

บทที่ 10

ระบบเต้านมและการสร้างน้ำนม

10.1 ระบบเต้านม

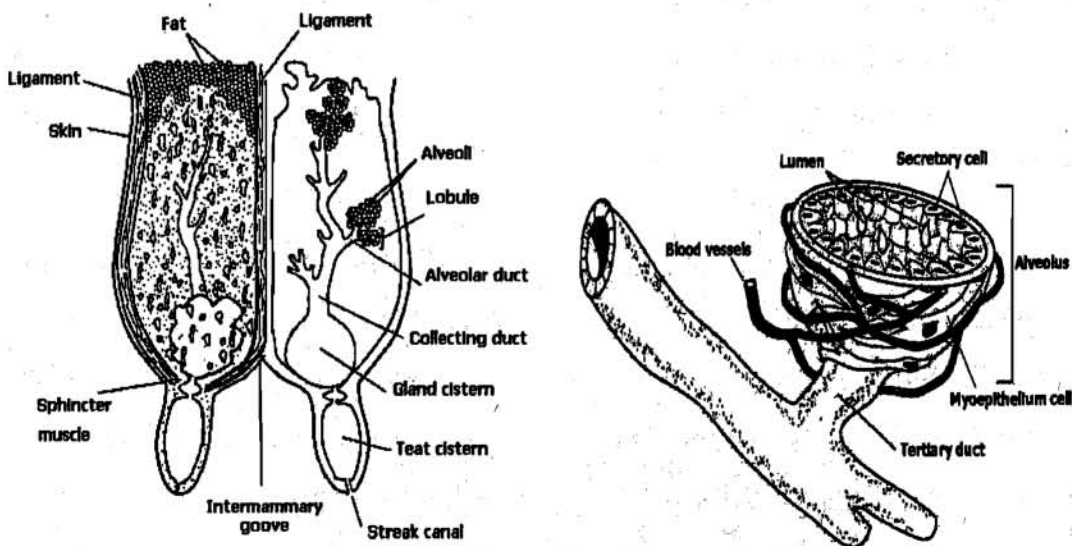
เต้านม (udder) เป็นอวัยวะสำหรับสร้างน้ำนม สัตว์จะมีการสร้างเต้านมตั้งแต่ออยู่ในท้องแม่ โดยจะเกิดแถบใต้ท้องเป็นเส้นสีจาง 2 เส้นตามแนวขาตอนกลางระหว่างร่างกายซีกซ้ายและซีกขวา ตั้งแต่บริเวณอกยาวตลอดถึงท้อง ต่อมาจะเกิดจุดขึ้นตรงตำแหน่งที่จะกลายเป็นหัวนม และจะเจริญเป็นเพียงจุดนูนของหัวนมและรูเข้าไปในเนื้อเป็นที่เก็บพักน้ำนม เต้านมจะเริ่มเจริญเติบโตอย่างแท้จริงเมื่อเริ่มเป็นหนุ่มสาว โดยจะเริ่มสร้างเนื้อเยื่อไขมันและเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่อสัตว์เริ่มตั้งท้องจะเกิดการเจริญขยายตัวของระบบท่อนนมแผ่กระจายไปทั่วเต้านม ตอนปลายของระบบท่อนนมจะเกิดเป็นกระเปาะสร้างน้ำนม ซึ่งจะเป็นที่สร้างน้ำนม การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นก่อนคลอด 48 ชั่วโมง เต้านมของสัตว์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เช่น โคมี 4 เต้า สุกรมี 10-14 เต้า ช้างมี 2 เต้า เป็นต้น เต้านมเป็นต่อมผิวหนัง แต่ละเต้าจะแยกออกจากกันและจะมีการสร้างน้ำนมเป็นอิสระต่อกัน เต้านมจะติดต่อกับช่องท้องได้โดยผ่านทางช่องบริเวณขาหนีบ (inguinal canal) การยึดเกาะของเต้านมกับพื้นท้องโดยมีเอ็นภายในและผิวหนังเป็นตัวยึดโยงเต้านมไว้ ถ้าเอ็นเหล่านี้ไม่แข็งแรงจะทำให้เต้านมเสียรูปไป ต่อมสร้างน้ำนมแต่ละต่อมของโคเรียก quarter (โคมี 4 ต่อม) ประกอบด้วย

1. **หัวนม (teat)** เป็นส่วนปลายสุดของเต้านม ผิวด้านนอกไม่มีขนและไม่มีต่อม ตอนปลายสุดของหัวนมมีรูหัวนม (streak canal) ซึ่งเป็นทางออกของน้ำนม บริเวณรอบรูหัวนมมีกล้ามเนื้อ เรียกว่า sphincter ทำหน้าที่ปิดรูหัวนมไม่ให้น้ำนมไหลออกมาขณะไม่ได้รีดนม ต่อจากรูหัวนมจะมีโพรงหัวนม (teat cistern) โพรงนี้เกี่ยวข้องกับการรีดนมด้วยมือ นมส่วนที่รีดได้จากการบีบครั้งหนึ่ง ๆ จะออกมาจากโพรงหัวนมนี้ โดยปกติในโคขนาดโพรงหัวนมมีขนาดไม่เกิน 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2. โพรงเก็บพื้กน้ำนม (gland cistern หรือ udder cistern) เป็นโพรงอยู่เหนือโพรงหัวนม มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีความจุน้ำนมได้ไม่เกิน 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นที่รวบรวมน้ำนมจากท่อต่าง ๆ ก่อนถูกปล่อยลงสู่โพรงหัวนม

3. ท่อน้ำนม (mammary ducts) ติดต่อกับโพรงเก็บพื้กน้ำนม เป็นท่อขนาดใหญ่แยกออกไปประมาณ 12-20 ท่อ และท่อเหล่านี้จะแตกออกเป็นท่อฝอยเล็ก ๆ คล้ายกิ่งก้านของต้นไม้ และไปสิ้นสุดลงที่ปลายท่อฝอย ซึ่งเป็นกระเปาะสร้างน้ำนม

4. กระเปาะสร้างน้ำนม (alveoli) เป็นกระเปาะกลม ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว เรียกว่า เซลล์ก่กั้สร้างน้ำนม (secretory cell) ทำหน้าที่ก่กั้สร้างน้ำนม โดยเก็บและเปลี่ยนสารอาหารที่มาจากน้ำเลือดให้เป็นส่วนประกอบของน้ำนม กระเปาะสร้างน้ำนมจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น เรียก lobule แต่ละพวงมีเนื้อเยื่อพุงหุ้ม และหลาย ๆ lobule รวมกันเป็น lobe ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รอบ ๆ กระเปาะสร้างน้ำนมแต่ละอันจะมีเส้นเลือดฝอยมาหล่อเลี้ยง เพื่อให้สารอาหารและฮอร์โมนแก่เซลล์สำหรับสร้างน้ำนม และรอบกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนมมีเซลล์ก่กั้เนื้อพิเศษเรียก เซลล์ไมโออิพิทีเลียม (myoepithelium cell) ทำหน้าที่หดตัวรัดกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้น้ำนมไหลลงไปสู่โพรงเก็บน้ำนม ซึ่งเป็นกลไกการปล่อยน้ำนมของแม่สัตว์ (milk letdown)



รูปที่ 10.1 ระบบเต้านม (Herren, 1994)

10.2 การกลั่นสร้างน้ำนม (milk synthesis)

น้ำนมเป็นอาหารที่สร้างมาจากต่อมน้ำนมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (mammal) ในสัตว์แต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบของน้ำนมแตกต่างกันไป ส่วนประกอบของน้ำนมคือ น้ำตาล โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน และน้ำ ส่วนประกอบเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมของกระเปาะสร้างน้ำนมภายในเต้านม ซึ่งวัตถุดิบในการสร้างส่วนประกอบของน้ำนมจะถูกนำมาจากกระแสเลือดไปยังเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม

1. การสร้างน้ำตาล

น้ำตาลในน้ำนมเป็นน้ำตาลแลคโตส ซึ่งเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ระหว่างน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลกาแลคโตส แต่น้ำตาลที่ได้จากเลือดที่เข้ามาในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมภายในกระเปาะสร้างน้ำนมเป็นน้ำตาลกลูโคส จึงต้องเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นน้ำตาลกาแลคโตสก่อน จากนั้นจะมีการจับกันของน้ำตาลกลูโคส 1 โมเลกุลกับน้ำตาลกาแลคโตส 1 โมเลกุล โดยมีเอ็นไซม์แลคโตสซินทีเตส (lactose synthetase) ช่วย กลายเป็นน้ำตาลแลคโตส ซึ่งขบวนการสร้างน้ำตาลแลคโตสจะเกิดขึ้นในส่วนของกอยโจแอฟพาราตัส (golgi apparatus) น้ำตาลแลคโตสที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกส่งออกจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมเข้าสู่ lumen ของกระเปาะสร้างน้ำนม

2. การสร้างโปรตีน

โปรตีนที่ถูกสร้างโดยเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะมีเคซีน ชนิด α (Alpha) β (Beta) และ χ (Kappa) แอลฟาแลคตัลบูมิน (α -lactalbumin) เบต้าแลคตัลโกลบูลิน (β -lactoglobulin) เอนไซม์ โปรตีนอื่น และบางส่วนของโปรตีนในน้ำนม เช่น อิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) และ γ -casein (Gamma-casein) ซึ่งได้จากเลือดโดยตรงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม ในการสร้างโปรตีนนั้นเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะสร้างจากกรดอะมิโนที่อยู่ในกระแสเลือด กรดอะมิโนเหล่านี้ถ้าเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็นจะได้มาจากอาหาร ถ้าเป็นกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นจะได้มาจากการสร้างขึ้นภายในเซลล์ การสร้างโปรตีนในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะเหมือนกับการสร้างโปรตีนในเซลล์ทั่วไป เกิดขึ้นที่ไรโบโซมบนส่วนของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมส่วนหยาบ (rough endoplasmic reticulum) ตัวที่ควบคุมการสร้างโปรตีนในน้ำนม คือ ดีเอ็นเอ การเรียงตัวของกรดอะมิโนในการสร้างโปรตีนจะได้พลังงานจาก ATP ซึ่งได้จากการสลายตัวของน้ำตาลกลูโคส ไขมัน และกรดแลคติก โปรตีนที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกรวบรวมเก็บไว้ที่กอยโจแอฟพาราตัส

แล้วส่งผ่านผนังเซลล์ไปยัง lumen ของกระเปาะสร้างน้ำนม โปรตีนที่สร้างในเต้านมเป็นโปรตีนที่ไม่พบในธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นในน้ำนมอยู่ในรูปเม็ดเล็ก ๆ เรียกว่า ไมเซลล์ (micelle) ส่วนเบต้าแลคโตลกลูกกลืนเป็นตัวที่ทำให้เกิดกลิ่นใหม่เมื่อดื่มนม

3. การสร้างไขมัน

ไขมันในน้ำนมประกอบด้วยไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid, C_4 - C_{10}) และบางส่วนเป็นกรดไขมันสายยาว (long chain fatty acid, C_{18} - C_{30}) โดยไขมันในน้ำนมส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวและไขมันในน้ำนมจะอยู่ในรูปของเม็ดไขมัน ในการสร้างไขมันในเซลล์กลั่นสร้างน้ำมนั้น ได้วัตถุดิบมาจากไขมันที่สัตว์ได้รับจากอาหารโดยตรง ไขมันที่ได้จากการสลายตัวของไขมันในร่างกายที่ดับ และไขมันที่ได้จากการย่อยเซลล์ลูโอส คือ กรดไขมันระเหย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก กรดไพรูวิก และกรดบิวทิริกจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด โดยกรดไขมันสายยาวจะได้รับการสลายตัวของไขมันในอาหารและไขมันภายในร่างกาย ส่วนกรดไขมันสายสั้นจะถูกสร้างจากกรดอะซิติกและกรดบิวทิริก การสร้างไขมันในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นที่ส่วนของเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม โดยการนำเอากรดไขมันเข้าไปรวมกับกลีเซอรอลที่เปลี่ยนแปลงมาจากน้ำตาลกลูโคสเปลี่ยนเป็นไขมันของน้ำนม ซึ่งเป็นไตรกลีเซอไรด์ที่มีคาร์บอนน้อยอะตอมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นผลให้มันเนมมีกลิ่นหอมจัด เพราะระเหยง่าย ไขมันที่สร้างขึ้นจะจับเป็นเม็ด (fat droplets) อยู่ภายในเซลล์

4. การสร้างวิตามิน แร่ธาตุ และน้ำ

เซลล์กลั่นสร้างน้ำนมไม่สามารถสร้างวิตามินและแร่ธาตุเองได้ แต่จะต้องรับมาจากอาหารทางกระแสเลือดโดยตรง แร่ธาตุที่พบมากในน้ำนมคือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โปแตสเซียม กลอรีน และแมกนีเซียม โดยสารเหล่านี้จะพบในน้ำนมในปริมาณที่ค่อนข้างคงที่ ส่วนวิตามินที่พบในน้ำนมจะได้จากอาหารโดยตรง ถ้าอาหารมีวิตามินชนิดใดมากในน้ำนมก็จะมีวิตามินชนิดนั้นมากด้วย แคลโรทีนจากอาหารอาจจะปรากฏอยู่ในน้ำนมได้ในกรณีที่ดื่บไม่สามารถเปลี่ยนให้เป็นวิตามินเอได้หมด เช่น โคพันธูเจอร์ซี ซึ่งมีไขมันนมสีเหลืองเป็นผลมาจากสีของแคลโรทีน ส่วนน้ำในน้ำนมส่วนใหญ่จะได้อมาจากส่วนที่เรียกว่า potassium rich intracellular fluid ของกระเปาะสร้างน้ำนม และบางส่วนได้มาจากน้ำในกระแสเลือดผ่านเข้าสู่เซลล์กลั่นสร้างน้ำนม เพื่อรักษา osmotic pressure ของเซลล์ เนื่องจากการสร้างน้ำตาลแลคโตส โปรตีน และไขมัน

10.3 ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเต้านมและการกลั่นสร้างน้ำนม

การเจริญเติบโตของเต้านมและการกลั่นสร้างน้ำนม ถูกกระตุ้นโดยฮอร์โมนหลายชนิด ที่มาจากต่อมใต้สมอง รังไข่ และต่อมไทรอยด์ ดังนี้

1. **ฮอร์โมนเอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรน** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากรังไข่ ในขณะที่สัตว์ผู้ท้องฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณสูง ทำหน้าที่กระตุ้นให้เต้านมเจริญเติบโต และยับยั้งการกลั่นสร้างน้ำนม ดังนั้นในขณะที่สัตว์ผู้ท้องจะไม่มีการสร้างน้ำนม

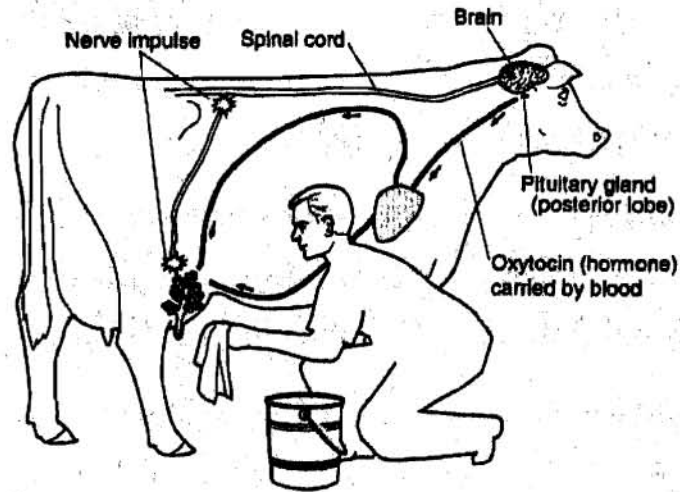
2. **ฮอร์โมนโปรแลคติน** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่ควบคุมการสร้างน้ำนมโดยตรง ฮอร์โมนนี้จะกระตุ้นให้เอ็นไซม์ในเซลล์ของกระเปาะสร้างน้ำนมเปลี่ยนสารอาหารที่ได้มาจากน้ำเลือดให้เป็นส่วนประกอบของน้ำนม

3. **ฮอร์โมนออกซิทอซิน** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการปล่อยน้ำนม และอาจเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปล่อยฮอร์โมนโปรแลคตินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

4. **ฮอร์โมนไทรอกซิน** เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทรอยด์ ทำหน้าที่ควบคุมการใช้อาหารภายในร่างกาย และการเปลี่ยนอาหารมาเป็นน้ำนม

10.4 การปล่อยน้ำนมของแม่สัตว์ (milk letdown)

การปล่อยน้ำนมของสัตว์เป็นผลจากการหดตัวของเซลล์ไมโออีพิทีเลียม (myoepithelium cell) รัศกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้ น้ำนมไหลลงไปสู่โพรงเก็บน้ำนม โดยการกระตุ้นจากฮอร์โมนออกซิทอซินที่ส่งมาจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง เกิดจากการที่สัตว์ถูกกระตุ้นเร้าด้วยการลูบนมของลูกสัตว์ หรือการนวดเต้านม หรือการสัมผัสทางเสียงหรือสายตา ส่งไปที่สมองและส่งต่อไปยังต่อมใต้สมองส่วนหลัง ทำให้เกิดการปลดปล่อยฮอร์โมนออกซิทอซินออกไปตามกระแสเลือดใช้เวลา 50 วินาทีจะมาถึงเต้านม ทำให้เซลล์ไมโออีพิทีเลียมหดตัวรัศกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้ น้ำนมไหลลงสู่โพรงเก็บน้ำนม ฮอร์โมนออกซิทอซินจะมีอิทธิพลอยู่ประมาณ 2-3 นาที (ดังรูปที่ 10.2)



รูปที่ 10.2 ระบบฮอร์โมนของการหลั่งน้ำนม

การกลั่นสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในกระเปาะสร้างน้ำนม เมื่อปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดความอัดแน่นภายในกระเปาะสร้างน้ำนม น้ำนมจะล้นออกมาอยู่ตามท่อนนม จนในที่สุด จะมาอยู่ที่โพรงเก็บน้ำนม เมื่อทำการรีดนมจะทำให้ น้ำนมไหลออกมาทางรูหัวนมที่เปิดออก แต่ น้ำนมที่อยู่ตามท่อนนมและในกระเปาะสร้างน้ำนมจะไม่ไหลออกมาจนกว่าจะเกิดการหดตัวของ เซลล์ไมโออีพิทีเลียล โดยการกระตุ้นของฮอร์โมนออกซีโทซินจากต่อมใต้สมองส่วนหลังเป็นผล จากการกระตุ้นเร้าภายนอก

10.5 ปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบและผลผลิตของน้ำนม

ปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบของน้ำนมมีดังนี้คือ

1. พันธุกรรม พันธุ์สัตว์มีผลต่อผลผลิตและส่วนประกอบของน้ำนม โดยเฉพาะไขมันใน นมและสีของไขมันในนม ดังตารางที่ 10.1

2. คุณภาพอาหาร สัตว์ที่ได้รับอาหารเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จะทำให้ได้ ปริมาณน้ำนมมาก แต่ถ้าได้รับอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ปริมาณน้ำมนน้อยลง นอกจากนี้ถ้าสัตว์ที่ ได้อาหารเอือยต่ำแต่มีอาหารขึ้นอย่างเพียงพอ จะทำให้ไขมันในน้ำมนน้อยแต่ไม่มีผลต่อปริมาณ น้ำนม

3. อายุของสัตว์ สัตว์ที่โตเต็มที่ (อายุ 5-6 ปี) จะให้น้ำนมมากกว่าสัตว์ที่โตไม่เต็มที่ (อายุ 2-3 ปี) แต่ถ้าอายุมากขึ้นจะให้น้ำนมลดลง

4. ระยะของการให้นม ส่วนประกอบของน้ำนมจะผันแปรไปตามระยะของการให้นม น้ำนมที่รีดได้ในระยะแรกของการให้นมจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่มีไขมันนมต่ำ จนกระทั่งถึงระยะให้น้ำนมสูงสุด (peak of lactation) ประมาณ 3-6 สัปดาห์หลังจากคลอดลูก หลังจากนั้น ปริมาณน้ำนมจะลดลงเรื่อย ๆ แต่มีไขมันนมสูงขึ้น

5. ความถี่ในการรีดนม ถ้าวรีดนมบ่อยครั้งจะได้น้ำนมรวมมากกว่าการรีดครั้งเดียว เพราะเป็นการลดความแน่นภายในเต้านม ซึ่งความแน่นภายในเต้านมจะมีผลทำให้การสร้างน้ำนมลดลง

6. สภาพอากาศ ในฤดูฝนมีอาหารหญ้าสมบูรณ์สัตว์จะให้น้ำนมมาก ส่วนในฤดูร้อนสัตว์กินอาหารน้อยลงถ้าไม่ได้รับอาหารเพียงพอจะให้ปริมาณน้ำมนน้อยลง

ตารางที่ 10.1 ผลผลิตของโคพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์	ปริมาณน้ำนม (กก./ปี)	ไขมัน (%)	ลักษณะของไขมัน
เจอร์ซี	3,500-4,000	4.0	ไขมันนมเม็ดใหญ่มีสีเหลือง
บราวน์สวิส	4,450	4.0	ไขมันสีขาว
โฮลสไตน์	5,000	3.5	ไขมันสีขาว
เรดเดน	4,450	4.2	ไขมันสีขาว
ซีดฮอร์น	4,500	4.0	ไขมันสีขาว
เรดซินดี	1,500	4.0	ไขมันสีขาว
ซาฮิวาล	2,000	4.3	ไขมันสีขาว

ที่มา : วรรณา และวิบูลย์ศักดิ์ (2531)

10.6 ส่วนประกอบของน้ำนม

ส่วนประกอบของน้ำนม จะแตกต่างกันตามชนิดและพันธุ์สัตว์ ดังตารางที่ 10.2 น้ำนมจะประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต แร่ธาตุ (เกลือ) วิตามิน เม็ดสี และน้ำย่อย เป็นต้น

ตารางที่ 10.2 องค์ประกอบของน้ำนมที่ได้จากโคพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์โค	น้ำ	ไขมัน	โปรตีน	น้ำตาลแลคโตส	เกลือ
โฮลสไตน์	88.12	3.44	3.11	4.61	0.71
บราวน์สวิส	87.31	3.97	3.37	4.63	0.72
เจอร์ซี่	85.66	5.15	3.70	4.75	0.74
แอร์ชาย	87.39	3.93	3.47	4.48	0.73
เกรินซี่	86.36	4.50	3.60	4.79	0.75
ช่วงระหว่าง	84.5-89.6	3.5-5.9	2.9-3.8	4.4-5.0	0.67-0.77
เฉลี่ย	87.95	3.71	3.22	4.64	0.72

ที่มา : วรรณมา และวิบูลย์ศักดิ์ (2531)

1. โปรตีนนม (milk protein)

โปรตีนนมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ เคซีน(casein) และโปรตีนเวย์ (whey protein)

1.1 เคซีน เป็นโปรตีนนมที่สังเคราะห์มาจากต่อมน้ำนม เป็นมีประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนในน้ำนม เคซีนจะอยู่ในสภาพไมเซลล์ (micelles) แต่ละไมเซลล์ประกอบด้วยเคซีนชนิด α , β , χ และ γ ในจำนวนที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลทำให้ไมเซลล์แตกต่างกันด้วย ไมเซลล์ของเคซีนจะอยู่ในสมดุลกับเคซีนที่ละลายได้ (soluble casein) เคซีนไมเซลล์ในน้ำนมมีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ที่มีลักษณะเป็น globular particles และอยู่ในสภาพของเกลือแคลเซียม จึงเรียกว่า แคลเซียมเคซีเนต (calcium casenate) ไม่ได้อยู่ในสภาพของสารละลายในน้ำนม แต่จะแขวนลอยอยู่ตลอดเวลา

1.2 โปรตีนเวย์ เป็นโปรตีนนมที่มีความทนต่อกรด แต่ไม่ทนความร้อน โปรตีนเวย์ประกอบด้วย แอลฟาแลคตัลบูมิน 12 เปอร์เซ็นต์ เบต้าแลคตัลกลูบูลิน 50 เปอร์เซ็นต์ อิมมูโนโกลบูลิน 10 เปอร์เซ็นต์ และ ซีรัมอัลบูมิน (serum albumin) เป็นต้น

เบต้าแลคตัลโกลบูลิน มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ ถูกทำลาย (denature) ได้ง่ายด้วยความร้อน มีความสำคัญเกี่ยวกับกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์นม

แอลฟาแลคตัลบูมิน เป็นโปรตีนที่มีกำมะถันประกอบอยู่มากกว่าในเคซีน ถึง 2.4 เท่า สามารถตกตะกอนได้ด้วยความร้อน ในสภาพที่เป็นกรด

อิมมูโนโกลบูลิน เป็นแอนติบอดี (antibody) พบมากในส่วนของเยื่อหุ้มเม็ดไขมัน เป็นโปรตีนที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในน้ำนมดิบ แบ่งออกเป็น IgM IgA IgG₁ และ IgG₂

ซีรัมอัลบูมิน มีลักษณะคล้ายกับอัลบูมินของซีรัมในเลือด (blood serum) มีกำมะถันเป็นส่วนประกอบอยู่มาก ถูกทำลายได้บางส่วนเมื่อนมถูกพลาสเจอไรซ์

2. ไขมัน (lipids)

ไขมันในนม ประกอบด้วยกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนเป็นเลขคู่ พบทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวจะมีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 4 อะตอมจนถึง 26 อะตอม มีจำนวน 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกรดสเตียริก (stearic acid, C₁₈) กรดพาลเมติก (palmitic acid, C₁₆) และกรดไมริสติก (myristic acid, C₁₄) ส่วนกรดไขมันไม่อิ่มตัวมีจำนวน 40 เปอร์เซ็นต์ แบ่งเป็นชนิด monounsaturated fatty acid เช่น กรดโอเลอิก (oleic acid) จำนวน 38 เปอร์เซ็นต์ และ polyunsaturated fatty acid จำนวน 2 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้กรดไขมันในน้ำนมยังสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ กรดไขมันระเหย (volatile fatty acid) และกรดไขมันไม่ระเหย (non volatile fatty acid) กรดไขมันระเหยส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 4 ถึง 12 สามารถละลายน้ำได้และมักสร้างปัญหาเรื่องกลิ่นผิดปกติ โดยเฉพาะกลิ่นหืนของกรดบิวทิริก

ชนิดของกรดไขมันในนมขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันในอาหาร สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบของน้ำนม มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไขมันและการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและรสชาติของน้ำนม ถ้าไขมันนมมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มากจะทำให้เกิดการหืดได้ง่ายและถ้ามีกรดไขมันอิ่มตัวมากก็จะทำให้ไขมันนมแข็ง ไขมันนมมีลักษณะทรงกลม (globules) อยู่ในสภาพแขวนลอยในน้ำนม ขนาดเม็ดไขมันขึ้นอยู่กับพันธุ์โคนน้ำนมของโคพันธุ์เกรินซีและพันธุ์เจอร์ซีย์จะมีเม็ดไขมันขนาดใหญ่กว่าโคพันธุ์อื่น

3. น้ำตาลแลคโตส (lactose)

น้ำตาลแลคโตสเป็นคาร์โบไฮเดรตในน้ำนม ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลกาแลคโตส มีความหวานน้อยกว่าน้ำตาลชนิดอื่น และละลายน้ำได้น้อย

4. แร่ธาตุ

แร่ธาตุที่มีอยู่จำนวนมากในน้ำนม ได้แก่ แคลเซียมและฟอสฟอรัส แร่ธาตุทั้งสองมีความสมดุลคล้ายกับที่พบในโครงกระดูกของคน

5. เอนไซม์

เอนไซม์ที่มีความสำคัญในน้ำนมคือ เอนไซม์ฟอสฟาเตส (phosphatase) ซึ่งใช้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการพาสเจอร์ไรซ์ เอนไซม์ไลเปสจะก่อให้เกิดกลิ่นหืนในปฏิกิริยา hydrolytic rancidity เอนไซม์คาตาเลสจะเป็นดัชนีบ่งบอกว่าน้ำนมตัวอย่างที่ได้จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบหรือไม่ ส่วนเอนไซม์โปรติเอสมีผลต่อการสลายตัวของโปรตีนในผลิตภัณฑ์นมที่เก็บไว้เป็นเวลานาน

คำถามท้ายบท

ตอบคำถามต่อไปนี้

1. อธิบายระบบเต้านมแม่โคพร้อมทั้งวาดรูปประกอบ
2. อธิบายขบวนการกระตุ้นสร้างน้ำนมของแม่โคและบอกด้วยว่ามีฮอร์โมนชนิดใดเกี่ยวข้อง
3. อธิบายขบวนการปลดปล่อยน้ำนมของแม่โคและบอกด้วยว่ามีฮอร์โมนชนิดใดเกี่ยวข้อง
4. อธิบายความสัมพันธ์ของคุณภาพอาหารที่ให้แก่แม่โคต่อส่วนประกอบของน้ำนมที่ผลิต
5. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบและผลผลิตของน้ำนม

บรรณานุกรม

วรรณดา ตั้งเจริญชัย และ วิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ชวนิศนดากร วรวรรณ. 2520. การเลี้ยงโคนม. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.

Blakely, J. B. and D. H. Bade. 1994. The Science of Animal Husbandry. 6th Ed. Prentice Hall Career & Technology, Englewood Cliffs, New Jersey.

Herren, R.V.. 1994. The Science of Animal Agriculture. Delmar Publishers Inc. , New York.