

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการจัดทำโครงการวิจัยเรื่อง การให้อาหารแบบ TMR เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพน้ำนมของแม่โคนมในพื้นที่สหกรณ์โคนมไทยมีลค์จำกัด ประกอบด้วย 1) รูปแบบการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรไทย 2) น้ำนมโคและคุณภาพน้ำนม 3) อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม 4) การให้อาหาร TMR เลี้ยงโคนมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และ 5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการให้อาหาร TMR เลี้ยงโคนม ดังนี้

1. รูปแบบการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรไทย

การพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโคนมได้เกิดขึ้นและเป็นมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การเลี้ยงโคนมได้สร้างงานสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทย และยังลดการสูญเสียเงินตราการนำเข้าผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศ จากการศึกษาผลตอบแทนในปีการเพาะปลูก 2534/2535 - 2537/2538 พบว่า การเลี้ยงโคนมให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าการปลูกข้าวประมาณ 100 เท่า จึงเป็นสิ่งจูงใจที่ทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงโคนม (กิ่งกาญจน์ จงสุขไกล, 2013) การเลี้ยงโคนมของไทยได้มีการพัฒนาองค์ความรู้ต่าง ๆ ทั้งการพัฒนาสายพันธุ์ การจัดการอาหาร การควบคุมป้องกันโรคต่าง ๆ รวมทั้งการจัดการผลผลิตน้ำนม ซึ่งผลผลิตน้ำนมในรูปของนมพร้อมดื่มของไทยเป็นที่ยอมรับและเป็นที่ต้องการของหลายประเทศในอาเซียน

การเลี้ยงโคนมของเกษตรกรมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพพื้นที่ ขนาดพื้นที่ จำนวนทุน เป็นต้น ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบใหญ่ๆ คือ การเลี้ยงแบบผูกยืนโรง การเลี้ยงแบบปล่อยลานหรือคอก การเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย และแต่ละรูปแบบก็มีข้อดีข้อเสียและความเหมาะสมแตกต่างกัน ดังนี้

1.1 การเลี้ยงแบบผูกยืนโรง ฟาร์มที่มีพื้นที่จำกัด มักเลี้ยงโคนมรูปแบบนี้ พบมากในพื้นที่จังหวัดราชบุรี แม่โคนมจะถูกผูกล่ามโคให้อยู่กับที่ หรือ "ซอง" เกือบตลอดเวลา ซึ่งใช้พื้นที่ประมาณ 3-4 ตารางเมตรต่อโค 1 ตัว การเลี้ยงแบบนี้เหมาะกับโคที่มีความสามารถในการให้นมสูง โดยโคจะกิน นอน ถูรีดนม และคลอดลูกในซอง อาจมีการปล่อยให้โคเดินออกกำลังกายบ้างในบางครั้ง โคจะได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด การจัดการต่างๆ ทำได้อย่างเต็มที่และสะดวก เช่น การป้องกันและควบคุมโรคพยาธิ การให้อาหารได้ตามกำหนดและความต้องการของโค เป็นต้น จากที่โคไม่ต้องเสียพลังงานไปกับการเดิน ทำให้โภชนะที่ได้จากอาหารที่กินนั้นถูกใช้ไปในการสร้างน้ำนม จึงเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่ทำให้โคผลผลิตน้ำนมมากที่สุด อย่างไรก็ตาม เกษตรกรต้องลงทุนด้านโรงเรือน ตลอดจนมีการจัดการเลี้ยงดูและใช้แรงงานทำความสะอาดโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอทุกวัน

1.2 การเลี้ยงแบบปล่อยลานหรือคอก โคจะเลี้ยงอยู่ภายในคอก ซึ่งอาจทำเป็นลาน โดยโคสามารถเดินไปมาได้อย่างอิสระภายในพื้นที่คอก ซึ่งช่วยไม่ให้โคเครียด มีการจัดพื้นที่บางส่วนเป็นที่กินอาหารและที่นอน มีพื้นที่รีดนมที่แยกออกไป โดยแม่โคจะเดินออกจากคอกเพื่อรับการรีดนมในพื้นที่นั้น ในด้านอาหารที่โคกิน จะขึ้นอยู่กับจัดการหาและให้อาหาร ซึ่งสามารถควบคุมปริมาณและคุณค่าอาหาร โดยโคไม่สามารถเลือกกินอาหาร และง่ายต่อการควบคุมเรื่องพยาธิ การเลี้ยงแบบนี้ใช้พื้นที่ประมาณ 20 ตารางเมตรต่อโค 1 ตัว และพื้นที่ปลูกหญ้าประมาณ 1-2 ไร่ต่อโค 1 ตัว สิ่งที่ต้องคำนึงในการจัดการเลี้ยงดู คือ การดูแลรักษาแปลงหญ้าและการตัดเกี่ยวหญ้ามาเลี้ยงโค

1.3 การเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย การเลี้ยงแบบนี้โคจะถูกเลี้ยงขังในคอกหรือผูกยืนโรง หลังรีดนม

ตอนเช้าจึงจะปล่อยโคออกเล็มหญ้าในแปลง และในตอนเย็นจะกลับมารีดนม แล้วเลี้ยงขังในคอกหรือผูกยืนโรงตลอดทั้งคืน เมื่อได้รีดนมในตอนเช้าแล้วก็จะปล่อยออกเล็มหญ้า ในระหว่างที่แม่โคถูกขังหรือผูกยืนโรงในคอก ก็จะมีการให้อาหารทั้งหญ้าและอาหารข้น

การเลี้ยงแบบปล่อยในลานหรือคอก และการเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย จะเป็นรูปแบบการเลี้ยงโคนมที่พบโดยทั่วไปของประเทศไทย อาทิ ฟาร์มโคนมในพื้นที่สหกรณ์โคนมไทยมิลค์

2. น้ามนโคและคุณภาพน้ามน

น้ามนเป็นผลผลิตที่สร้างขึ้นจากเซลล์เฉพาะที่เต้านม (secretory cell) โดยสังเคราะห์จากองค์ประกอบของสารตั้งต้นในเลือด เช่น กลูโคส กรดอะมิโน กรดไขมัน เป็นต้น ปริมาณน้ามนที่ผลิตนั้นจะถูกกักเก็บรอการปล่อยออกมาโดยการดูดของลูกโคหรือผ่านกระบวนการรีดนม โดยทั่วไปโคนมจะมีช่วงการให้น้ามนหรือระยะการรีดนมมาตรฐาน 305 วัน (10 เดือน) และพักรีดนมอีก 2 เดือน ตลอดระยะเวลาการรีดนมมาตรฐาน 305 วันจะมีช่วงจังหวะให้น้ามนปริมาณมาก และจังหวะการให้น้ามนปริมาณลดลง โดยปกติหลังจากโคคลอดลูกจะให้น้ามนน้อยในวันแรก น้ามนจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ และสูงสุดในเดือน 1-2 ในช่วงเดือนที่ 2-3 จะรักษาระดับสูงสุดของการให้น้ามน จากเดือนที่ 3-10 จะเป็นช่วงลดลงของปริมาณน้ามน อย่างไรก็ตาม นับจากสัปดาห์ที่ 44 หลังคลอด จะต้องมิจำนวนวันพักรีดนมโคนมอย่างน้อย 60 วันเพื่อการซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และเวลาสำหรับการสร้างเซลล์น้ามน (Secretory cells) ขึ้นมาใหม่

2.1 องค์ประกอบน้ามนโค น้ามนหลังคลอดที่แม่โคสร้างในช่วง 2-3 วันหลังคลอด เรียกว่า “น้ามนเหลือง” จะมีสีเหลืองเข้มและมีรสขม น้ามนเหลืองมีโปรตีนและวิตามินเอสูง โปรตีนส่วนใหญ่มีคุณสมบัติเป็นแอนติบอดี (antibodies) ซึ่งลูกโคแรกเกิดจำเป็นต้องได้กินน้ามนเหลืองเพื่อให้มีภูมิต้านทานโรค นมโคที่มนุษย์ใช้บริโภคจะเป็นน้ามนที่ปราศจากน้ามนเหลือง (colostum) โดยเป็นน้ามนที่รีดจากแม่โคหลังคลอดลูกแล้ว 3 วัน โดยปกติในน้ามนโคมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณร้อยละ 87 และร้อยละ 13 เป็นส่วนของเนื้อมหรือของแข็งในน้ามน (Total solid) ในส่วนของเนื้อมทั้งหมดจะประกอบด้วย ไขมันนม และเนื้อมทั้งหมดไม่รวมไขมันนมหรือของแข็งทั้งหมด (Solid not fat) ได้แก่ แลคโตส โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน ซึ่งล้วนเป็นสารอาหารนั่นเอง



2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อองค์ประกอบในน้ำนม โดยทั่วไปองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมโคจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่ ความผันแปรขององค์ประกอบในน้ำนมโคนมอาจเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ (ณพคุณ สวนประเสริฐ, 2545 และเลอชาติ บุญเอก 2558) ดังนี้

2.2.1 พันธุ์โค โคนมแต่ละสายพันธุ์ให้น้ำนมที่มีปริมาณไขมันนมแตกต่างกันอย่างชัดเจน และยังสามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ ปริมาณไขมันนมจึงเป็นคุณสมบัติเฉพาะอย่างหนึ่งของสายพันธุ์โคนม อาทิ โคนมพันธุ์เจอร์ซี (Jersey) มีชื่อเสียงว่าเป็นพันธุ์ที่ให้ปริมาณไขมันนมสูง โดยมีไขมันนมร้อยละ 4.8-5.0 และให้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 4,500 กิโลกรัมต่อปี เมื่อพิจารณาถึงโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟริเซียน (Holstein Friesian) มีปริมาณไขมันนมร้อยละ 3.0-3.5 แต่ให้ผลผลิตน้ำนมถึง 8,000 กิโลกรัมต่อปี พันธุ์โคนมที่ให้ปริมาณไขมันนมสูง ก็จะทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมไม่มาก

2.2.2 ช่วงระยะเวลาให้นมของโค ในช่วงระยะ 1-3 วันหลังคลอด แม่โคจะผลิตน้ำนมที่มีเนื้อมสูง รวมทั้งแคโรทีนและสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ องค์ประกอบของน้ำนมโดยเฉลี่ย คือ ของแข็งทั้งหมด 28.31% ไขมันนม 3.37% โปรตีนเคซีน 4.83% โปรตีนอัลบูมินรวมกับ กลอบูลิน 15.85% (โปรตีนกลอบูลิน มีประมาณ 12-13%) น้ำตาลแลคโตส 2.48% และเกลือ 1.78% เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว 4-5 วันหลังจากคลอด น้ำนมจะมีสีขาวมากขึ้นจากที่องค์ประกอบของน้ำนมมีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณไขมันนมและโปรตีนจะลดลง โดยลดต่ำสุดในช่วงการให้น้ำนมสูงสุด ในขณะที่ปริมาณน้ำนมก็จะเพิ่มมากขึ้น หลังจากผ่านจุดสูงสุดของการให้น้ำนมของแม่โคนม ผลผลิตน้ำนมก็จะมีปริมาณลดลง ในขณะที่ปริมาณไขมันนมและโปรตีนจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น

2.2.3 ความถี่ของการรีดนมในแต่ละวัน (Frequency of milking) จำนวนครั้งของการรีดนมจากแม่โคนมจะมีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่รีดได้ โดยปกติทั่วไปเกษตรกรจะรีดนมจากแม่โคนมวันละ 2 ครั้ง การรีดนมวันละ 3 ครั้ง จะได้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น 15-20% เมื่อเทียบกับการรีดนมวันละ 2 ครั้ง แต่เมื่อรีดนมเป็นวันละ 4 ครั้ง จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียง 5-15% (Smith, J.W. *et al.*, 2002; Geoffrey E. Dahl, 2005) ทั้งนี้การรีดนมวันละ 3 ครั้ง จะเหมาะกับแม่โคนมที่มีพันธุกรรมที่ให้ผลผลิตสูง และต้องมีการจัดการอาหารเลี้ยงโคนมอย่างเหมาะสมให้เพียงพอกับความต้องการของแม่โค อย่างไรก็ตามการรีดนมบ่อยครั้งเกินไป จะทำให้แม่โคไม่มีเวลากินอาหารและพักผ่อนที่เพียงพอ เกิดความเครียดส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำนมได้

2.2.4 ฤดูกาล ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย โคนมให้น้ำนมที่มีองค์ประกอบของโปรตีน ไขมันนม และแร่ธาตุต่างๆ ลดลงในช่วงฤดูร้อน โคนมที่ให้ผลผลิตสูงจะได้รับผลกระทบจากสภาวะอากาศร้อน มากกว่าโคนมที่ให้ผลผลิตต่ำ หากอากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูง โคนมจะควบคุมและรักษาสมดุลระหว่างความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายกับอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยโคนมจะลดการกินอาหารและการเคี้ยวเอื้องเพื่อลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ลดการสร้างน้ำนมเพื่อลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นจากกระบวนการสร้างน้ำนม ถ้าอุณหภูมิภายนอกสูงถึง 40 องศาเซลเซียส แม่โคจะกินอาหารลดลงถึง 20-40 % ซึ่งจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำนมของแม่โคลดลงอย่างรวดเร็ว

2.2.5 อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม โคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ต้องการทั้งอาหารหยาบและอาหารข้น หากอาหารหยาบมีคุณภาพต่ำ อาทิ ฟางข้าวหรือหญ้าธรรมชาติในช่วงที่ออกดอกแล้ว จะทำให้การกินอาหารลดลงและโคจะใช้ประโยชน์ได้น้อยตามไปด้วย คุณภาพของอาหารหยาบจึงเป็นตัวกำหนดคุณภาพของอาหารข้น และยังเป็นตัวควบคุมปริมาณการกินอาหารได้ของแม่โคด้วย เนื่องจากพืชอาหารในเขตร้อนมีคุณค่าทางอาหารต่ำ จำเป็นต้องให้อาหารข้นเสริมเพื่อให้โคนมได้รับโภชนาการเพียงพอแก่ความต้องการ ทั้งนี้สัดส่วนที่เหมาะสมของอาหารหยาบและอาหารข้นจะส่งผลทำให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักย่อยและใช้ประโยชน์สารเยื่อใยในอาหารหยาบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหมักของ

จุลินทรีย์ อาทิกกรดไขมันระเหยง่าย โปรตีนหรือเซลล์จุลินทรีย์ จะถูกโคนมนำไปใช้เป็นสารตั้งต้นเพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนม (เลอชาติ บัญเอก 2558) ทั้งนี้กรดไขมันที่ระเหยได้ มีบทบาทและความสำคัญต่อการสร้างน้ำนม คือ กรดอะซิติกมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและไขมันในน้ำนม กรดบิวทีริกมีบทบาทในการเพิ่มไขมันในน้ำนม และกรดโพรพิโอนิกมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนม (ปิ่น จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์, 2546)

2.3 คุณภาพน้ำนม ในน้ำนมอาจมีสิ่งเจือปนที่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมและคุณสมบัติของน้ำนมเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการตรวจวัดคุณภาพน้ำนมจึงมีการกำหนดตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำนม ทั้งด้านองค์ประกอบของน้ำนม สุขอนามัยและสิ่งเจือปนในน้ำนม ดังนี้

1) **ไขมันนม** ปริมาณไขมันนมจะแสดงค่าในรูป “เปอร์เซ็นต์ไขมันนม”
 2) **เนื้อมทั้งหมดหรือของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (Total solid: TS)** เป็นส่วนของโภชนะต่างๆ ในน้ำนมยกเว้นน้ำ ซึ่งค่าเนื้อมทั้งหมดจะแปรเปลี่ยนแปรไปตามปริมาณไขมันนม ถ้าปริมาณไขมันนมสูงค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำนมก็จะสูงด้วย หากน้ำนมมีปริมาณไขมันนมต่ำ ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำนมก็จะลดต่ำลง เนื้อมทั้งหมดในน้ำนมโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณร้อยละ 13

3) **เนื้อมทั้งหมดไม่รวมไขมัน (Solid not fat: SNF)** หมายถึง ส่วนของของแข็งทุกชนิดในน้ำนมยกเว้นไขมันนม ได้แก่ โปรตีน น้ำตาล แร่ธาตุและวิตามิน โดยทั่วไปปริมาณเนื้อมทั้งหมดไม่รวมไขมันนมของน้ำนมโคจะมีค่าประมาณร้อยละ 8.5 แต่น้ำนมโคนมของไทยส่วนใหญ่มีปริมาณเนื้อมทั้งหมดไม่รวมไขมันนมต่ำกว่าร้อยละ 8.5

4) **ความถ่วงจำเพาะของน้ำนม** มีค่าระหว่าง 1.027– 1.035 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมจะเปลี่ยนแปลงไปถ้าปริมาณองค์ประกอบของน้ำนมบางชนิดที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การเติมน้ำลงในน้ำนมจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง แต่หากมีการเติมหางนม (skim milk) หรือนำไขมันนมออกไปออกจะทำให้ค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น โดยน้ำนมที่มีไขมันสูงจะมีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำ

5) **ค่าจุดเดือด (Boiling point)** จุดเดือดของน้ำนมขึ้นอยู่กับปริมาณองค์ประกอบที่ละลายอยู่ในน้ำนม ถ้ามีปริมาณองค์ประกอบมากจุดเดือดของน้ำนมก็เพิ่มสูงขึ้น โดยปกติจุดเดือดของน้ำนมจะอยู่ที่ 100.17 องศาเซลเซียส

6) **ค่าจุดเยือกแข็ง (Freezing point)** ค่าจุดเยือกแข็งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของน้ำนม ได้แก่ น้ำตาลแลคโตส โปรตีน และแร่ธาตุ ค่าจุดเยือกแข็งของน้ำนมตามปกติจะอยู่ที่ -0.54 ถึง -0.59 องศาเซลเซียส หากมีการเติมน้ำลงในน้ำนมเพื่อเพิ่มปริมาณ ค่าจุดเยือกแข็งจะมีค่าเพิ่มเข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียส

7) **จุลินทรีย์ในน้ำนม** ค่ามาตรฐานปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำนมต้องไม่เกิน 250,000 โคโลนีต่อมิลลิลิตร จุลินทรีย์ในน้ำนมส่วนมากเป็นแบคทีเรีย ซึ่งมาจากโคมีปัญหาด้านสุขภาพและจากกระบวนการรีดนม โดยปกติฟาร์มต้องมีการจัดการทางด้านสุขลักษณะดี เช่น สิ่งแวดล้อมการเลี้ยงดูโคดี อุปกรณ์รีดนมสะอาด การรีดน้ำนมถูกต้อง

8) **เซลล์โซมาติก (Somatic cell)** เซลล์โซมาติกในน้ำนมประกอบด้วยเม็ดเลือดขาวและเซลล์เยื่อบุรังนมซึ่งเป็นเนื้อเยื่อภายในเต้านมที่เสื่อมสภาพหลุดปะปนออกมาในน้ำนม น้ำนมปกติตามธรรมชาติจะมีเซลล์โซมาติกอยู่ปะปนไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมจะเพิ่มมากขึ้นหากโคเป็นโรคเต้านมอักเสบ หรืออยู่ในภาวะมีการติดเชื้อในเต้านม ดังนั้นจำนวนเซลล์โซมาติกในน้ำนมจะใช้ประเมินสุขภาพเต้านมของแม่โครีดนม

9) **สารปฏิชีวนะ** ปริมาณสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนมอาจเนื่องจากการใช้สารปฏิชีวนะในการรักษาโค เช่น โคเป็นโรคเต้านมอักเสบ โดยปกติน้ำนมจากโคที่อยู่ระหว่างการรักษาโรคด้วยสารปฏิชีวนะจะไม่ใช้ในการบริโภค แต่จะทิ้งไปหรือนำไปเลี้ยงลูกโค

2.4 มาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบ มาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบของประเทศไทยถูกกำหนดจาก 2 หน่วยงาน คือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) มีประกาศพระราชบัญญัติอาหารรองรับ จึงถือเป็นมาตรฐานบังคับที่ผู้ประกอบการต้องปฏิบัติตาม และสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) มาตรฐานสินค้าเกษตร: น้ำนมโคดิบ (มกษ. 6003-2553) แม้ไม่มีผลบังคับทางกฎหมายแต่ก็มีบทบาทเป็นเกณฑ์คุณภาพที่เกษตรกรควรทำได้ (ประวีร์ วิชชุลตาและเนาวรัตน์ กำภูศิริ, 2556) ดังนี้

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมดิบ	ค่ามาตรฐานของน้ำนมดิบที่มีคุณภาพดี
% ไขมัน (butter fat)	ไม่น้อยกว่า 3.5
% โปรตีน (milk protein)	ไม่น้อยกว่า 2.8
% เนื่อนมไม่รวมไขมัน (solid not fat, SNF)	ไม่น้อยกว่า 8.25
จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว (Somatic Cell Count, SCC)	ไม่เกิน 500,000 cell/ml

จากมาตรฐานสินค้าเกษตร: น้ำนมโคดิบ (มกษ. 6003-2553) ซึ่งคณะกรรมการโคนมและผลิตภัณฑ์นม (Milk Board) ใช้เป็นฐานประกอบราคาคุณภาพของน้ำนมดิบ ที่นำส่งศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบหรือสหกรณ์โคนมหรือโรงงานผู้ผลิต ดังตัวอย่าง มาตรฐานการรับซื้อน้ำนมโค พ.ศ.2558 ได้กำหนดเกณฑ์คุณภาพองค์ประกอบน้ำนม เช่น มีปริมาณไขมัน 3.40 - 3.59% ปริมาณเนื่อนมไม่รวมไขมัน 8.35 - 8.49% และมีจำนวนเซลล์โซมาติก 400,001 - 500,000 เซลล์ต่อมิลลิเมตร หากน้ำนมดิบมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเกษตรกรจะได้ราคาบวกเพิ่มขึ้นจากราคาซื้อขายและจะถูกหักหรือลดราคาซื้อขายหากมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ราคาซื้อน้ำนมลดลง 0.20 บาทต่อกิโลกรัม หากน้ำนมดิบมีปริมาณไขมัน 3.20 - 3.38% หรือ มีปริมาณเนื่อนมไม่รวมไขมัน 8.25 - 8.34% หรือ มีจำนวนเซลล์โซมาติก 500,001 - 700,000 เซลล์ต่อมิลลิเมตร เป็นต้น

นอกจากนี้ คุณภาพน้ำนมดิบที่เข้าโครงการนมโรงเรียนต้องได้มาตรฐานตามหลักเกณฑ์ข้อกำหนดของคณะกรรมการโคนมและผลิตภัณฑ์นม ตัวอย่าง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ปีการศึกษา 2559 คือ ใช้น้ำนมจากศูนย์รวบรวมน้ำนมโคที่ผ่านเกณฑ์และวิธีการผลิตที่ดี (GAP) โดยน้ำนมมีคุณภาพ เช่น มีจำนวนเซลล์โซมาติกไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิเมตร มีปริมาณเนื่อนมรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12.25 หากศูนย์รวบรวมน้ำนมโคหรือสหกรณ์ใช้น้ำนมดิบที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานก็จะถูกลดหรือยกเลิกโควตาการผลิตนมโรงเรียน ปัจจุบันการผลิตน้ำนมโคของเกษตรกรไทยยังมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำนมที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำนมดิบ ที่สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กำหนดไว้ เมื่อคุณภาพน้ำนมที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำนมดิบ สหกรณ์หรือบริษัทเอกชนจะปรับลดหรือเพิ่มราคาซื้อไปตามระดับคุณภาพของน้ำนมโค ดังนั้นคุณภาพน้ำนมดิบจะมีผลโดยตรงต่อรายได้ที่ได้รับจากการขายน้ำนมโคของเกษตรกร

3. อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม

โคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องหรือสัตว์กระเพาะรวม เนื่องจากสรีรวิทยาการย่อยและใช้ประโยชน์อาหารของสัตว์กระเพาะรวมนั้นมีความซับซ้อนและแตกต่างจากสัตว์กระเพาะเดี่ยว อาทิสุกรและไก่เนื้อ เพราะระบบการย่อยอาหารของสัตว์กระเพาะรวมเป็นการทำงานร่วมกันกับจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักหรือรูเมน โดยแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน คือ อาหารหยาบ โดยธรรมชาติแล้วสัตว์เคี้ยวเอื้อง อาทิโคนมสามารถใช้อาหารหยาบจำพวกหญ้าและพืชอาหารในการดำรงชีวิตและเจริญเติบโตได้ แต่เป้าหมายของการ

เลี้ยงโคนม คือ การสร้างผลผลิตน้ำนมปริมาณมาก ดังนั้นการได้รับปริมาณโภชนาจากหญ้าหรือพืชอาหารเพียงอย่างเดียวนั้นจะไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะพืชอาหารในเขตร้อนจะมีคุณภาพต่ำ จึงจำเป็นต้องมีการเสริมอาหารขึ้น เพื่อให้โคนมได้รับโภชนาเพียงพอต่อความต้องการนั่นเอง การเลี้ยงโคนมให้ได้ปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ดีและมีคุณภาพ จำเป็นต้องมีการจัดการให้อาหารหยาบและอาหารชั้นเลี้ยงโคนมอย่างถูกต้องและเหมาะสมตามความต้องการของแม่โคในแต่ละช่วงอายุและระยะการให้นม

3.1 ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคนม อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมโดยทั่วไป ได้แก่ อาหารหยาบ อาหารชั้น และอาหารแบบผสมรวม หรือ อาหาร TMR

3.3.1 อาหารหยาบ เป็นอาหารที่มีเยื่อใยสูงเกินกว่า 17% อาหารหยาบมีหลากหลายชนิด อาจเป็นพืชอาหารสัตว์ เศษเหลือทิ้งจากไร่ นา ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหารและพลังงาน เช่น หญ้า ต้นข้าวโพด เปลือกข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกสับปะรด ฟางข้าว ยอดอ้อย ชานอ้อย เป็นต้น แต่ละชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน ซึ่งอาจจัดกลุ่มจากที่มีคุณภาพต่ำไปสูง ดังนี้

กลุ่ม1: ฟางข้าว ยอดอ้อย

กลุ่ม2: หญ้าชั้น หญ้ากินนี หญ้ารูซี่ ต้นข้าวโพดหวาน ฟางข้าวปรงแต่ง

กลุ่ม3: ต้นข้าวโพดฝักอ่อน เปลือกฝักข้าวโพดหวาน

กลุ่ม4: ต้นข้าวโพดทั้งเมล็ดหมัก เปลือกฝักข้าวโพดฝักอ่อน กากสับปะรด เป็นต้น

อาหารหยาบมีบทบาทและความสำคัญต่อการผลิตน้ำนมและไขมันในน้ำนมของโคนม โดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักหรือรูเมนจะใช้สารเยื่อใยในอาหารหยาบสร้างกรดไขมันระเหยง่าย (Volatile fatty acid) กรดไขมันที่ระเหยได้แต่ละตัวมีบทบาทและความสำคัญต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมแตกต่างกัน โดยกรดอะซิติกมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและไขมันในน้ำนม กรดบิวทีริกมีบทบาทในการเพิ่มไขมันในน้ำนม และกรดโพรพิโอนิกมีบทบาทในการเพิ่มปริมาณน้ำนมและโปรตีนในน้ำนม แต่จะมีผลทำให้ไขมันในน้ำนมลดลง (ปีน จันจุฬา และเมธา วรรณพัฒน์, 2546) เยื่อใยในอาหารหยาบมีบทบาทและความสำคัญอย่างยิ่ง สัตว์เคี้ยวเอื้องต้องได้รับอย่างพอเพียงทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ อาหารหยาบมีบทบาทต่อการเคี้ยวเอื้อง ช่วยในการหลั่งน้ำลาย การบดเคี้ยวอาหารและการคลุกเคล้าของอาหาร กระบวนการหมักในรูเมน และการดูดซึมของผลผลิตสุดท้ายจากกระบวนการหมัก ถ้าสัตว์เคี้ยวเอื้องไม่ได้รับสารเยื่อใย จะทำให้สภาวะและระบบนิเวศในกระเพาะรูเมนสูญเสียไป กระทบต่อการหมักของกระเพาะรูเมน และจะมีผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ ปริมาณการกินได้ของพลังงาน ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม (เมธา วรรณพัฒน์, 2533)

แม่โคนมที่ได้รับอาหารชั้นแต่ได้รับอาหารหยาบไม่เพียงพอและยังมีคุณภาพต่ำ จะเกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักและในเลือดสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์จุลินทรีย์ลดลง ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงปริมาณผลผลิตน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง เพราะการลดลงของจุลินทรีย์จะลดการสร้างกรดไขมันระเหยง่าย “กรดอะซิติก” ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นไขมันในน้ำนม (NRC, 1988) แต่ถ้าโคนมได้รับอาหารหยาบมากเกินไป ความฟามของอาหารหยาบจะมีผลทำให้โคนมกินได้ลดลง ส่งผลกระทบต่อการสร้างน้ำนมลดลง ซึ่งส่วนประกอบของสารเยื่อใย คือ NDF (ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน) และ ADF (ได้แก่ เซลลูโลส และลิกนิน) จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ ความสามารถในการย่อยได้ และความสามารถในการจุได้ของกระเพาะรูเมน แต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเวลาในการเคี้ยว อย่างไรก็ตาม ระดับของ NDF และ ADF ในระยะเริ่มต้นของการให้นมควรรอยู่ที่ 26 และ 21% ตามลำดับ หรือในสูตรอาหารต้องมีสารเยื่อใยไม่ต่ำกว่า 17.3% หรือ ADF ไม่ต่ำกว่า 19.4% (NRC, 1988)

นอกจากชนิดหรือคุณภาพของอาหารหยาบ ขนาดอาหารหยาบควรมีลักษณะเป็นชิ้นใหญ่และไม่ควรบดละเอียด การลดขนาดอาหารหยาบให้มีขนาดเล็กกลงจะทำให้มีอัตราการหมุนเวียน (rumen turnover rate) เพิ่มขึ้นและการผ่านของอาหารเร็วขึ้น การเพิ่มขึ้นของ rumen turnover rate จะทำให้จุลินทรีย์มีเวลาเข้าเกาะยึดกับอาหารเพื่อย่อยสลายน้อยลง ส่งผลให้การย่อยได้ โดยเฉพาะการย่อยได้ของสารเยื่อใยลดลง ทำให้สัดส่วนของกรดอะซิติกต่อกรดโพทิโอนิกในกระเพาะรูเมนลดลง ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมลดลง (Mooney and Allen, 1997) ทั้งนี้อาหารเยื่อใยควรมีขนาดความยาวตั้งแต่ 0.6 เซนติเมตรขึ้นไป จึงจะช่วยให้เปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมอยู่ในระดับที่ปกติที่ 3.5% (Woodford *et al.*, 1986) และ Beauchemin *et al.* (1994) กล่าวว่า การลดขนาดของอาหารเยื่อใยไม่มีผลกระทบต่อปริมาณและองค์ประกอบของน้ำนม ในสูตรอาหารที่มีระดับของ NDF 36 เปอร์เซ็นต์ ขนาดของเยื่อใย 0.5 เซนติเมตร ก็พอเพียงในการป้องกันการลดลงของไขมันในน้ำนม อย่างไรก็ตาม วุฒิชัย สีเผือก (2541) ได้ศึกษาขนาดอาหารหยาบ 4 ขนาด คือ 0.5, 1, 3-4 และ >15 เซนติเมตร พบว่า โคที่ได้รับอาหารหยาบทั้ง 4 ขนาด มีความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ไม่แตกต่างกัน มี pH เฉลี่ย 6.6-6.7 แต่มีแนวโน้มว่าอาหารหยาบขนาด 0.5 เซนติเมตร จะมีอัตราการไหลผ่าน (rate of passage) ของของแข็งเร็วกว่าอาหารหยาบที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นปริมาณอาหารหยาบที่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงโคนม จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาวะของร่างกายโค โดยชนิดของอาหารหยาบหรือปริมาณ NDF และ ADF ของอาหารหยาบ ความสั้นยาวของอาหารหยาบ ตลอดจนความถี่ในการให้อาหารเลี้ยงโคนม จะมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาหารหยาบของโคนม

3.3.2 อาหารชั้น เป็นอาหารที่มีเยื่อใยต่ำ มีการย่อยได้และคุณค่าทางโภชนาสูง อาหารชั้นสามารถจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) อาหารชั้นพลังงาน เป็นอาหารชั้นที่ให้พลังงานสูง เช่น มันเส้น กากน้ำตาล ผลผลิตพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น หากโคได้รับอาหารชั้นแหล่งพลังงานไม่เพียงพอ จะมีการกินได้ลดลงและผลผลิตลดลง แต่ถ้าได้รับมากเกินไป จะก่อให้เกิดภาวะความเป็นกรดในกระเพาะหมักและในเลือดสูง

2) อาหารชั้นโปรตีน เป็นอาหารชั้นที่มีโปรตีนสูงเช่น ใบกระถิน กากเมล็ดฝ้าย เป็นต้น แมโคต้องการโภชนาโปรตีนที่ย่อยได้ที่ลำไส้ จากวัตถุดิบโปรตีนที่กินเข้าไป ในขณะที่แบคทีเรียในกระเพาะหมักต้องการสมดุลโปรตีนและพลังงานเพื่อการสร้างจุลินทรีย์โปรตีน

อาหารชั้นและอาหารหยาบล้วนมีบทบาทและความสำคัญต่อโคนม อาหารเลี้ยงโคนมโดยทั่วไปใช้อาหารหยาบซึ่งมีราคาถูกเป็นอาหารพื้นฐานหลัก หากแมโคกินอาหารหยาบคุณภาพดีและให้โภชนาเพียงพอตามความต้องการ ก็ไม่จำเป็นต้องให้อาหารชั้น อย่างไรก็ตาม การเสริมอาหารชั้นก็ยังคงมีความจำเป็นโดยเฉพาะแมโคที่ให้น้ำนมปริมาณมาก ซึ่งปริมาณอาหารชั้นที่ต้องเสริมเพิ่มให้โคกินก็จะแปรตามปริมาณผลผลิตน้ำนมที่ให้ เนื่องจากขนาดของกระเพาะโคมีความจุคงที่ ปริมาณอาหารที่แมโคกินได้นั้นจึงเป็นจำนวนที่จำกัด ซึ่งปริมาณอาหารหยาบและอาหารชั้นที่ให้แมโคกินต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม ถ้าอาหารหยาบมีคุณภาพดี อาหารชั้นที่ให้จะมีระดับโปรตีน 14% (12-16%) แต่ถ้าอาหารหยาบมีคุณภาพปานกลาง อาหารชั้นควรมีระดับโปรตีน 18% (16-20%) และเมื่อใช้อาหารหยาบที่มีคุณภาพต่ำ ก็ต้องให้อาหารชั้นที่มีโปรตีน 22% (20-24%) อย่างไรก็ตาม NRC (2001) รายงานว่า แมโครีดนมน้ำหนัก 454 กิโลกรัมและมีน้ำหนักเพิ่ม 0.8 กิโลกรัม ให้น้ำนมวันละ 15 กิโลกรัมในช่วงกลางของการให้น้ำนม องค์ประกอบของไขมันนมที่ 4% และโปรตีนนมที่ 3.5% จะมีการกินได้วัตถุแห้ง 15.98 กิโลกรัม/วัน (3.52% ของน้ำหนักตัว) ควรได้รับยอดรวมโภชนาที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) 12.48 กิโลกรัม และโปรตีน 2,420 กรัม

3.3.3 อาหารแบบผสมรวม หรือ อาหาร TMR (Total mixed rations; TMR) อาจ

มีชื่อเรียกว่า อาหารครบส่วน อาหารผสมสำเร็จ หรืออาหารสูตรรวม อาหาร TMR เป็นอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารหยาบ อาหารชั้น ตลอดจนแร่ธาตุและวิตามิน ที่นำมาประกอบเป็นสูตรอาหารโดยผ่านการคำนวณให้มีปริมาณโภชนะต่างๆ ครบถ้วนเพียงพอตามความต้องการของโคนม อาหาร TMR อาจอยู่ในรูปอัดเม็ด หรือแบบผง หรือแบบหมักก็ได้ แนวคิดของการให้อาหาร TMR คือ ความต้องการให้อุณหภูมิในกระเพาะหมักซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกแบคทีเรีย ได้สัมผัสกับอาหารที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบเหมือนกันตลอดทั้งวัน เพื่อช่วยให้การหมักย่อยมีความสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังช่วยลดการเลือกกินวัตถุดิบอาหาร หรือเลือกกินอาหารเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง (Coppock *et. al.*, 1981) อาหาร TMR สามารถให้แก่วัวโคนมได้ตั้งแต่โคอายุมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป ทั้งนี้ อาหาร TMR ที่ดีจะมีลักษณะ ดังนี้

- 1) ประกอบด้วยอาหารหยาบและอาหารชั้นในสัดส่วนที่เหมาะสม และต้องมีการกระจายตัวสม่ำเสมอทั่วถึง โดยสูตรอาหาร TMR ให้ระดับพลังงานและโปรตีนครบตามความต้องการของสัตว์ตามช่วงการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตในระยะต่างๆ
- 2) คุณภาพของอาหารหยาบ และอาหารชั้นต้องมีคุณภาพดี โดยมีระดับโปรตีนไหลผ่าน 30-35% ของโปรตีนทั้งหมด และมีเยื่อใย (Acid Detergent Fiber; ADF) ประมาณ 20-25% หรือ (Neutral Detergent Fiber; NDF) 30-35%
- 3) ขนาดตามยาวของอาหารหยาบควรอยู่ระหว่าง 3-5 เซนติเมตร เพื่อให้การย่อยได้ในกระเพาะรูเมนมีประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ และสามารถรักษาความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะให้คงที่ได้
- 4) อาหาร TMR ไม่ควรใส่ยูเรียเกิน 1% และหากผสมกากน้ำตาลไม่ควรเกิน 5-10%

3.2 ความต้องการอาหารของโคนม การให้อาหารโคนมโดยทั่วไปต้องพิจารณาความต้องการโภชนะของแม่โค ปริมาณน้ำนมและคุณภาพน้ำนมที่โคให้ และสภาพร่างกายของแม่โค ในระยะประมาณ 7-8 สัปดาห์หลังคลอด แม่โคอาจเริ่มให้น้ำนม 15 ลิตรต่อวัน แล้วเพิ่มขึ้นไปถึง 25 ลิตรต่อวัน จากนั้นผลผลิตก็จะลดลงไปจนถึง 10 ลิตรต่อวันในช่วงสุดท้ายของการให้น้ำนมก่อนหยุดการรีดนม ในช่วงที่มีการให้น้ำนมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ละวันแม่โคต้องการพลังงานและโปรตีนเพิ่มขึ้น และจะลดลงเมื่อถึงช่วงที่ผลผลิตลดลง แต่อย่างไรก็ตาม ตลอดช่วงการให้นมนี้แม่โคต้องการพลังงานและโปรตีนเพื่อการดำรงชีพในปริมาณที่คงที่ หากเมื่อแม่โคตั้งท้องแม่โค ลูกโคในท้องจะไม่มี การเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็วในช่วง 6 เดือนแรกแต่จะมีการเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็วหลังจากนั้น ในช่วงเวลานั้นก็จะมีความต้องการสารอาหารเพิ่มขึ้น ในช่วงเดือนที่ 9 ของการตั้งท้องลูกโคจะมีการเพิ่มขนาดเกือบเป็นสองเท่าจึงต้องพิจารณาการให้อาหารเพื่อรักษาการเจริญของลูกโค โดยปกติแล้วแม่โคจะดึงเอาอาหารที่เก็บไว้ในร่างกายมาใช้ในช่วง 12 อาทิตย์หลังคลอด พลังงานนี้ถูกดึงมาใช้เพื่อการผลิตน้ำนมทำให้แม่โคผลิตน้ำนมได้มากขึ้นในแต่ละวันจนถึงช่วงให้น้ำนมสูงสุด ซึ่งการใช้พลังงานจากอาหารอย่างเดียวไม่พอแน่นอน แม่โคจำเป็นต้องมีความสมบูรณ์ของร่างกายมากพอที่จะสูญเสียเพื่อสร้างน้ำนมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมของร่างกายของแม่โคให้พร้อมในระหว่างการให้นมในช่วงท้ายหรือระหว่างเวลาหยุดรีดนม การให้ผลผลิตน้ำนมและความยาวนานของการให้น้ำนมสัตว์ของโคนม มีความเกี่ยวข้องกับระบบการสืบพันธุ์ ดังนั้นความพร้อมของร่างกายของแม่โคนมทั้งก่อนและหลังคลอดจึงมีความสำคัญมาก หากแม่โคมีความสมบูรณ์ของร่างกายที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลกระทบต่อทั้งปริมาณน้ำนมที่ได้รวมประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ที่ลดลงด้วย (เลอชาติ บุญเอก, 2555)

โภชนะในอาหารที่โคนมต้องการ ได้แก่ น้ำ พลังงาน โปรตีน เยื่อใย วิตามิน และแร่ธาตุ ความต้องการสารอาหารเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการพิจารณาองค์ประกอบของอาหารที่จะให้โคกิน สำหรับปริมาณโปรตีนที่แม่โคต้องการขึ้นอยู่กับขนาดของแม่โค การเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำนม และระยะการอุ้มท้อง ในการคำนวณความต้องการโปรตีนของแม่โคนม อาจคำนวณทั้งความต้องการโปรตีนรวม (crude protein) โปรตีนที่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมน (RDP) และโปรตีนที่ไม่ถูกย่อยสลายในกระเพาะรูเมนหรือโปรตีนไหลผ่าน

(UDP) โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์โปรตีนที่ผลิตผ่านออกจากกระเพาะหมักมายังลำไส้เพื่อการย่อยและดูดซึม มีปริมาณที่เพียงพอสำหรับการสร้างน้ำนม 12 ลิตรต่อวัน หรืออาจกล่าวได้ว่า หากแม่โคนมให้น้ำนมไม่เกินวันละ 12 ลิตรต่อวัน โปรตีนรวมทั้งหมดในอาหารไม่จำเป็นต้องมี UDP ก็ได้ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำนมในแต่ละระยะการรีดนมหรืออุม่ท้องเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อความต้องการโปรตีนของแม่โค เช่น ช่วงต้นการให้น้ำนม (early lactation) แม่โคมีความต้องการโปรตีน 16-18% ในช่วงกลางการให้น้ำนม (mid-lactation) แม่โคจะมีความต้องการโปรตีน 14-16% ช่วงปลายการให้น้ำนม (late lactation) แม่โคมีความต้องการโปรตีน 12-14% และช่วงแห้งนม (dry) แม่โคมีความต้องการโปรตีน 10-12% ส่วนระดับพลังงานที่ต้องการนั้น แม่โคอุม่ท้องต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นเพื่อการอุม่ท้องและพัฒนาการของลูกในท้อง ในระยะ 5 เดือนแรกของการอุม่ท้องแม่โคต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นประมาณ 1 MJ สำหรับแต่ละเดือนของการอุม่ท้อง และเพิ่มขึ้นอย่างมากใน 4 เดือนสุดท้ายของการอุม่ท้อง นอกจากนี้ในแม่โครีดนม ปริมาณความต้องการพลังงานยังต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของไขมันและโปรตีนในน้ำนมด้วย

4. การให้อาหาร TMR เลี้ยงโคนมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม

การให้อาหารแบบ TMR เลี้ยงโคนม เป็นการอาหารที่มีส่วนผสมของอาหารหยาบ อาหารชั้น ตลอดจนแร่ธาตุและวิตามิน โดยสัดส่วนของส่วนผสมได้มีการคำนวณให้มีปริมาณโภชนะต่างๆ ครบถ้วนเพียงพอตามความต้องการของโคนม ทั้งนี้ให้อาหารแบบ TMR เลี้ยงโคนมในประเทศไทยนั้นยังไม่เป็นที่นิยมในกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทั่วไป การให้อาหารโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่จะให้อาหารแบบแยกส่วน ซึ่งเป็นวิธีการให้อาหารโคนมดั้งเดิมที่เกษตรกรปฏิบัติมาเป็นเวลายาวนาน คือ ให้อาหารชั้นและอาหารหยาบแยกกัน โดยจะให้อาหารชั้นวันละ 2 มื้อ ก่อนการรีดนมเช้าและเย็น จากนั้นจะให้อาหารหยาบเต็มทีหรือเท่าที่จะหาได้ การให้อาหารชั้นส่วนใหญ่จะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณการให้น้ำนม เช่น ให้อาหารชั้น 1 กิโลกรัม เมื่อแม่โคให้นม 2-4 กิโลกรัม เป็นต้น รูปแบบการให้อาหารแบบแยกส่วนอาจเหมาะสมกับโคนมที่มีพันธุกรรมให้ผลผลิตน้ำมน้อยประมาณ 6-8 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน

การเลี้ยงโคนมที่ใช้หญ้าเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก จะต้องใช้พื้นที่ในการปลูกหญ้าจำนวน 55.7 ไร่ หรือคิดเป็น 2.8 ไร่ต่อตัวต่อปี เพื่อเพียงพอต่อการเลี้ยงโคนมจำนวน 20 ตัว (มีโครีดนม 10 ตัว โคแห้งนม 5 ตัว โคสาวทดแทน 3 ตัว และลูกโค 2 ตัว) ในกรณีที่เกษตรกรไม่มีแปลงหญ้าและต้องใช้เวลาไปเกี่ยวหญ้ามาให้โคนมกินไม่ต่ำกว่าวันละ 2 - 3 ชม. จึงจะได้ปริมาณที่เพียงพอสำหรับโคนมในฟาร์มในแต่ละวัน อย่างไรก็ตาม เกษตรกรเกือบทั้งหมดอาศัยอาหารหยาบจากภายนอกฟาร์มเป็นหลัก โดยเฉพาะฟางข้าว รวมทั้งเศษเหลือและผลพลอยได้จากการปลูกพืชและอุตสาหกรรมทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรด เปลือกและแกนข้าวโพดแห้ง ต้นข้าวโพดฝักอ่อน ยอดอ้อย เป็นต้น จากที่อาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงโคนมในประเทศไทยส่วนมากมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างต่ำ ซึ่งโคนมจะได้รับโภชนะจากอาหารหยาบที่เพียงพอต่อการดำรงชีพมากกว่าที่จะให้ผลผลิต ดังนั้นการให้อาหารชั้นจึงถูกใช้เป็นอาหารหลักในการเลี้ยงโคนม และเสริมด้วยอาหารหยาบให้โคกิน ฉลอง วชิราภากร (2554) ได้ประเมินรายจ่ายค่าอาหารและรายได้จากน้ำนม จากการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณการกินได้ของโคนมกับปริมาณการให้นมของโคนม โดยรวบรวมจากงานวิจัยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา โดยเฉลี่ยโคนมที่ให้ผลผลิตในช่วง 10-20 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณการกินอาหาร (มีสัดส่วนอาหารหยาบ 40% และอาหารชั้น 60%) จำนวน 1 กิโลกรัม จะให้น้ำนมได้ 1 กิโลกรัม ซึ่งฟาร์มโคนมที่มีโครีดนม 5 ตัว และโคไม่รีดนม 5 ตัว เกษตรกรจะมีกำไรก็ต่อเมื่อโคนมให้ผลผลิตตั้งแต่ 15 กิโลกรัมต่อวันขึ้นไป โดยอาหารหยาบและอาหารชั้นมีต้นทุนที่ 1 กิโลกรัมละ 3 และ 7 บาท ตามลำดับ ส่วนราคาขายน้ำนมดิบอยู่ที่ 11 บาทต่อกิโลกรัม และได้สรุปว่า การที่เกษตรกรจะสามารถแข่งขันภายใต้ข้อตกลงการค้าเสรีนั้นจำเป็นต้อง 1) มีการจัดการสัดส่วนโคนมให้เหมาะสม กล่าวคือ ควรมีโครีดนมอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของโคนมที่มี

อยู่ในฟาร์ม และ 2) ปรับปรุงต้นทุนทางด้านอาหาร โดยการเลือกใช้อาหารหยาบที่เหมาะสมตามการให้ผลผลิต และมีการจัดการให้อาหารหยาบร่วมกับอาหารข้น เป็นหนทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตจากการจัดการด้านอาหารสัตว์

แม้ว่าสถิติผลผลิตน้ำนมดิบโคนมของประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการปรับปรุงด้านพันธุกรรมของโคนม เช่น ในปี พ.ศ. 2560 แม่โคนมให้ผลผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ย 12.18 กิโลกรัม/ตัว/วัน เมื่อเทียบกับ ปี พ.ศ. 2550 แม่โคนมให้ผลผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ย 10.05 กิโลกรัม/ตัว/วัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555 และ 2561) แต่ในภาพรวมโคนมของประเทศไทยยังให้ผลผลิตน้ำนมในระดับต่ำ และคุณภาพน้ำนมในด้านองค์ประกอบของน้ำนมยังถือว่าต่ำกว่ามาตรฐาน คือ มีเนื้อมหรือของแข็งในน้ำนม (Total solid: TS) ค่อนข้างต่ำ จากการสุ่มตรวจคุณภาพน้ำนมดิบโคนมจากถังรวมของฟาร์มในปี พ.ศ. 2556 จำนวน 148,779 ตัวอย่าง จาก 131 สหกรณ์และศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบที่มีฟาร์มสมาชิก 19,597 ฟาร์ม พบว่า ฟาร์มโคนมที่มีปริมาณของแข็งในน้ำนมสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (>12%) มีจำนวนเพียงร้อยละ 50 และจำนวนร้อยละ 80 มีปริมาณไขมันนมสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (>3.35%) (เนาวรัตน์ กำภูศิริ, ม.ป.ป.) ทั้งนี้ สุทธิรัตน์ เอี่ยมละมัยและคณะ (2556) ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุปัญหาและสรุปว่า การที่น้ำนมดิบโคนมมีปริมาณของแข็งในน้ำนมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ ต่ำกว่าร้อยละ 12.00 อาจเป็นผลมาจากโคนมได้รับอาหารที่ไม่เหมาะสมและไม่เพียงพอต่อความต้องการ สอดคล้องกับการศึกษาการจัดการอาหารของสมาชิกสหกรณ์โคมนมไทยมิลค์ จำกัด จังหวัดสระบุรี (สัญญา นารีแพงสี, 2556) พบว่า ปริมาณอาหารหยาบที่โคกินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณของแข็งในน้ำนมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเกษตรกรที่มีคุณภาพน้ำนมดิบต่ำกว่ามาตรฐาน (10.77%TS) ให้อาหารหยาบเลี้ยงโคนมในปริมาณที่น้อยกว่ากลุ่มที่มีคุณภาพน้ำนมดิบสูงกว่ามาตรฐาน (12.99%TS) ทั้งนี้เกษตรกรที่มีคุณภาพน้ำนมต่ำกว่ามาตรฐานส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในการจัดการอาหารเลี้ยงโคนม ดังนั้นคุณภาพน้ำนมดิบที่ต่ำกว่ามาตรฐานอาจมาจากโคนมได้รับอาหารโดยเฉพาะอาหารหยาบไม่เพียงพอต่อความต้องการ

การที่แม่โคให้น้ำนมมากขึ้นจำเป็นต้องได้กินอาหารเพิ่มมากขึ้น แต่อาหารหยาบในเขตร้อนส่วนใหญ่มีคุณภาพต่ำ โดยเฉพาะพืชอาหารสัตว์เขตร้อนในช่วงฤดูร้อนมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ คือ มีโปรตีนและแร่ธาตุหลักในระดับต่ำ มีเยื่อใยสูงและมีปริมาณของ ADF สูง นอกจากจะส่งผลต่อการกินได้ของวัตถุดิบ และการย่อยได้ของวัตถุดิบลดลง ยังทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการผลิตน้ำนมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพลดลง ทำให้มีการให้อาหารข้นในปริมาณมากเพื่อให้โคได้รับโภชนะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เนื่องจากโคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ต้องกินอาหารหยาบเป็นหลัก ต้องได้กินอาหารหยาบในสัดส่วนที่เหมาะสม หากโคนมได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบในสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักและการใช้ประโยชน์ของโภชนะในอาหารที่โคกิน หากแม่โคนมที่ได้รับอาหารข้นมากกว่า 3 กิโลกรัมต่อมือ จะมีโอกาสเกิดภาวะกรดในกระเพาะหมัก (Acidosis) และโรคกีบ (Lameness) เนื่องจากอาหารข้นมีความเข้มข้นของแป้งและน้ำตาลสูง มีผลทำให้การหมักย่อยในกระเพาะหมักเป็นไปอย่างรวดเร็ว (จิระชัย กาญจนพถมพงศ์, 2543; Nocek, 1997) ดังนั้นการให้อาหารข้นและอาหารหยาบแบบแยกกันจะเพิ่มความเสี่ยงที่จะเกิด metabolic disorder ในโคนม (Beauchemin *et al.*, 2002)

ดังนั้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้อาหารแบบ TMR เลี้ยงโคนม ผ่านการจัดการของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมหรือสหกรณ์โคนมฯ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกษตรกรมีอาหารโคนมที่มีคุณภาพและมีปริมาณที่พอเพียงต่อความต้องการของโคนม ส่งผลเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมของโคนม และช่วยลดต้นทุนการผลิตน้ำนมของโคนม นอกจากนี้การให้อาหารแบบ TMR เลี้ยงโคนม ยังจะช่วยลดปัญหาการขาด

แคลนแรงงานในการจัดการด้านอาหารหยาบของฟาร์ม ซึ่ง เลอชาติ บุญเอก (2558) ได้สรุปถึงข้อดีของการใช้อาหารแบบ TMR เลี้ยงโคนมไว้ ดังนี้

- 1) เพิ่มการกินได้ของอาหารในรูปสิ่งแห้ง (Dry matter intakes; DMI) เมื่อเทียบกับการให้อาหารแบบแยกส่วนระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบ
- 2) เพิ่มผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 5-8 เปอร์เซ็นต์ เพราะหากโคนมกินอาหารในรูปสิ่งแห้งเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัมจะให้นมเพิ่มขึ้น 0.9-1.5 ลิตร
- 3) เพิ่มปริมาณไขมันนม เป็นผลมาจากค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของกระเพาะหมักอยู่ในช่วง 6.2-6.8 ซึ่งเหมาะสมต่อการหมักย่อยอาหารในกระเพาะหมักได้ดีขึ้น รวมถึงการหมักย่อยเยื่อใยพวกเซลลูโลสจากอาหารหยาบก็เป็นไปด้วยดี จึงทำให้ความเข้มข้นของกรดอะซิติก ซึ่งเป็นสารตั้งต้นที่ใช้ในการผลิตไขมันนมเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันนมสูงขึ้น
- 4) เพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ช่วยให้การสังเคราะห์จุลินทรีย์โปรตีน (microbial protein synthesis) เกิดขึ้นสูงสุด และช่วยให้การหมักย่อยอาหารเกิดขึ้นสูงสุดด้วย จุลินทรีย์เป็นแหล่งโปรตีนสำคัญที่โคจะได้รับ โดยไหลผ่านจากกระเพาะหมัก แล้วถูกย่อยและดูดซึมบริเวณลำไส้เล็กเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
- 5) ลดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารของโคนม (digestive upsets) เพราะโคนมได้รับอาหารที่มีส่วนผสมหรือองค์ประกอบเหมือนกันตลอดทั้งวัน จึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีความผันแปรน้อย และลดปัญหาการเกิดภาวะกรดในกระเพาะหมักที่ส่งผลต่อการเกิดก๊อแก๊สตามมา
- 6) ลดพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของโคนม เนื่องจากวัตถุดิบทั้งที่เป็นแหล่งอาหารหยาบและอาหารข้นถูกผสมรวมกัน ขนาดชิ้นอาหารมีความสม่ำเสมอ โคนมไม่สามารถเลือกกินอาหารส่วนใดส่วนหนึ่งได้ ดังนั้นวัตถุดิบอาหารที่มีความน่ากินต่ำ จึงสามารถใช้ในสูตรอาหาร TMR ได้

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการให้อาหาร TMR เลี้ยงโคนม

การให้อาหารแบบ TMR เป็นรูปแบบการให้อาหารที่ส่งเสริมให้โคนมมีการกินอาหารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ลักษณะอาหารที่มีความสม่ำเสมอ (uniform) ทั้งทางด้านกายภาพ (physical) และองค์ประกอบทางเคมี ทำให้ทุกครั้งที่โคกินอาหาร TMR จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้โภชนะของโค และลดอัตราการเกิด acidosis ในโคนมระยะให้นม (Sova *et. al.*, 2014) ทั้งนี้การให้อาหาร TMR มีผลเพิ่มปริมาณอาหารที่กินได้ของโค จากการทดลองเปรียบเทียบการให้อาหาร TMR กับการให้อาหารแยกส่วน พบว่า โคนมเพศผู้ที่มีปริมาณอาหาร TMR ที่กินในรูปวัตถุแห้งมากกว่าโคนมเพศผู้ที่กินอาหารแบบแยกส่วน และโคเนื้อเพศผู้ที่กินอาหารแบบแยกส่วน แต่ไม่พบความแตกต่าง ($p>0.05$) ของน้ำหนักเพิ่มของโคทดลองทั้งสามกลุ่ม (ถนัด รัตนานพวงศ์ และบุญธรรม แสงแก้ว, 2554)

วิโรจน์ ภัทรจินดา (2558) รายงานว่า การให้อาหาร TMR (ทรีตเมนต์ 1) แก่โคนมมีผลต่อปริมาณอาหารที่กินได้ ปริมาณน้ำนม โปรตีนและไขมันในน้ำนม แตกต่างจากการปล่อยโคนมในแปลงหญ้าและเสริมด้วยอาหารข้น (ทรีตเมนต์ 2) และการปล่อยโคนมในแปลงหญ้าและเสริมด้วยอาหาร TMR (ทรีตเมนต์ 3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีปริมาณอาหารที่กินได้ 26.7 เทียบกับ 21.6 และ 25.2 กิโลกรัม/วัน โดยโคนมให้ปริมาณน้ำนม 38.1 เทียบกับ 28.5 และ 32.0 กิโลกรัม/วัน โปรตีนในน้ำนม 3.0 เทียบกับ 2.8 และ 3.0 % และไขมันในน้ำนม 3.3 เทียบกับ 3.1 และ 3.4 ตามลำดับ จากการศึกษาผลผลิตน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารแบบ TMR อาหารแบบแยกส่วนและอาหารกึ่ง TMR ของ Muhanned, E.M., *et. al.*, (2017) พบว่า โคนมที่ได้รับอาหารแบบ TMR ให้ผลผลิตน้ำนมและของแข็งในน้ำนม (total solid) มากกว่าที่ได้รับอาหารแบบแยกส่วนและอาหารกึ่ง TMR

สำหรับระดับโปรตีนในอาหาร TMR นั้น ภัทยา ภาคมฤค และคณะ (2005) ศึกษาระดับโปรตีน 12, 14, 16 และ 18% ในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับโคนม ในสัดส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้น 40 ต่อ 60 ที่มีซังข้าวโพดร่วมกับฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่า ระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้โคนมได้รับโปรตีนและอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($p < 0.05$) และระดับโปรตีนที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลทำให้ผลผลิตน้ำนมและปริมาณโปรตีนในน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นแบบเส้นตรง ($p < 0.05$) และปริมาณของแข็งไม่รวมไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นแบบเส้นตรง ($p < 0.01$) โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างโคนมที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณโปรตีน 14 และ 18 % ทั้งนี้ได้สรุปว่า ควรใช้สูตรอาหารผสมสำเร็จรูปที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนม 10-15 กก/ตัว/วัน อย่างไรก็ตาม เชิดชาย โยธารินทร์ และคณะ (2556) ได้ทดลองเสริมกรดอะมิโนในสูตรอาหารผสมสำเร็จรูปที่มีการใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นแหล่งพลังงานที่ระดับ 0, 30, 60 และ 90 กรัม/ตัว/วัน พบว่า การเสริมกรดอะมิโนไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ ($p > 0.05$) แต่การเสริมกรดอะมิโนที่ระดับ 60 กรัม/ตัว/วัน มีผลทำให้ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนะสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบการเสริมกรดอะมิโนที่ระดับ 0, 30 และ 90 กรัม/ตัว/วัน ทั้งนี้ในทุกระดับการเสริมกรดอะมิโนให้ผลผลิตน้ำนมโคไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

