดเลือดไปสู่ตับ โดยเกาะไปกับโปรตีนอัลบูมิน เพื่อส่งเข้าสู่ตับในรูปของกรดไขมันแล้วย่อยสลายเป็นพลังงานต่อไป

นอกจากนี้ น้ำนมแพะมีองค์ประกอบของกรดไขมันสายโซ่ปานกลางในปริมาณสูง ไขมันเหล่านี้มีขั้นตอนการดูดซึมและอาศัยเอนไซม์ที่ใช้ในการเปลี่ยนให้เป็นพลังงานน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำนมโค เม็ดไขมันในน้ำนมแพะมีขนาดเล็กกว่าในน้ำนมโค โดยเม็ดไขมันในน้ำนมแพะมีสัดส่วนเฉลี่ย 3.5 ไมโครเมตร ในขณะที่เม็ดไขมันในน้ำนมโคมีสัดส่วนเฉลี่ย 4.5 ไมโครเมตร ดังตารางที่ 19 ทำให้ย่อยได้ง่ายเพราะเม็ดไขมันที่เป็นอนุภาคเล็กๆ ไม่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน ทำให้มีพื้นที่ในการสัมผัสกับเอนไซม์ไลเปส ที่อยู่ภายในเซลล์ทำให้การทำงานของเอนไซม์ไลเปส เป็นไปได้ง่ายสามารถที่จะทำลายพันธะเอสเทอร์ (ester linkage) ได้ทั่วถึงทำให้การย่อยกรดไขมันสามารถที่ย่อยได้ง่ายขึ้น โดยทำให้น้ำนมแพะไม่ต้องผ่านกระบวนการตีไขมันให้ละเอียด (homogenization) (อุไรพร, 2549) และการเกิดภูมิแพ้้น้อยกว่ากรดไขมันในน้ำนมแพะสามารถถูกดูดซึมให้หมดได้ภายในเวลา 20 นาที เปรียบเทียบกับน้ำนมโคที่ใช้เวลานานกว่า 2 ชั่วโมง หรือบางครั้งนานเป็นหลายๆ ชั่วโมงทำให้ผู้บริโภค น้ำนมแพะนั้นจะไม่เกิดปัญหาเรื่องไขมันสะสมในร่างกาย น้ำย่อยสามารถย่อยไขมันได้มากขึ้นทำให้ร่างกายดูดซึมได้ดียิ่งขึ้น (สมชัย, 2548)

ตารางที่ 19 การกระจายของเม็ดไขมัน ในน้ำมันแพะ และน้ำมันโค

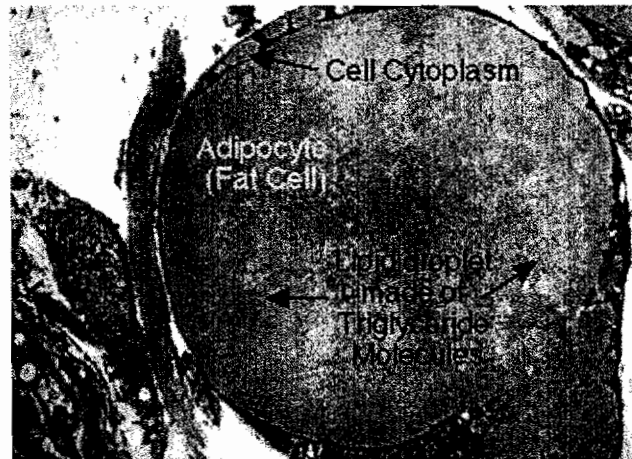
ขนาดของเม็ดไขมัน (ไมครอน)	สัดส่วนต่อเม็ดไขมันทั้งหมด (ร้อยละ)	
	น้ำมันแพะ	น้ำมันโค
1.5	28	11
3.0	35	33
4.5	20	22
6.0	12	18
> 6.0	5	16
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย	3.5	4.5

ที่มา : Park *et al.* (2006)

เม็ดไขมันนมจะแขวนลอยอยู่ในส่วนที่เป็นของเหลว แขวนลอยอยู่ในแบบอิมัลชัน น้ำมันในน้ำ เม็ดไขมันจะทำหน้าที่เป็นเฟสที่มีการกระจายตัว (dispersing phase) และของเหลวเป็นตัวกลาง (medium) หรือเฟสที่อยู่กับที่ (stationary phase) เม็ดไขมันมีสารคอลลอยด์เคลือบอยู่ด้านนอกเป็นชั้น เม็ดไขมันมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยแต่ละเม็ดจะมีสภาพเป็นประจุไฟฟ้าลบผลซึ่งกันและกัน ถ้าสามารถทำลายคอลลอยด์ที่ล้อมรอบไขมันให้หลุดออกไปได้ เม็ดไขมันเล็กๆเหล่านี้จะสามารถรวมตัวเป็นเม็ดไขมันขนาดโต ภายในมีไขมันนมในรูปของไขมันเหลวผสมกับไขมันแข็ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็น ไตรกลีเซอไรด์ที่มีจุดหลอมเหลวต่างกัน ไขมันนมจะถูกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มเม็ดไขมัน (fat globule membrane) ซึ่งมี 2 ชั้นหนาประมาณ 10-15 nm ประกอบไปด้วยคลอเลสเทอรอล ฟอสโฟลิปิด โปรตีน และเอนไซม์ เป็นส่วนใหญ่

ข้อดีของการมีเม็ดไขมันที่มีขนาดเล็กทำให้น้ำมันแพะมีความคงตัวต่อการแยกชั้นของไขมัน กระบวนการโฮโมจีไนเซชันซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการผลิตน้ำมันโค อาจไม่มีความจำเป็นสำหรับนมแพะ ซึ่งถือว่าเป็นนมที่ผ่านการโฮโมจีไนเซชันโดยกระบวนการตามธรรมชาติ นอกเหนือจากการทำให้เม็ดไขมันแตกและกระจายตัว ป้องกันการแยกชั้นของไขมันในน้ำมันอีกด้วย

ความคงตัว (stability) ของระบบเม็ดไขมันนมมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวและสารประกอบที่ล้อมรอบเม็ดไขมัน คอลลอยด์ที่ล้อมรอบเม็ดไขมันนั้นเรียกว่า เยื่อหุ้มเม็ดไขมัน ซึ่งประกอบด้วย เคซีน อัลบิวมิน ฟอสโฟลิปิด เอนไซม์คลอเจนเกลียวแร่ (วรรณษาและวิบูลย์ศักดิ์, 2531) (ดังรูปที่ 6)



รูปที่ 6 ส่วนประกอบของเม็ดไขมัน

ที่มา : Thomas (2002)

Hachelaf *et al.* (1993) ได้ทำการศึกษาการดูดซึมไขมันในน้ำนมแพะโดยทำการศึกษาเกี่ยวกับเด็กทารกที่มีภาวะการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง จำนวน 64 คน ซึ่งโดยปกติแล้วเด็กเหล่านี้จะดื่มน้ำนม โคนแต่ในการทดลองนี้จะให้เด็กดื่มนมแพะแทน ปรากฏว่าเด็กทารกจะมีการดูดซึมของไขมันได้ดีขึ้นกว่าเดิมและ Haenlein *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาการดูดซึมไขมันของเด็กที่มีอายุระหว่าง 1-5 ขวบ ซึ่งมีภาวะการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างเด็กที่ดื่มน้ำนมโคกับเด็กที่ดื่มน้ำนมแพะ พบว่า เด็กที่ดื่มน้ำนมโคไม่สามารถได้รับสารอาหารได้อย่างเพียงพอ ขณะเดียวกันเด็กที่ดื่มน้ำนมแพะจะได้รับสารอาหารได้อย่างครบถ้วนมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า โดยดูจากน้ำหนักตัวของเด็กที่ดื่มน้ำนมแพะจะมากกว่าประมาณร้อยละ 9 ต่อวัน (8.53 ± 1.37 กรัม/กิโลกรัม/วัน) หลังจากทดลองผ่านไป 2 สัปดาห์

2.5.4 วิตามินและแร่ธาตุ (Vitamin and mineral)

น้ำนมแพะมีปริมาณวิตามินส่วนใหญ่สูงกว่าน้ำนมโค โดยเฉพาะวิตามินเอเพราะแพะจะเปลี่ยนรูปของเบต้าแคโรทีนทั้งหมดในน้ำนมให้เป็นวิตามินเอโดยตรง ซึ่งจะช่วยให้การทำงานของเซลล์ที่ดักจับเชื้อโรค ที่เข้าสู่ร่างกายและยังทำหน้าที่เป็นด่านป้องกันเชื้อโรคในส่วนเยื่อเมือกปาก ลำไส้ และปอด นอกจากนี้ ยังทำให้น้ำนมแพะมีสีที่ค่อนข้างขาวกว่าน้ำนมโค (Park *et al.*, 2006) ปริมาณวิตามินเอจะผันแปรขึ้นกับปริมาณเบต้าแคโรทีนในอาหารสัตว์ สามารถทนความร้อนได้ดีโดยจะไม่ถูกทำลายระหว่างการพาสเจอร์ไรส์ การระเหยและการทำแห้ง วิตามินบี 2 หรือไรโบฟลาวินมีความสำคัญต่อกลไกการสร้างพลังงานของร่างกาย จากการศึกษาพบว่า

มี ไรโบฟลาวินกระจายตัวทั่วไปในร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่มีการผลิตพลังงานแบบใช้ออกซิเจน เช่น หัวใจและกล้ามเนื้อต่างๆ โดยไรโบฟลาวินในรูปของฟลาวินอะดีนีนไดนิวคลีโอไทด์ (FAD) และฟลาวินโมโนนิวคลีโอไทด์ (FMN) จะจับตัวกับเอนไซม์ในรูปของฟลาโวโปรตีน มีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอน ปริมาณวิตามินดีจะขึ้นอยู่กับปริมาณของวิตามินดีในอาหารสัตว์ และการได้รับแสงแดด สามารถทนความร้อนได้ดีโดยจะไม่ถูกทำลายระหว่างการพาสเจอร์ไรส์และการสเตอริไรส์ วิตามินอีส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแอลฟา-โทโคเฟอรอล (α -tocopherol) ถึงร้อยละ 95 และอีกร้อยละ 5 อยู่ในรูปแกมมา-โทโคเฟอรอล (γ -tocopherol) โดยในน้ำมันแพะมีวิตามินชนิดต่างๆ ที่สำคัญ แสดงดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20_เปรียบเทียบปริมาณวิตามินในน้ำมันแพะ น้ำมันแกะและน้ำมันโค

วิตามิน	ปริมาณ (ต่อ100 กรัม)		
	น้ำมันแพะ	น้ำมันแกะ	น้ำมันโค
วิตามินเอ (IU)	185	146	126
วิตามินดี (IU)	2.3	32.40	2.0
วิตามินบี1 (mg)	0.068	0.08	0.045
วิตามินบี 2 (mg)	0.21	0.376	0.16
วิตามินบี 3 Niacin (mg)	0.27	0.416	0.08
วิตามินบี 5 Pantothenic acid (mg)	0.31	0.408	0.32
วิตามินบี 6 Pyridoxin (mg)	0.046	0.08	0.042
วิตามินบี 8 Biotin (μ g)	1.0	5.0	5.0
วิตามินบี 9 Folic acid (μ g)	1.5	0.93	2.0
วิตามินบี 12 Cobalamin (μ g)	0.065	0.712	0.357
วิตามินซี (μ g)	1.29	4.16	0.94

ที่มา : Park *et al.* (2006)

ชนิดของแร่ธาตุที่สำคัญและมีปริมาณมาก ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม ซิเตรท ฟอสฟอรัส และคลอไรด์ โดยที่แคลเซียมและฟอสฟอรัส ส่งผลต่อกระบวนการสร้างกระดูกของร่างกาย รักษาระดับความดันโลหิตและการควบคุมการทำงานของหัวใจ การคั้นน้ำมันแพะ 1 แก้วจะให้แคลเซียมและฟอสฟอรัสประมาณร้อยละ 32.6 และ 27 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการต่อวัน แคลเซียมมีฤทธิ์ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

การทำงานของเม็ดเลือดขาวกับลิมโฟไซต์ (lymphocyte) ในการจับเกาะสิ่งแปลกปลอม เพิ่มการหลั่งสารในตัวกลาง ปฏิกริยาการสร้างภูมิคุ้มกัน ซีลีเนียมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์ที่ทำหน้าที่ภูมิคุ้มกัน สังกะสีช่วยสร้างและเสริมการทำงานของเซลล์เม็ดเลือดขาว นิวโทรฟิลล์ (neutrophil) และเซลล์คักจับ รวมทั้งป้องกันเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน ถูกทำลายโดยการลดไซโตไคน์ (cytokine) ซึ่งควบคุมการบวมอักเสบและสร้างบีและทีเซลล์ให้แก่ร่างกาย ทั้งนี้ปริมาณแร่ธาตุมีความผันแปรขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะเวลาการหลั่งน้ำนม อาหารสัตว์ ฤดูกาล พันธุ์สัตว์ และการปนเปื้อนของแร่ธาตุจากสิ่งแวดล้อมภายนอก

ปริมาณแร่ธาตุที่มีในน้ำนมแพะแสดงดังตารางที่ 21 พบว่าแร่ธาตุ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ แมงกานีส เหล็กและไอโอดีน สูงกว่าน้ำนมโค (Ljutovac *et al.* 2008)

ตารางที่ 21 เปรียบเทียบแร่ธาตุแต่ละชนิดในน้ำนมแพะ น้ำนมแกะและน้ำนมโค

แร่ธาตุ	ปริมาณ (ต่อ 1 ลิตร)		
	น้ำนมแพะ	น้ำนมแกะ	น้ำนมโค
แคลเซียม (mg)	1260	1950-2000	1200
ฟอสฟอรัส (mg)	970	1240-1580	920
โพแทสเซียม (mg)	1900	1360-1400	1500
โซเดียม (mg)	380	440-580	450
คลอไรด์ (mg)	1600	1100-1120	1100
แมกนีเซียม (mg)	130	180-210	110
สังกะสี (µg)	3400	5200-7470	3800
เหล็ก (µg)	550	720-1222	460
ทองแดง (µg)	300	400-680	2220
แมงกานีส (µg)	80	53-90	60
ไอโอดีน (µg)	80	104	70
ซีลีเนียม (µg)	20	31	30

ที่มา : Ljutovac *et al.* (2008)

ระยะเวลาให้นมที่แตกต่างกันและชนิดของอาหารสัตว์ มีผลต่อปริมาณแร่ธาตุที่พบในน้ำนมแพะ จากตารางที่ 22 จะเห็นว่า แร่ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม จะมีปริมาณมากที่สุดในช่วงเริ่มต้นของระยะเวลาให้นม (0-7 วัน) และจะลดลงในช่วงระยะเวลาให้นมในช่วง 2-12 สัปดาห์ (Bawala *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังพบว่าแร่ธาตุโพแทสเซียมและแคลเซียม มีปริมาณมากกว่าแร่ธาตุฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม ตามลำดับ

ตารางที่ 22 ปริมาณแร่ธาตุ (แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม) (mg/100ml) ในน้ำนมของแพะพันธุ์ West African Dwarf ในช่วงระยะเวลาให้นมต่างๆ

แร่ธาตุ	ระยะเวลา	A	B	C
แคลเซียม	เริ่มระยะเวลาให้นม (0-7วัน)	138.20	145.65	152.63
	ระยะเวลาให้นม (สัปดาห์)			
	ช่วงต้น (2-4)	132.50	120.15	129.15
	ช่วงกลาง (6-8)	122.70	127.75	131.50
	ช่วงปลาย (10-12)	127.75	133.75	135.25
	ค่าเฉลี่ย	120.98	127.20	131.97
ฟอสฟอรัส	เริ่มระยะเวลาให้นม (0-7วัน)	107.20	111.65	113.45
	ระยะเวลาให้นม (สัปดาห์)			
	ช่วงต้น (2-4)	84.01	80.50	97.00
	ช่วงกลาง (6-8)	80.50	91.35	91.25
	ช่วงปลาย (10-12)	89.00	88.50	91.00
	ค่าเฉลี่ย	84.50	80.78	94.08
แมกนีเซียม	เริ่มระยะเวลาให้นม (0-7วัน)	27.67	43.30	56.45
	ระยะเวลาให้นม (สัปดาห์)			
	ช่วงต้น (2-4)	21.08	43.01	52.51
	ช่วงกลาง (6-8)	18.58	41.95	48.27
	ช่วงปลาย (10-12)	17.13	38.61	42.07
	ค่าเฉลี่ย	18.00	41.10	47.60

ตารางที่ 22 (ต่อ)

แร่ธาตุ	ระยะเวลา	A	B	C
โพแทสเซียม	เริ่มระยะการให้นม (0-7วัน)	138.20	145.65	152.63
	ระยะการให้นม (สัปดาห์)			
	ช่วงต้น (2-4)	132.50	120.15	129.15
	ช่วงกลาง (6-8)	122.70	127.75	131.50
	ช่วงปลาย (10-12)	127.75	133.75	135.25
	ค่าเฉลี่ย	120.98	127.20	131.97

ที่มา : Bawala *et al.* (2006)

หมายเหตุ : A B และ C ส่วนประกอบของอาหารที่ให้แพะมีความแตกต่างกัน คือแป้งมันและ Dussa โดยแป้งมัน (A- ร้อยละ 50, B- ร้อยละ 47.5, C- ร้อยละ 45) Dussa (A- ร้อยละ 10, B- ร้อยละ 10.5, C- ร้อยละ 11) ส่วนผสมอื่นมีในปริมาณที่เท่ากัน

Prince of Songkhla University
Pattani Campus