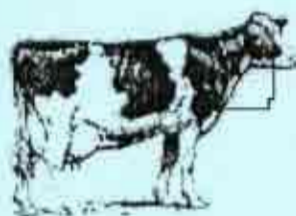
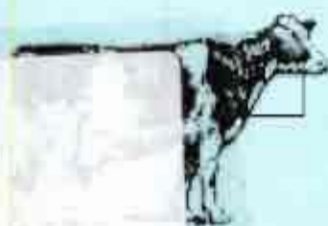


สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รับเมื่อวันที่ ๑๑ มี.ค. ๕๔ เลขที่

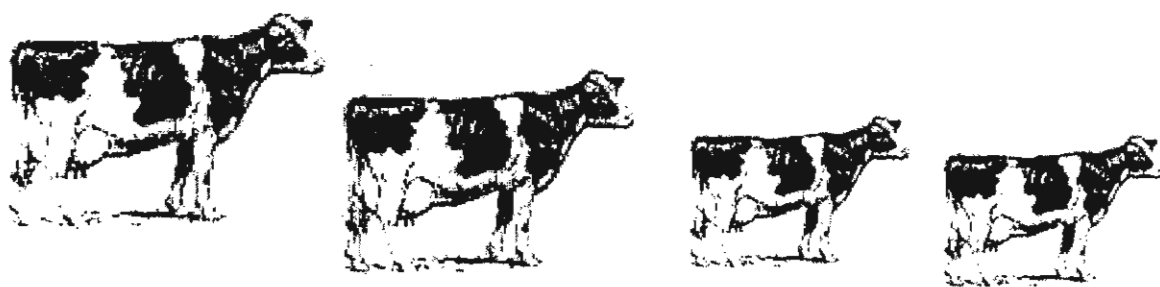
หมายเหตุ

หลักการประกอบสูตรอาหารโคนมและ หลักการให้อาหารโคนมสำหรับเกษตรกร



สุทธิตักดี แก้วแถมจันทร์

หลักการประกอบสูตรอาหารโคนมและ หลักการให้อาหารโคนมสำหรับเกษตรกร



สุทธิศักดิ์ แก้วแกมจันทร์

คำนำ

ตลอดระยะเวลากว่า 40 ปี ของการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย สิ่งหนึ่งที่มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา คือ ระดับสายเลือดของโคนม ซึ่งสายพันธุ์ที่นิยมใช้ก็คือ พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน หรือพันธุ์ขาว-ดำ ทำให้หลายฟาร์มมีระดับสายเลือดของโคพันธุ์นี้ สูงกว่า 87.5 % และบางฟาร์มมีระดับสายเลือดใกล้เคียงกับพันธุ์แท้ ผลของการพัฒนาสายพันธุ์โคนมทำให้โคเหล่านี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตนมสูงขึ้น ในขณะที่ตัวโคมีการพัฒนาจนทำให้โคให้ผลผลิตนมสูง แต่กลับพบว่าตัวเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเอง มีการพัฒนาด้านความรู้ในเรื่องอาหารและการจัดการกับโคกลุ่มนี้น้อยมาก ทำให้เกิดปัญหาต่างๆ กับโคกลุ่มนี้มากในช่วงหลังคลอด ทั้งปัญหาในเรื่องโคคลอดยาก, รุกค้ำ, โคเบื่ออาหารหลังคลอด การเกิดความเป็นกรดในกระเพาะ, กระเพาะพลิก, การให้ผลผลิตไม่คงทน และสุดท้ายปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาคือ ปัญหาการผสมติดต่ำ

จากประสบการณ์ในการลงพื้นที่ทำงานวิจัยกว่า 2 ปี พบว่า สาเหตุสำคัญของปัญหาดังกล่าว เกิดขึ้นเนื่องมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับอาหารและการให้อาหารโคนมน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโคกลุ่มที่ให้นมมาก บางปัญหาเป็นเรื่องใหม่สำหรับเกษตรกร ที่มักเกิดกับกลุ่มโคให้นมมากและเกี่ยวข้องกับการจัดการด้านอาหาร เช่น ปัญหาการเบื่ออาหารหลังคลอดหรือการเกิดโรคคีโตซิส, การเกิดสภาพความเป็นกรดในกระเพาะหมัก เป็นต้น การจะแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะต้องเริ่มต้นจากความรู้ ความเข้าใจในเรื่องอาหารและการให้อาหารโคนม ตลอดจนการจัดการฟาร์มที่ถูกต้อง ผู้เขียนจึงมีความตั้งใจที่จะทำคู่มือในการประกอบสูตรอาหารโคนมและการให้อาหารโคนม ในลักษณะที่เป็นพื้นฐานที่เข้าใจได้ง่ายให้กับเกษตรกรในเขตพื้นที่ที่ได้อ้างอิงงานวิจัย ตลอดจนสำหรับเกษตรกรที่มีความสนใจในการจะประกอบสูตรอาหารขึ้นใช้เองภายในฟาร์ม เพราะจากประสบการณ์ที่ผู้เขียนได้เข้าไปแนะนำในการประกอบสูตรอาหารและการจัดการด้านอาหารที่ถูกต้องให้กับเกษตรกรมากกว่า 30 ฟาร์ม พบว่า หากเกษตรกรมีการจัดการด้านอาหารที่ดีแล้ว จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้มาก ทำให้โคมีศักยภาพในการให้ผลผลิตนมเพิ่มสูงขึ้นและให้ผลผลิตที่ยาวนานขึ้น ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องต้นทุนค่าอาหารชั้น และลดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นกับโคนม ทำให้เกษตรกรมีผลกำไรเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเกษตรกรต้องตระหนักว่า หนังสือเล่มนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของความรู้ในการทำสูตรอาหารและการให้อาหารแก่โคนม เกษตรกรต้องมีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมในด้านการเลี้ยงโคนมอยู่ตลอดเวลา และต้องรู้จักปรับสภาพการจัดการฟาร์มให้เหมาะสมกับตนเอง โดยยืนอยู่บนพื้นฐานของหลักวิชาการด้วย

สุทธิศักดิ์ แก้วแกมจันทร์ (อ. ปลวก)

16 มกราคม 2546

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตสุรินทร์ อ.เมือง จ. สุรินทร์ 32000

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
หลักการคำนวณสูตรอาหารโคนม	2
ประเภทของอาหารโคนม	3
ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์	6
องค์ประกอบทางโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์	8
ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์	10
ความต้องการโภชนะของโคนม	11
การคำนวณความต้องการสารอาหารของโครีดนม	16
การคำนวณปริมาณอาหารขั้นที่ใช้เลี้ยงโคนม	18
การคำนวณสูตรอาหารขั้นโคนม	21
หลักการผสมอาหารขั้น	40
หลักการให้อาหารขั้นโคนม	44
ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการด้านอาหารกับสภาพร่างกายโค	51
ตัวอย่างสูตรอาหารขั้นโคนม	57
เอกสารอ้างอิง	67

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 องค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์	9
2 ปริมาณความต้องการพลังงาน โปรตีน และแร่ธาตุ ในแต่ละวันของโครุ่นและ โคนม	13
3 ความต้องการสารอาหารของโครีดนม	15
4 การจัดการด้านอาหารแก่ลูก	46
5 ระยะเวลาการประเมินคะแนนสภาพร่างกายโค กับระดับคะแนนสภาพร่างกายโค	56
6 สูตรอาหารลูกโคนม โปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์	57
7 สูตรอาหารโคนมรุ่น โคนม และโคระยะพัก โปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์	58
8 สูตรอาหารโคนมรุ่น โคนม และโคระยะพักโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์	59
9 สูตรอาหารโคนมรุ่น โคนม และโคระยะพักโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์	60
10 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	61
11 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	62
12 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์	63
13 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์	64
14 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์	65
15 สูตรอาหารโคนมรีดนม โปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์	66

ตารางภาคผนวกที่

1 ความต้องการแร่ธาตุและวิตามินของโครีดนม	69
--	----

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีน

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>	<u>เปอร์เซ็นต์โปรตีน</u>
มันเส้น	20 กก.	$20 \times 2 / 100 = 0.40$ กก.
ข้าวโพด	10 กก.	$10 \times 8 / 100 = 0.80$ กก.
รำละเอียด	10 กก.	$10 \times 12 / 100 = 1.20$ กก.
รำสาลี	15 กก.	$15 \times 16 / 100 = 2.40$ กก.
กากมะพร้าว	15 กก.	$15 \times 20 / 100 = 3.00$ กก.
เมล็ดฝ้าย	10 กก.	$10 \times 23 / 100 = 2.30$ กก.
กากถั่วเหลือง	17 กก.	$17 \times 44 / 100 = 7.48$ กก.
แร่ธาตุ	3 กก.	$3 \times 2 / 100 = -$ กก.
รวม	100 กก.	รวมโปรตีน = 17.58 กก.
		หรือคิดเป็น = 17.58 เปอร์เซ็นต์

เอาเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการในสูตรอาหารลบกับเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้

$$16 - 17.58 = 1.58 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

จากผลการลบกันระหว่างเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการกับโปรตีนในสูตรอาหาร พบว่า โปรตีนในสูตรอาหารสูงกว่าความต้องการ 1.58 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องปรับลดกากถั่วเหลืองแล้วไปเพิ่มมันเส้น

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสูตรอาหาร ใช้หลักการเดียวกันตัวอย่างที่ผ่านมา คือ เอาปริมาณโปรตีนที่เกินหารด้วยผลต่างของโปรตีนของกากถั่วเหลืองและมันเส้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.42

$$\frac{1.58}{0.42} = 3.76 \text{ กก.}$$

นั่นแสดงว่าจะต้องลดกากถั่วเหลือง 3.76 กก. และต้องเพิ่มมันเส้น 3.76 กก เพราะฉะนั้นปริมาณของมันเส้นและกากถั่วเหลืองหลังจากปรับใหม่

$$\text{มันเส้น} = 20 + 3.76 \text{ กก.} = 23.76 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง} = 17 - 3.76 \text{ กก.} = 13.24 \text{ กก.}$$

หลักการประกอบสูตรอาหารโคนม

เกษตรกรหลายท่านอาจมีข้อสงสัยว่า ทำไมในโคนมต้องมีการให้อาหารชั้นด้วย ให้กินแต่หญ้าเพียงอย่างเดียวไม่ได้หรือ เหตุผลสำคัญที่จะอธิบายถึงข้อสงสัยดังกล่าว ก็คือ โครีตนมมีการสูญเสียสารอาหารโดยออกมากับน้ำนมทุกวัน โคนมจึงต้องการสารอาหารหรือโภชนาปริมาณสูงในการนำไปสร้างน้ำนม ยิ่งโคนให้นมมากโคนก็ยิ่งต้องสูญเสียสารอาหารมากตามไปด้วย โคนมจึงต้องการสารอาหารมากขึ้นตามไปด้วย เพื่อชดเชยกับส่วนที่สูญเสียไปกับทางน้ำนม หากโคนกินหญ้าหรืออาหารหยาบเพียงอย่างเดียว โคนมจะได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ ทั้งนี้เนื่องจากหญ้ามีความเข้มข้นของปริมาณสารอาหารต่ำ นอกจากนี้ความเป็นประโยชน์ของหญ่ายังเกี่ยวข้องกับการย่อยได้ของหญ้าด้วย ซึ่งความสามารถในการย่อยได้ของหญ้ามีความสัมพันธ์กับอายุของหญ้า หญ้าที่มีอายุมากหรือหญ้าที่แก่ การย่อยได้ลดลง คุณค่าทางโภชนาของหญ้าก็ลดลงด้วย หญ้าในเขตร้อนดังเช่นประเทศไทยมักแก่เร็ว การย่อยได้จึงลดลง ประกอบกับเกษตรกรในบ้านเราขาดการจัดการดูแลรักษาแปลงหญ้าที่ดี ยิ่งส่งผลต่อคุณภาพของหญ้าในบ้านเราที่มักมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นการให้อาหารชั้นในโคนมจึงมีความสำคัญและยังเป็นแหล่งโภชนาหลักของโคนม ตราบเท่าที่เรายังไม่สามารถผลิตหญ้าหรือแหล่งอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีเลี้ยงโคนม แต่อย่างไรก็ตามอาหารหยาบยังมีความสำคัญต่อโคนมอยู่เสมอ ในการช่วยให้การทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักทำงานได้ตามปกติ รวมทั้งอาหารหยาบยังเป็นแหล่งอาหารที่ราคาถูกด้วย การเลี้ยงโคนมจึงจำเป็นต้องมีการให้ทั้งอาหารหยาบและอาหารชั้นควบคู่กันไป โดยปริมาณสัดส่วนของอาหารทั้ง 2 ชนิด ที่ให้กับโคนมนั้นต้องมีการปรับสัดส่วนให้เหมาะสมกับ ประเภทของโคนม ปริมาณน้ำนม และ คุณภาพของอาหารหยาบ

และในการประกอบสูตรอาหารชั้น เกษตรกรอาจจะมีคำถามว่า ระหว่างการประกอบสูตรอาหารชั้นขึ้นใช้เอง กับการซื้ออาหารสำเร็จรูปไม่ว่าในรูปผงหรือรูปอาหารเม็ด อย่างไหนจะดีกว่ากันหรือคุ้มค่ากว่ากัน แนนอนที่สุดประเด็นแรกที่เกษตรกรต้องคิดเหมือนกันคือ เรื่องของราคาอาหารชั้น ในอาหารสูตรเดียวกัน อย่างไหนถูกกว่ากัน ก็เลือกใช้อาหารชนิดนั้น ซึ่งฟังดูแล้วเหมือนจะถูกต้อง แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วคงไม่ถูกต้องทั้งหมด ทั้งนี้มีประเด็นที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่ต้องพิจารณาควบคู่กับเรื่องราคา ก็คือ คุณภาพของอาหาร หรือคุณค่าทางโภชนาของอาหารชั้นนั้นๆ การพิจารณาเฉพาะต้นทุนค่าอาหารเป็นหลักมากกว่าคุณภาพของอาหาร จึงพบว่า บ่อยครั้งที่เกษตรกรเลือกใช้อาหารที่ราคาถูก หรือทำสูตรอาหารที่ถูกที่สุด โดยมองข้ามถึงคุณภาพของอาหารเป็นประเด็นหลัก ทำให้เกิดผลกระทบต่อการให้ผลผลิตนมของโคนม หากอาหารชั้นนั้นราคาถูกแต่คุณภาพต่ำ คุณภาพของอาหารจึงเป็นประเด็นสำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกใช้อาหารชั้น ดังนั้นการประกอบสูตรอาหารชั้นใช้เองจะช่วยสร้างความมั่นใจในเรื่องคุณภาพของอาหารชั้นได้เป็นอย่างดียิ่ง เพราะในการประกอบสูตรอาหารชั้นขึ้นใช้เองภายใต้

ในฟาร์ม หากเกษตรกรรู้จักวัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นอย่างดีและสามารถแยกแยะได้ว่า วัตถุดิบคุณภาพดี และคุณภาพไม่ดีมีความแตกต่างกันอย่างไร ช่วยให้เกษตรกรสามารถกำหนดคุณภาพของอาหารที่สร้างขึ้นเองได้ ในขณะที่การซื้ออาหารสำเร็จรูป เกษตรกรไม่ทราบถึงคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ประกอบอยู่ในสูตรอาหารนั้นๆ โดยเฉพาะในรูปของอาหารอัดเม็ด ถึงแม้ว่าจะมีการรับรองเปอร์เซ็นต์โปรตีนก็ตาม แต่ความเป็นประโยชน์ของอาหารไม่ได้ขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับระดับพลังงานและความสามารถในการย่อยได้ของอาหารนั้นๆ ด้วย ส่วนในเรื่องต้นทุนค่าอาหารชั้น หากเปรียบเทียบกับอาหารอัดเม็ดแล้ว การประกอบสูตรอาหารขึ้นใช้เองจะมีราคาถูกกว่า ตั้งแต่ 0.50 - 1.50 บาท/กิโลกรัม โดยที่การใช้ประโยชน์จากอาหารที่ผสมเองกับอาหารอัดเม็ดสำหรับในโคนมไม่มีความแตกต่างกันเลย ส่วนการเปรียบเทียบกับอาหารชั้นในรูปผง อาจมีราคาใกล้เคียงกันหรือราคาถูกกว่า แต่ที่สำคัญคือ คุณภาพของอาหาร อาหารที่ผสมขึ้นใช้เองตัวเกษตรกรสามารถทราบถึงคุณภาพได้ดีกว่าอาหารผงที่ซื้อมา ส่วนจุดด้อยหรือปัญหาของการผสมอาหารชั้นใช้เอง คือ แหล่งจำหน่ายวัตถุดิบ ที่บางท้องที่อาจหาซื้อได้ยากและอาจมีราคาแพง ปัญหาในข้อนี้ แก้ไขได้โดยการรวมกลุ่มในการจัดซื้อ ซึ่งอาจเป็นในรูปของสหกรณ์ เป็นต้น กับอีกปัญหาหนึ่งคือ ปัญหาเรื่องคุณภาพของวัตถุดิบในบ้านเรา ที่มีคุณภาพไม่แน่นอนอันเกิดจากการปลอมปน เกษตรกรที่จะผสมอาหารชั้นขึ้นใช้เองจึงต้องพยายามศึกษา และเรียนรู้ ในการแยกแยะคุณภาพของทั้งวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและคุณภาพไม่ดีได้ รวมทั้งการปลอมปนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ด้วย ซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ยากนักหากได้รับคำแนะนำจากนักวิชาการอาหารสัตว์ ตลอดจนการเป็นผู้ที่ช่างสังเกต หรืออาจแก้ไขปัญหามาโดยการเลือกใช้วัตถุดิบที่สามารถสังเกตได้ง่ายหากมีการปลอมปน เช่น ข้าวโพด กากถั่วเหลือง เป็นต้น ด้วยข้อดีต่างๆ ดังกล่าว เกษตรกรสมควรอย่างยิ่งที่จะประกอบสูตรอาหารชั้นขึ้นใช้เองภายในฟาร์มโคนมของตนเอง

หลักการคำนวณสูตรอาหารโคนม

ในการประกอบสูตรอาหารโคนม เกษตรกรจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในสิ่งต่างๆ เหล่านี้บ้างพอสมควร เพื่อให้การทำสูตรอาหารโคนม มีความถูกต้องและตรงกับความต้องการของโคนมมากที่สุด สิ่งทีเกษตรกรควรทราบ มีดังนี้คือ

1. ประเภทของอาหารโคนม
2. ชนิดของวัตถุดิบ
3. องค์ประกอบทางโภชนะของวัตถุดิบ
4. ความต้องการโภชนะของโคนม
5. วิธีการคำนวณสูตรอาหาร
6. หลักการผสมอาหารชั้น

ประเภทของอาหารโคนม

จากอาหารหลัก 5 หมู่ พอจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

1. อาหารพลังงาน ประกอบด้วย

- เยื่อใย
- แป้ง
- น้ำตาล
- ไขมัน

2. อาหารโปรตีน

3. วิตามินและแร่ธาตุ

อาหารพลังงาน

จัดเป็นอาหารกลุ่มหลักของโคนมที่โคต้องการมากกว่าอาหารประเภทอื่น คือ มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่โคต้องการ โคใช้พลังงานสำหรับการดำรงชีพ เช่น การกินอาหาร การเดิน การทำงานของอวัยวะต่างๆของร่างกาย และการสร้างน้ำนม โดยเฉพาะการสร้างน้ำนม โคต้องใช้พลังงานมาก ยิ่งโคให้น้ำนมมากโคยิ่งต้องการพลังงานสูงตามขึ้นไปด้วย ดังนั้นโคให้นมมากจะต้องพิจารณาการให้อาหารพลังงานเป็นพิเศษ เพราะโคกลุ่มนี้มักจะได้รับพลังงานไม่เพียงพอโดยเฉพาะในช่วงหลังคลอด ตามปกติโคได้รับอาหารพลังงานจากอาหารหยาบหรือหญ้า แต่เนื่องจากอาหารหยาบในบ้านเราส่วนใหญ่มีคุณภาพปานกลางถึงต่ำ อันเนื่องมาจากขาดการจัดการแปลงหญ้าที่ดี นอกจากนี้หญ้าในเขตร้อนมักแก่เร็ว มีผลทำให้การย่อยได้ลดลง เมื่อการย่อยได้ลดลง พลังงานที่โคได้รับย่อมลดลง โคจึงต้องได้รับอาหารพลังงานส่วนหนึ่งจากอาหารข้น ดังนั้นเกษตรกรจะต้องปรับระดับพลังงานในอาหารข้นให้เหมาะสมกับการให้ผลผลิตของโคนมและคุณภาพของอาหารหยาบ แหล่งอาหารพลังงานที่สำคัญในโคนมส่วนใหญ่เป็นพวกคาร์โบไฮเดรต ถ้าหากเป็นอาหารหยาบคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปของเยื่อใย ส่วนในอาหารข้นส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปแป้ง

เยื่อใย เป็นชนิดหนึ่งของประเภทอาหารคาร์โบไฮเดรต และถือว่าเป็นแหล่งพลังงานหลักของสัตว์กระเพาะรวมหรือของโคนม จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถย่อยสลายเยื่อใยให้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับโคนมได้ เยื่อใยเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารหยาบ เช่น หญ้า ต้นข้าวโพด ฟางข้าว เป็นต้น ส่วนอาหารข้นส่วนมักมีเยื่อใยเป็นองค์ประกอบอยู่ต่ำ สำหรับความสามารถในการย่อยได้ของเยื่อใยขึ้นอยู่กับอายุของหญ้า เมื่อหญ้าอายุมากขึ้น

ความสามารถในการย่อยได้ลดลง เยื่อใยนอกจากเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญสำหรับโคนมแล้วยังมีความสำคัญในการช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก ให้เหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ หากโคได้รับอาหารเยื่อใยต่ำเกินไป ทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดในกระเพาะหมักได้ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในการย่อยอาหารลดลงและส่งผลกระทบต่อการผลิตของโค

แป้ง เป็นแหล่งพลังงานหลักในอาหารชั้นโคนม ได้มาจากพืชที่สะสมแป้งในราก เช่น มันสำปะหลัง กับพวกธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ปลายข้าว เป็นต้น ส่วนน้ำตาลทั้งในอาหารหยาบและวัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่มีปริมาณต่ำ แหล่งของน้ำตาลที่สำคัญในอาหารโคนมได้มาจากกากน้ำตาล สำหรับไขมัน ถึงแม้จะให้พลังงานสูงกว่าอาหารพวกแป้งและน้ำตาลถึง 2.25 เท่า แต่การใช้ไขมันในโคนมก็มีข้อจำกัดในการใช้ โดยมีข้อแนะนำในการใช้ได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณอาหารที่โคกินทั้งหมด หากมีการใช้ไขมันปริมาณสูงกว่านี้จะมีผลกระทบต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก ซึ่งจะส่งผลทำให้การย่อยได้ของอาหารลดต่ำลงและส่งผลกระทบต่อผลผลิตนมด้วย

อาหารพลังงานหากได้รับเกินความต้องการ ร่างกายจะเก็บสะสมในร่างกายในรูปของไขมัน อาหารพลังงานจึงมีผลต่อสภาพความอ้วน-ผอมของโค หรือมีความสัมพันธ์กับคะแนนสภาพร่างกายนั่นเอง อาหารพลังงานนอกจากจะมีความสำคัญทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีพและการสร้างน้ำนมแล้ว อาหารพลังงานยังมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนม หากโคนมได้รับอาหารพลังงานไม่เพียงพอแล้ว ย่อมส่งผลกระทบต่อการผลิตของโคได้

อาหารโปรตีน

อาหารโปรตีน มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ การสร้างน้ำนมและการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ในกลุ่มของสารอาหาร อาหารโปรตีนเป็นส่วนที่มีราคาแพงและมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารชั้น ในการคำนวณปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารโคนม เกษตรกรต้องคำนวณให้พอดีกับความต้องการของโคนม ไม่ควรให้ขาดหรือเกินความต้องการ เพราะมีผลกระทบต่อการผลิตและสุขภาพของโคนม สำหรับโปรตีนที่เกินความต้องการของโค ร่างกายจะไม่มีภาระสะสมแต่จะขับทิ้งในรูปของยูเรีย ซึ่งนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุแล้วยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของโคนม รวมทั้งมีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ มีงานวิจัยในต่างประเทศหลายเรื่องที่ยืนยันว่า การที่โคได้รับอาหารโปรตีนสูงเกินความต้องการหรือเกิดความไม่สมดุลระหว่างอาหารพลังงานและอาหารโปรตีน ทำให้ระดับ

ยูเรียในกระแสเลือดเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดถุงน้ำที่รังไข่ และส่งผลทำให้โคผสมติดยาก

ในอาหารโคนม ความสมดุลระหว่างอาหารพลังงานกับอาหารโปรตีนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อปริมาณโปรตีนที่สัตว์ได้รับ เพราะแหล่งโปรตีนหลักของโคหรือของสัตว์กระเพาะรวมได้มาจากโปรตีนจากตัวจุลินทรีย์เอง ดังนั้นการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์จึงเปรียบเสมือนกับการเพิ่มโปรตีนให้กับตัวสัตว์ แต่ในการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ต้องอาศัยทั้งอาหารพลังงานและอาหารโปรตีนที่มีความสมดุลกัน ความสมดุลของอาหารพลังงานและอาหารโปรตีน หมายถึง อัตราการย่อยสลายของอาหารโปรตีนกับอัตราการย่อยสลายของอาหารพลังงานในกระเพาะหมักต้องมีอัตราใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะโปรตีน หากโปรตีนมีการย่อยสลายได้รวดเร็วกว่า การย่อยสลายของอาหารพลังงาน จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้โปรตีนที่ถูกย่อยสลายได้ทันแล้ว โปรตีนที่ถูกย่อยสลายและอยู่ในรูปแอมโมเนีย จะดูดซึมผ่านผนังกระเพาะหมักเข้าสู่กระแสเลือด แอมโมเนียมีความเป็นพิษสูงหากมีปริมาณสูงอาจทำให้สัตว์ถึงตายได้ (เช่นเดียวกับกรณีการที่โคกินปุ๋ยยูเรีย) ร่างกายสัตว์จึงต้องเปลี่ยนแอมโมเนียในกระแสเลือดให้อยู่ในรูปของยูเรียที่มีความเป็นพิษน้อยกว่าแอมโมเนีย แต่ถึงแม้ว่า ยูเรียจะมีความเป็นพิษน้อยกว่าแอมโมเนีย แต่ร่างกายสัตว์จำเป็นต้องมีการขับยูเรียทิ้งทางปัสสาวะ และถ้าหากร่างกายสัตว์มีระดับยูเรียในกระแสเลือดสูง ย่อมส่งผลกระทบต่อสุขภาพของโคนมและมีผลทำให้การผสมติดของโคนมด้วย

วิตามินและแร่ธาตุ

อาหารประเภทวิตามินและแร่ธาตุถึงแม้ว่าโคต้องการปริมาณน้อย แต่ก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าอาหารประเภทอื่น วิตามินและแร่ธาตุมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการทำงานต่างของร่างกายให้เป็นปกติ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญต่อระบบสืบพันธุ์และความต้านทานต่อโรคของโคนม แร่ธาตุ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แร่ธาตุหลัก และแร่ธาตุรอง

แร่ธาตุหลัก เป็นแร่ธาตุที่โคนมต้องการในปริมาณมาก ประกอบด้วยแร่ธาตุ 7 ชนิด คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โพแทสเซียม กำมะถันหรือซัลเฟอร์ โซเดียมและคลอไรด์

แร่ธาตุรอง เป็นแร่ธาตุที่โคนมต้องการในปริมาณน้อย แต่มีความสำคัญที่สัตว์ขาดไม่ได้เช่นกัน มีอยู่ด้วยกัน 7 ชนิด คือ เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โคบอลต์ ไอโอดีน และซีลีเนียม สำหรับวิตามินในโคนมหรือในสัตว์กระเพาะรวม จะไม่ค่อยมีปัญหาหากสัตว์ได้กินพืชอาหารสัตว์สด เพราะในพืชสีเขียว มีวิตามิน เอ ดี และอี อยู่สูง ส่วนวิตามินบีรวม เป็นความโชคดีของสัตว์กระเพาะรวมที่มีจุลินทรีย์สามารถสังเคราะห์วิตามินบีรวมได้ แต่ในหน้าแล้ง

ที่ขาดพืชอาหารสัตว์สด อาจมีปัญหาการขาดวิตามินเอ ดีและอีได้ ดังนั้นจำเป็นต้องเสริมวิตามินเหล่านี้ในรูปพรีมิกซ์ ในช่วงฤดูร้อน

ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์

การรู้จักชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ ว่าวัตถุดิบชนิดนั้นเป็นประเภทพลังงานหรือประเภทโปรตีน มีความสำคัญต่อเกษตรกรในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์มาประกอบเป็นสูตรอาหารได้ถูกต้อง บ่อยครั้งที่พบว่าเกษตรกรที่ผสมอาหารขึ้นใช้เองในฟาร์ม เมื่อวัตถุดิบอาหารสัตว์ตัวใด ตัวหนึ่งขาดแคลน เกษตรกรนำวัตถุดิบมาทดแทนไม่ถูกต้อง เช่น บางช่วงกากวิสกี กากถั่วลิสงหรือเมล็ดฝ้ายขาดตลาด วัตถุดิบทั้งสามชนิดเป็นวัตถุดิบประเภทโปรตีน แต่เกษตรกรกลับทดแทนด้วยการใช้ข้าวโพดหรือรำละเอียดซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน ทำให้สูตรอาหารดังกล่าวมีระดับโปรตีนไม่เพียงพอกับความต้องการของโคนม ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตนมลดลงได้ สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์จำแนกตามประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1. วัตถุดิบประเภทพลังงาน เป็นวัตถุดิบที่มีพลังงานเป็นองค์ประกอบหลัก และมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบอยู่ไม่เกิน 18 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างวัตถุดิบประเภทพลังงาน มีดังนี้

- | | |
|------------|-------------------|
| - มันเส้น | - รำหยาบ |
| - ข้าวโพด | - กากมันเส้น |
| - ข้าวฟ่าง | - กากเมล็ดยางพารา |
| - ปลายข้าว | - กากปาล์มน้ำมัน |
| - รำอ่อน | - เปลือกสับปะรด |
| - รำสาลี | - กากน้ำตาล |

2. วัตถุดิบประเภทโปรตีน เป็นวัตถุดิบที่มีปริมาณโปรตีนเป็นองค์ประกอบมากกว่า 18 เปอร์เซ็นต์ วัตถุดิบประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปอาหารของคนเรา และส่วนใหญ่เป็นพืชน้ำมัน เช่น ถั่วเหลือง มะพร้าว ทานตะวัน และเมล็ดฝ้าย เป็นต้น หลังจากสกัดน้ำมันแล้ว กากที่เหลือนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ วัตถุดิบประเภทโปรตีน มีดังนี้

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - กากถั่วเหลือง | - กากเมล็ดทานตะวัน |
| - กากมะพร้าว | - เมล็ดฝ้าย |
| - กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน | - กากงุ่นเส้น |
| - กากถั่วลิสง | - กากนุ่น |

- กากฝ้าย
- กากวิสกี
- กากงา
- ขนไก่ปน
- กากเบียร์ หรือ กากมอลต์
- ถั่วเขียวบด
- ปลาป่น
- นมผง

3. วิตามินและแร่ธาตุ

ในส่วนของวัตถุดิบประเภทพลังงานและโปรตีน เกษตรกรส่วนใหญ่พอรู้จักและเข้าใจอยู่บ้าง แต่สำหรับวิตามินและแร่ธาตุแล้ว กลับพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ ความเข้าใจน้อยที่สุด เพราะโดยทั่วไปเกษตรกรรู้จักแร่ธาตุในลักษณะที่เป็นแร่ธาตุผสมสำเร็จรูป แต่ไม่ทราบว่าแร่ธาตุที่ใช้อยู่ในนั้นประกอบด้วยแร่ธาตุอะไรบ้าง มีกี่ชนิด การที่เกษตรกรไม่รู้จักชนิดของแร่ธาตุว่ามีกี่ชนิด อะไรบ้างนั้น ก่อให้เกิดปัญหาการใช้แร่ธาตุในโคนม ส่งผลกระทบต่อการให้ผลผลิตของโคนม โดยเฉพาะปัญหาเรื่องการผสมติด ซึ่งมีความสัมพันธ์กับแร่ธาตุอย่างยิ่ง

สำหรับปัญหาหลักของการใช้แร่ธาตุของเกษตรกรก็คือ การขาดความรู้ในเรื่องชนิดและปริมาณความต้องการแร่ธาตุแต่ละชนิดของโคนม ทำให้การใช้แร่ธาตุของเกษตรกรมักไม่ค่อยคำนึงถึงชนิดและปริมาณของแร่ธาตุที่ใส่ในสูตรอาหาร ว่ามีทั้งแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุรองครบทั้ง 14 ชนิดหรือไม่ การใช้แร่ธาตุเกษตรกรมักจะพิจารณาเรื่องราคาเป็นหลัก โดยจะใช้แร่ธาตุที่มีราคาถูก หรือใช้แร่ธาตุตามคำแนะนำจากบุคคลต่างๆ ซึ่งแร่ธาตุที่มีราคาถูกหรือการใช้แร่ธาตุที่ไม่ได้ระบุปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ เอาไว้ ส่วนใหญ่แร่ธาตุเหล่านี้มักจะผสมแร่ธาตุไม่ครบทั้ง 14 ชนิด ซึ่งมักจะขาดพวกแร่ธาตุรอง คือ ใช้แร่ธาตุรองไม่ครบทั้ง 7 ชนิด ตามที่โคนมต้องการ เพราะแร่ธาตุรองส่วนใหญ่มีราคาแพง แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าแร่ธาตุที่ราคาแพงจะเป็นแร่ธาตุที่มีคุณภาพดี หรือบางครั้งพบว่า ผู้ผลิตแร่ธาตุมีการเลือกใช้วัตถุดิบแร่ธาตุในรูปที่สัณฐานไปใช้ประโยชน์ได้ต่ำ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อคุณภาพของแร่ธาตุและมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของโคนมตามมามากมาย ดังนั้นข้อพิจารณาในการเลือกใช้แร่ธาตุ เกษตรกรต้องรู้จักตรวจสอบชนิดและปริมาณแร่ธาตุจากฉลากข้างกระสอบ ว่ามีแร่ธาตุครบหรือไม่ จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุแต่ละชนิดว่ามีปริมาณเท่าไร ต่อปริมาณแร่ธาตุ 1 กิโลกรัม หากแร่ธาตุยี่ห้อใดมีจำนวนแร่ธาตุครบทั้ง 14 ชนิด และมีปริมาณแร่ธาตุต่อหน่วยกิโลกรัมสูงกว่าและต้องมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของโคนมด้วย จึงจะเลือกใช้แร่ธาตุยี่ห้อนั้น แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาถึงเรื่องราคาต่อหน่วยกิโลกรัมด้วยว่า แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และเกษตรกรต้องทราบถึงปริมาณความต้องการแร่ธาตุแต่ละชนิดของโคนมและสามารถคำนวณปริมาณแร่ธาตุที่ระบุปริมาณการใช้ที่ข้างกระสอบว่า ถ้าหากว่าใช้ตามปริมาณที่ระบุไว้ข้างกระสอบแล้ว โคนมได้รับปริมาณแร่ธาตุครบตามความต้องการหรือไม่ (ปริมาณความต้องการแร่ธาตุของโคนม ได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 1) หากแร่ธาตุยี่ห้อใดไม่ระบุ

ชนิดและปริมาณแร่ธาตุที่ชัดเจน ก็ไม่ควรเสี่ยงเลือกใช้ยี่ห้อนั้น และที่สำคัญที่สุดแร่ธาตุยี่ห้อนั้น ต้องมีทะเบียนอาหารสัตว์ที่รับรองโดยกรมปศุสัตว์แสดงไว้ข้างกระสอบ เพื่อยืนยันถึงปริมาณแร่ธาตุแต่ละชนิดที่ระบุไว้ข้างกระสอบนั่นเอง

ในการใช้แร่ธาตุมีสิ่งหนึ่งที่ควรระวัง คือ การใช้แร่ธาตุในรูปพรีมิกซ์ (premix) พรีมิกซ์ เป็นการนำเอาแร่ธาตุและวิตามินผสมเข้าด้วยกัน พรีมิกซ์ มีทั้งแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุรอง ซึ่งอาจจะมีไม่ครบทุกตัวโดยเฉพาะแร่ธาตุหลัก ส่วนใหญ่จะเน้นแร่ธาตุรองที่เกี่ยวข้องกับการผสมติดของโคนม เช่น สังกะสี แมงกานีส และซีลีเนียม เป็นต้น ส่วนวิตามินที่นิยมใช้ มักเป็นพวกวิตามินที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของโคนมเช่นกัน คือ วิตามิน เอ ดี อี และบางยี่ห้อจะผสมวิตามินที่ช่วยกระตุ้นระบบเมตาบอลิซึมหรือระบบการทำงานของร่างกาย เช่น วิตามินบี 1 บี 6 และบี 12 ดังนั้นจุดประสงค์การใช้พรีมิกซ์จึงใช้เพื่อเสริมแร่ธาตุและวิตามินให้กับโคนม ในกลุ่มโคที่เสี่ยงต่อการขาดแร่ธาตุและวิตามิน เช่น ในโคที่ให้นมมาก หรือควรเสริมพรีมิกซ์ในช่วงหน้าแล้งที่ใช้ฟางข้าวเลี้ยงโค เพราะฟางข้าวมีปริมาณแร่ธาตุและวิตามินต่ำกว่าหญ้าสดมาก แต่หลักการใช้พรีมิกซ์ ไม่ควรใช้พรีมิกซ์เป็นที่แร่ธาตุหลักเพียงอย่างเดียว แต่ควรใช้เสริมร่วมกับแร่ธาตุที่ใช้โดยทั่วไปด้วย

องค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

การประกอบสูตรอาหารให้มีปริมาณสารอาหารตรงตามที่ต้องการได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการทราบองค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ใช้ ซึ่งองค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความผันแปรแตกต่างกันไป แม้แต่วัตถุดิบชนิดเดียวกันแต่มาจากแหล่งต่างกัน ปริมาณสารอาหารก็ต่างกัน เพราะฉะนั้นการจะเลือกใช้ค่าองค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบ ควรพิจารณาให้รอบคอบด้วย หากให้มีความถูกต้องมากที่สุด ควรจะได้มีการส่งตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่จะใช้ประกอบสูตรอาหารขึ้น ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ที่เป็นหน่วยงานของรัฐ ซึ่งกรณีนี้เหมาะสำหรับฟาร์มขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่ต้องใช้อาหารข้นภายในฟาร์มในปริมาณมาก ซึ่งหากมีการคำนวณสูตรอาหารผิดพลาดจะมีผลกระทบทั้งการให้ผลผลิตนมและต้นทุนค่าอาหารด้วย แต่สำหรับกรณีฟาร์มขนาดเล็ก ควรเลือกใช้วัตถุดิบที่มีความผันแปรขององค์ประกอบทางโภชนาไม่มากนัก เช่น มันเส้น ข้าวโพด รำสาลี เมล็ดฝ้าย กากถั่วเหลือง เป็นต้น รวมทั้งมีการสังเกตคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์เหล่านั้นร่วมด้วย ในการกำหนดค่าปริมาณโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ สำหรับค่าปริมาณโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 (ยกเว้นพลังงาน) ส่วนใหญ่เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์

ชนิดของวัตถุดิบ	องค์ประกอบทางโภชนา (เปอร์เซ็นต์)				
	น้ำหนักรแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	พลังงาน(TDN)	เยื่อใย
มันเส้น	92	2	0.75	85	3.7
ข้าวโพด	88	8	4.3	88	4.8
ข้าวฟ่าง	89	11	3.4	80	2
ปลายข้าว	88	8	0.80	88	2.5
รำหยาบ	92	5-8 *	-	56	20.5
รำละเอียด	91	12	15.1	72	12.8
รำสกัดน้ำมัน	92	15	2.5	68	13
รำสาลี	89	16	4.40	70	11.3
กากน้ำตาล	75	3.5	0.90	70	-
กากเบียร์แห้ง(กากมอลท์)	92	25	6.50	66	14.9
กากวิสกี	91	38 - 50 *	0.90	72	12
กากซีอิ๊วเหลือง	84	32	-	72	3
กากปาล์มน้ำมัน	89	12 - 14 *	-	70	-
กากเนื้อในปาล์มน้ำมัน	92	20	-	75	12
กากมะพร้าว	90	20	6.9	82	12.8
ถั่วเขียวบด	90	18-22	-	80	-
ถั่วแดงบด	90.5	23	-	80	-
กากวันเส้น(กากถั่วเขียว)	85.3	26	-	75	2.5
กากเมล็ดยางพารา	89	14	-	72	-
กากเมล็ดทานตะวัน	90	25.9	1.20	60	35.1
กากงา	87	42	7.5	72	27
เมล็ดฝ้าย	92	23	20	90	24
กากเมล็ดฝ้าย	92	42	5.0	78	15.5
กากถั่วลิสง	90	26 - 33		80	17.6
กากถั่วลิสง	93	45	2.0	83	7.5
กากถั่วเหลือง	89	42-45 *	1.50	80	7
กากเต้าเจี้ยว	94	22-27	11.7	70	12.5
ปลาป่น	91	55 - 60 *	5.10	75	1.5

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชนิดของวัตถุดิบ	องค์ประกอบทางโภชนา (เปอร์เซ็นต์)				
	น้ำหนักรากแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	พลังงาน(TDN)	เยื่อใย
นมผง	96	26	26	119	0.20
หางนมผง	94	35.8	0.90	85	0.20
ขนไก่ป่น	93.3	72	-	72	-
เปลือกถั่วเหลือง	91	12	2.10	77	40.1
ใบกระถิน	91	16-21 *		68	-
ยูเรีย	90	282	-	-	-

* วัตถุดิบเหล่านี้ มีความผันแปรของเปอร์เซ็นต์โปรตีนค่อนข้างสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ

หมายเหตุ : พลังงาน TDN (Total Digestible Nutrient) คือ ค่าการย่อยได้ของวัตถุดิบอาหารสัตว์ แต่สามารถจัดเป็นประเภทของพลังงานอีกประเภทหนึ่งที่ยอมรับใช้คำนวณความต้องการพลังงานในสัตว์กระเพาะรวม

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์

การเลือกชนิดของวัตถุดิบมาประกอบสูตรอาหารมีความสำคัญเช่นกัน ไม่ใช่คำนึงเฉพาะราคาหรือต้นทุนต่ำเพียงอย่างเดียว แต่ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย ซึ่งข้อที่ควรพิจารณาในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ มีดังต่อไปนี้ คือ

1. คุณค่าทางอาหารหรือองค์ประกอบทางโภชนา เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก วัตถุดิบที่เลือกมาใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์นั้น ต้องมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์สูงตามประเภทของวัตถุดิบนั้นๆ

2. การย่อยได้ ความเป็นประโยชน์ของอาหารอยู่ที่ว่า อาหารชนิดนั้นสามารถย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยแค่ไหน เช่นเดียวกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ ถึงแม้จะมีสารอาหารอยู่สูง แต่ถ้าหากมีการย่อยได้ต่ำ สัตว์ก็นำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยด้วย การนำวัตถุดิบที่มีการย่อยได้ต่ำเหล่านี้ไปใช้ในสูตรอาหาร ต้องระวังปริมาณการใช้ในสูตร โดยเฉพาะในโคที่ให้นมมาก ต้องใช้ในปริมาณที่ไม่สูงเกินไป เช่น กากทานตะวัน กากงา กากปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

3. **ความเป็นพิษ** วัตถุดิบบางชนิดมีสารพิษ หรือสารยับยั้งการใช้ประโยชน์ของสารอาหาร เช่น กระถิน เมล็ดฝ้าย กากนุ่น ข้าวฟ่าง และเมล็ดถั่วเหลืองดิบ การใช้วัตถุดิบเหล่านี้จะต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้ และประเภทของโคนม อย่างไรก็ตามสารพิษในวัตถุดิบเหล่านี้ไม่ได้มีความรุนแรงถึงขั้นทำให้สัตว์ตาย แต่จะมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและสุขภาพของโค หากใช้ในปริมาณสูงเกินไปและใช้เป็นระยะเวลานานด้วย

4. **ราคา** จะเห็นได้ว่าการทำสูตรอาหาร ราคาไม่ใช่ข้อพิจารณาในระดับต้น ๆ คุณค่าทางอาหารต่างหากที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก หากคำนึงเฉพาะราคา โดยเลือกใช้วัตถุดิบที่ราคาถูก แต่สูตรอาหารที่ได้มีคุณค่าทางอาหารต่ำ ก็ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ จะใช้ราคาเป็นตัวพิจารณาหรือตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบแต่ละชนิด ก็ต่อเมื่อวัตถุดิบนั้นมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกัน วัตถุดิบไหนราคาถูกก็โลกรั้มถูกกว่าก็เลือกใช้วัตถุดิบตัวนั้น เช่น กากถั่วเหลืองกับกากถั่วลิสง มีเปอร์เซ็นต์โปรตีน ใกล้เคียงกันและสัตว์มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบทั้งสองชนิดได้ใกล้เคียงกัน แต่กากถั่วลิสงมีราคาถูกกว่าจึงตัดสินใจเลือกใช้กากถั่วลิสงเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหาร เป็นต้น

5. **ความน่ากิน** ในการประกอบสูตรอาหารบ่อยครั้ง ที่พบว่า สูตรอาหารที่ทำมีโภชนะต่างๆ ครบถ้วน ราคาถูก แต่พอนำไปใช้เลี้ยงโค โคกลับไม่ชอบกิน ทั้งนี้เพราะสูตรอาหารนั้นไม่มีความน่ากิน สัตว์เลยไม่ชอบกิน การเลือกใช้วัตถุดิบบางชนิดที่มีกลิ่นหอม มีความน่ากิน เช่น กากมะพร้าว รำละเอียด กากเนื้อในปาล์ม กากถั่วเหลือง และกากน้ำตาลลงในสูตรอาหารจะช่วยเพิ่มความน่ากินของอาหารสูตรนั้นๆ

ความต้องการโภชนะของโคนม

ความต้องการโภชนะหรือความต้องการสารอาหารของโคนม เป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากในการทำความเข้าใจ แต่เป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกรต้องพยายามทำความเข้าใจให้มากที่สุด เพราะจะเป็นประโยชน์ในการประกอบสูตรอาหาร ตลอดจนการให้อาหารแก่โคนมได้อย่างถูกต้องตรงกับความต้องการของโคนมอย่างแท้จริง การให้อาหารแก่โคนมของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นการให้โดยที่เกษตรกรไม่ทราบความต้องการโภชนะที่แท้จริงของโคนม แต่เป็นการให้โดยการกะประมาณเอา ถึงแม้ว่าโดยทั่วไปเกษตรกรมีหลักการให้อาหารว่า ให้อาหารชั้น 1 กก.ต่อปริมาณน้ำนม 2 กก. แต่หลักดังกล่าวก็เป็นเพียงหลักกว้างๆในการให้อาหารแก่โคนมที่อาจไม่ถูกต้องตรงกับความต้องการสารอาหารที่แท้จริงของโค เพราะทั้งนี้ต้องอาศัยข้อพิจารณาอื่นๆร่วมด้วยในการปรับสัดส่วนของอาหารชั้นต่อปริมาณน้ำนม เช่น คุณภาพของอาหารหยาบระดับพลังงานและโปรตีนในอาหารชั้น ระยะการให้นม ระดับการให้ผลผลิตนมและฤดูกาล

เป็นต้น ยกตัวอย่างเช่น กรณีที่อาหารหยาบมีคุณภาพต่ำ ควรปรับสัดส่วนการให้อาหารขึ้นต่อปริมาณน้ำนมลดลง เช่น จากปกติให้อาหารชั้น 1 กก. ต่อปริมาณน้ำนม 2 กก. มาเป็นการให้อาหารชั้น 1 กก.ต่อปริมาณน้ำนม 1.5 กก. เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการปรับสัดส่วนของอาหารชั้นดังกล่าวก็ยังเป็นเพียงการประมาณคร่าวๆเท่านั้น ซึ่งอาจไม่ถูกต้องตรงกับความต้องการที่แท้จริงของโคก็ได้ สิ่งที่ถูกต้องที่สุดคือ การให้อาหารให้ตรงกับความต้องการของโคนม โดยความต้องการสารอาหารของโคนมขึ้นอยู่กับประเภทของโคนม เช่น ในลูกโค โครุ่นและโคสาว มีความต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ส่วนในโครีดนม ความต้องการสารอาหารแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพและเพื่อการสร้างน้ำนม โดยความต้องการสารอาหารทั้ง 2 อย่าง ยังขึ้นอยู่กับประเภทของโคนม น้ำหนักตัว ปริมาณน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันนม

ความต้องการสารอาหารของโครุ่นและโคสาว

โครุ่นเป็นช่วงที่โคมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โคมีความต้องการสารอาหารที่มีความเข้มข้นของโภชนะสูงกว่าโคสาว ความต้องการสารอาหารของโครุ่นและโคสาว เป็นความต้องการเพื่อการเจริญเติบโต ปริมาณความต้องการสารอาหารขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวกับอัตราการเจริญเติบโตของโค สำหรับอัตราการเจริญเติบโตในนี้จะแสดงไว้เพียง 2 อัตราการเจริญเติบโตในแต่ละน้ำหนักตัว ดังแสดงในตารางที่ 2

วิธีการคำนวณความต้องการสารอาหารในโครุ่นและโคสาว

ตัวอย่างที่ 1 โครุ่น มีน้ำหนักตัว 200 กก. และมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 400 กรัม โคตัวนี้มีความต้องการพลังงานและโปรตีนจำนวนเท่าไร และถ้าหากเกษตรกรประกอบสูตรอาหารชั้นที่มีระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 70 เปอร์เซ็นต์(TDN) เกษตรกรต้องให้อาหารปริมาณเท่าไรถึงทำให้โครุ่นได้รับสารอาหารเพียงพอกับความต้องการ

ขั้นตอนที่ 1 ดูค่าปริมาณความต้องการสารอาหารของโครุ่นจากตารางที่ 2 พบว่าโครุ่นน้ำหนักตัว 200 กก. และมีอัตราการเจริญเติบโตวันละ 400 กรัม ต้องการสารอาหารดังนี้

พลังงาน (TDN)	2.76	กก.
โปรตีน	513	กรัม

ตารางที่ 2 ปริมาณความต้องการพลังงาน โปรตีน และแร่ธาตุในแต่ละวันของโคขุนและ โกลา

น้ำหนัก ตัว(กก.)	การเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	พลังงาน(TDN) (กก.)	โปรตีน (กรัม)	Ca ** (กรัม)	P ** (กรัม)	วิตามิน เอ (IU)
100	400	1.67	386	15	8	4,240
100	500	1.82	422	16	8	4,240
150	400	2.22	512	17	10	6,360
150	500	2.41	567	18	11	6,360
200	400	2.76	513	19	13	8,480
200	500	2.99	562	20	13	8,480
250	400	3.30	629	21	15	10,600
250	500	3.58	681	21	16	10,600
300	400	3.87	761	22	16	12,720
300	500	4.19	824	23	17	12,720
350	400	4.47	909	23	17	14,840
350	500	4.84	985	23	18	14,840
400	400	5.12	1078	24	18	16,960
400	500	5.56	1169	24	19	16,960
450	400	5.85	1276	27	18	19,080
450	500	6.36	1387	28	19	19,080

* ปริมาณอาหารที่กินคิดเป็นน้ำหนักแห้ง ** Ca = แคลเซียม P = ฟอสฟอรัส

ที่มา : NRC (1988)

ขั้นตอนที่ 2 เกษตรกรทำสูตรอาหารโคขุน ที่มีระดับพลังงานในสูตรอาหาร 70 เปอร์เซนต์ (TDN) โปรตีน 14 เปอร์เซนต์ สมมุติว่า ในตอนแรกเกษตรกรให้อาหารข้นวันละ 2 กก.

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบปริมาณสารอาหารที่โคได้รับ จากการให้อาหารข้นวันละ 2 กก.

- การตรวจสอบพลังงานที่โคได้รับ (โดยวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์)

จากสูตรอาหารพลังงาน 70 เปอร์เซนต์ หมายความว่า

ถ้าให้อาหารข้น	100	กิโลกรัม	โคจะได้รับพลังงาน	70	กิโลกรัม
แต่ถ้าให้อาหารข้น	2	กิโลกรัม	โคจะได้รับพลังงาน	$\frac{70 \times 2}{100}$	กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นโคจะได้รับพลังงาน = 1.40 กิโลกรัม

ซึ่งจากการตรวจสอบจะเห็นได้ว่าการให้อาหารข้นเพียง 2 กิโลกรัมต่อวัน โคได้รับพลังงานไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มปริมาณอาหารข้น สมมุติว่า เพิ่มการให้อาหารข้นเป็น 4 กิโลกรัมต่อวัน

ถ้าให้อาหารข้น	100	กิโลกรัม	โคจะได้รับพลังงาน	70	กิโลกรัม
แต่ถ้าให้อาหารข้น	4	กิโลกรัม	โคจะได้รับพลังงาน	$\frac{70 \times 4}{100}$	กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นโคจะได้รับพลังงาน = 2.80 กิโลกรัม

การให้อาหารข้นเพียง 4 กิโลกรัมต่อวัน ที่โคได้รับปริมาณพลังงานเพียงพอกับความต้องการ

- การตรวจสอบปริมาณโปรตีนที่โคได้รับ

จากสูตรอาหารมีปริมาณโปรตีน 14 เปอร์เซนต์ หมายความว่า

ถ้าให้อาหารข้น	100	กิโลกรัม	โคจะได้รับโปรตีน	14	กิโลกรัม
แต่ถ้าให้อาหารข้น	4	กิโลกรัม	โคจะได้รับโปรตีน	$\frac{14 \times 4}{100}$	กิโลกรัม

เพราะฉะนั้นโคจะได้รับโปรตีน = 0.56 กิโลกรัม

แต่หน่วยโปรตีนที่คำนวณได้มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ดังนั้นจึงต้องทำให้มีหน่วยเป็นกรัมให้เหมือนกับความต้องการโปรตีนที่มีหน่วยเป็นกรัม ด้วยการคูณด้วยจำนวน 1,000 (1 กิโลกรัม มี 1,000 กรัม)

เพราะฉะนั้นโคจะได้รับโปรตีน = 0.56×1000 กรัม
= 560 กรัม

จากการคำนวณพบว่า โปรตีนที่โคได้รับเพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นการให้อาหารชั้นที่มีระดับพลังงาน 70 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 4 กิโลกรัมต่อวัน โคขุนจะได้รับสารอาหารเพียงพอกับความต้องการ อย่างไรก็ตาม จากตัวอย่างเป็นการคำนวณเฉพาะสารอาหารที่ได้รับจากอาหารชั้นเพียงอย่างเดียวทั้งนี้ เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนในการตรวจสอบได้ง่าย แต่ในความเป็นจริงโคยังได้รับสารอาหารจากหญ้าหรืออาหารหยาดด้วย อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรเข้าใจวิธีการคำนวณความต้องการสารอาหารของโคแล้ว ก็สามารถคำนวณปริมาณสารอาหารที่โคได้รับทั้งจากอาหารชั้นและอาหารหยาดได้เช่นเดียวกัน

ความต้องการสารอาหารของโครีดนม

ความต้องการสารอาหารของโครีดนม แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพ และความต้องการสารอาหารเพื่อการสร้างนํ้านม ในส่วนของความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัวของสัตว์ สัตว์ยังมีน้ำหนักตัวมากยิ่งต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพยังขึ้นอยู่กับระยะการอุมท้องของแม่โค โดยเฉพาะในช่วง 2 เดือนสุดท้ายก่อนคลอด โคมีความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพทั้งพลังงานและโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เพราะช่วง 2 เดือนสุดท้ายของการอุมท้องลูกโคในท้องแม่โค มีการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักตัวอย่างรวดเร็วมาก ทำให้แม่โคมีความต้องการสารอาหารเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณความต้องการสารอาหารของแม่โครีดนม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความต้องการสารอาหารของโครีดนม

ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพของแม่โครีดนม						
น้ำหนักตัว (กก.)	พลังงาน (กก.,TDN)	โปรตีนรวม (กรัม)	แคลเซียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)	วิตามิน เอ (IU)	วิตามิน ดี (IU)
400	3.13	318	16	11	30,000	12,000
450	3.42	341	18	13	34,000	14,000
500	3.70	364	20	14	38,000	15,000
550	3.97	386	22	16	42,000	17,000
600	4.24	406	24	17	46,000	18,000
650	4.51	428	26	19	49,000	20,000
700	4.76	449	28	20	53,000	21,000

ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพของแม่โคอุ้มท้อง 2 เดือนสุดท้ายก่อนคลอด						
น้ำหนักตัว (กก.)	พลังงาน (กก.,TDN)	โปรตีนรวม (กรัม)	แคลเซียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)	วิตามิน เอ (IU)	วิตามิน ดี (IU)
400	4.15	875	26	16	30,000	12,000
450	4.53	928	30	18	34,000	14,000
500	4.90	978	33	20	38,000	15,000
550	5.27	1,027	36	22	42,000	17,000
600	5.62	1,074	39	24	46,000	18,000
650	5.97	1,120	43	26	49,000	20,000
700	6.31	1,165	46	28	53,000	21,000
ความต้องการสารอาหารเพื่อการสร้างน้ำนม (ต่อน้ำนม 1 กก.)						
เปอร์เซ็นต์ ไขมัน	พลังงาน (กก.,TDN)	โปรตีนรวม (กรัม)	แคลเซียม (กรัม)	ฟอสฟอรัส (กรัม)	วิตามิน เอ (IU)	วิตามิน ดี (IU)
3.5	0.301	84	2.97	1.83	-	-
4.0	0.322	90	3.21	1.93	-	-
4.5	0.343	96	3.45	2.13	-	-
5.50	0.364	101	3.69	2.28	-	-

ที่มา : NRC (1988)

การคำนวณความต้องการสารอาหารของโครีดนม

ในการคำนวณความต้องการสารอาหารของโครีดนม ข้อมูลที่เกษตรกรต้องทราบ มีน้ำหนักตัวโค ซึ่งอาจใช้การประมาณน้ำหนักตัวโดยใช้เทปสายวัดน้ำหนักตัว, ปริมาณน้ำนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันนม (โคที่ให้น้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง มีความต้องการสารอาหารสูงตามไปด้วย) สำหรับขั้นตอนในการคำนวณความต้องการสารอาหารโครีดนม มีดังนี้

ตัวอย่างที่ 2 แม่โครีดนม มีน้ำหนักตัว 500 กก. ให้น้ำนมวันละ 15 กก. และน้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ แม่โคตัวนี้ต้องการสารอาหารในปริมาณเท่าใด

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบปริมาณความต้องการสารอาหารของโครีดนมจากตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า แม่โครีดนม มีน้ำหนักตัว 500 กก. ให้น้ำนมวันละ 15 กก. และน้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ แม่โคต้องการสารอาหารดังนี้

ความต้องการสารอาหาร	พลังงาน(TDN)	โปรตีน	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เอ	ดี
- เพื่อการดำรงชีพ	3.70	364	20	14	38,000	15,000
- เพื่อการสร้างน้ำนม(1 กก.)	0.322	90	3.21	1.98	-	-

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณสารอาหารเพื่อการสร้างน้ำนม ความต้องการสารอาหารเพื่อการสร้างน้ำนมจากตารางที่ 3 นั้น เป็นความต้องการเพียงเพื่อการสร้างน้ำนม 1 กิโลกรัม แต่แม่โคตัวนี้ให้น้ำนม 15 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้นความต้องการสารอาหารเพื่อการสร้างน้ำนมของแม่โคตัวนี้คำนวณได้จาก เอาปริมาณน้ำนมจำนวน 15 กก. คูณกับปริมาณสารอาหารเพื่อการสร้างน้ำนม 1 กก. ได้ค่าดังนี้

ความต้องการสารอาหาร	พลังงาน(TDN)	โปรตีน	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	เอ	ดี
- เพื่อการดำรงชีพ	3.70	364	20	14	38,000	15,000
- เพื่อการสร้างน้ำนม	0.322	90	3.21	1.98	-	-
(1 กก.)						
- เพื่อการสร้างน้ำนม	0.322×15	90×15	3.21×15	1.98×15	-	-
(15 กก.)	= 4.83	1,350	48.15	29.70	-	-
รวม	= 8.53	1,714	68.15	43.70	38,000	15,000

ดังนั้น แม่โคตัวนี้ต้องการสารอาหารดังนี้ ต้องการพลังงาน 8.53 กก. (TDN) โปรตีน 1,714 กรัม แคลเซียม 68.15 กรัม ฟอสฟอรัส 43.70 กรัม วิตามินเอ 38,000 หน่วย IU. และวิตามินดี 15,000 หน่วย IU.

อย่างไรก็ตาม ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพของแม่โครีดนมดังกล่าว เป็นความต้องการของโครีดนมที่โตเต็มที่แล้ว หากเป็นโคสาวท้องแรก ต้องมีการเพิ่มปริมาณสารอาหารเพื่อการดำรงชีพอีก 20 เปอร์เซ็นต์ และถ้าเป็นโครีดนมท้องที่ 2 เพิ่มสารอาหารเพื่อการดำรงชีพ 10 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นวิตามินเอและดี ไม่ต้องเพิ่ม ทั้งนี้เนื่องจากโคสาวท้องแรก และท้องที่ 2 โคยังมีการเจริญเติบโตอยู่ จึงยังต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโตหรือเพื่อการดำรงชีพนั่นเอง แม่โคจะหยุดการเจริญเติบโตเมื่อโคนั้นโตเต็มที่แล้ว คือ เมื่อโคมีอายุประมาณ 5 – 6 ปี หรือเป็นแม่โคที่ให้นมท้องที่ 3 หรือท้องที่ 4 จากตัวอย่างที่ 2 หากเปลี่ยนจากแม่โครีดนม เป็นแม่โคสาวท้องแรก โคตัวนี้ต้องการสารอาหารปริมาณเท่าไร

ตัวอย่างที่ 3 แม่โคสาวท้องแรก มีน้ำหนักตัว 500 กก. ให้น้ำนมวันละ 15 กก. และน้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ แม่โคสาวตัวนี้ ต้องการสารอาหารปริมาณเท่าไร

หลักในการคำนวณเหมือนกับในแม่โครีดนม คือ มีการคำนวณความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพ และเพื่อการสร้างน้ำนมจำนวน 15 กก. เพียงแต่ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพจะต้องเพิ่มขึ้นอีก 20 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นวิตามินเอและดีไม่มีการเพิ่มยังคงมีปริมาณเท่าเดิม สำหรับการคำนวณปริมาณสารอาหารที่เพิ่มอีก 20 เปอร์เซ็นต์ คำนวณได้จาก การเอาจำนวน 20 คูณกับจำนวนสารอาหารเพื่อการดำรงชีพแล้วหารด้วย 100 ดังตัวอย่างข้างล่าง ส่วนความต้องการเพื่อการสร้างน้ำนม ยังคงเหมือนเดิม

ความต้องการสารอาหาร	พลังงาน(TDN)	โปรตีน	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส
- เพื่อการดำรงชีพ	3.70	364	20	14
- เพื่อการดำรงชีพ เพิ่มอีก 20 %	$3.70 \times 20/100$ = 0.74	$364 \times 20/100$ 72.80	$20 \times 20/100$ 4	$14 \times 20/100$ 2.80
- เพื่อการสร้างน้ำนม (15 กก.)	0.322×15 = 4.83	90×15 1,350	3.21×15 48.15	1.98×15 29.70
รวม	= 9.27	1,786.80	72.15	46.50

ผลจากการคำนวณจะเห็นได้ว่า แม่โคสาวท้องแรก มีความต้องการสารอาหารในส่วนพลังงาน โปรตีน แคลเซียม และฟอสฟอรัส สูงกว่าแม่โครีดนมที่โคเต็มที่แล้ว

การคำนวณปริมาณอาหารชั้นที่ใช้เลี้ยงโครีดนม

เมื่อทราบถึงความต้องการสารอาหารของแม่โครีดนมแล้ว เกษตรกรต้องการที่จะทราบว่า จะต้องให้อาหารชั้นแก่แม่โคนมปริมาณเท่าไรถึงจะเพียงพอกับความต้องการของโคนมในแต่ละวัน สำหรับการคำนวณหาปริมาณอาหารชั้นของแม่โคนม มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณอาหารชั้นที่กิน (กก.)} = \frac{(\text{ก} \times 0.1) - (\text{ข} \times \text{ค})}{\text{โปรตีนในอาหารชั้น}}$$

ก = ความต้องการโปรตีนของโคนม

ข = ปริมาณโปรตีนในอาหารหยาบ

ค = ปริมาณอาหารหยาบที่โคกิน

จากสูตรข้างต้น ข้อมูลที่เกษตรกรกรต้องทราบก็คือ ความต้องการโปรตีนของโคนม เพอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารหยาบ, ปริมาณอาหารหยาบที่โคกิน, เพอร์เซ็นต์โปรตีนในอาหารชั้น

สมมุติว่า แม่โครีดนมน้ำหนักตัว 500 กก. ให้น้ำนม 15 กก.ต่อวัน และน้ำนมมีไขมัน 4 เพอร์เซ็นต์ เหมือนกับตัวอย่างที่ 2 ดังนั้นแม่โครีดนมมีความต้องการโปรตีนวันละ 1,714 กรัม และพลังงาน 8.53 กก. ถ้าเกษตรกรให้อาหารชั้นที่มีโปรตีน 16 เพอร์เซ็นต์ พลังงาน 72 เพอร์เซ็นต์(TDN)และให้หญ้าที่สด(มีความชื้น 80 เพอร์เซ็นต์) ที่มีโปรตีน 8 เพอร์เซ็นต์ และพลังงาน 56 เพอร์เซ็นต์ (TDN) กินวันละ 35 กก. มีขั้นตอนในการคำนวณดังนี้

ขั้นตอน 1 คำนวณหาปริมาณน้ำหนักรวมของหญ้าที่กิน จากโจทย์ที่กำหนดให้หญ้ารูชีมีความชื้น 80 เพอร์เซ็นต์ หรือมีน้ำหนักรวม 20 เพอร์เซ็นต์ หากให้โคกินหญ้ารูชีสดวันละ 35 กก. แม่โคจะได้รับปริมาณหญ้ารูชีในปริมาณเท่าไร

$$\begin{aligned} \text{หญ้ารูชี} \quad 100 \text{ กก. มีน้ำหนักรวม} &= 20 \text{ กก.} \\ \text{หากหญ้ารูชีที่กิน 35 กก. จะมีน้ำหนักรวม} &= 20 \times 35/100 \\ &= 7 \text{ กก.} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 2 แทนค่าต่างๆ ในสูตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอาหารชั้นที่กิน (กก.)} &= \frac{(\text{ก} \times 0.1) - (\text{ข} \times \text{ค})}{\text{โปรตีนในอาหารชั้น}} \\ &= \frac{(1,714 \times 0.1) - (8 \times 7)}{16} \\ &= \frac{(171.4) - (56)}{16} = 7.21 \\ \text{เพราะฉะนั้นปริมาณอาหารชั้นที่กิน} &= 7.21 \text{ กก.} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบสารอาหารที่โคได้รับ โดยคำนวณทั้งในส่วนของการอาหารหยาบคือหญ้ารูชี กับในส่วนของการอาหารชั้น

- การตรวจสอบปริมาณโปรตีนและพลังงาน

<u>ชนิดของอาหาร</u>	<u>น้ำหนักอาหาร</u> (กก. โดยน้ำหนักแห้ง)	<u>โปรตีน</u> (กรัม)	<u>พลังงาน (TDN)</u> (กก.)
อาหารข้น	7.21	= $7.21 \times 16/100$ = 1.536 กก. x 1,000 = 1,536 กรัม	$7.21 \times 72/100$ 5.19
หญ้าหยาบ	7.0	= $7 \times 8/100$ = 0.56 กก. x 1,000 = 560 กรัม	$7 \times 56/100$ 3.92
รวม		= 1,713.6 กรัม	9.11 กก.

ผลจากการตรวจสอบพบว่า ปริมาณโปรตีนที่แม่โคได้รับ คือ 1,713.6 กรัม หรือ 1,714 กรัม และพลังงาน เท่ากับ 9.11 กก. ซึ่งทั้งโปรตีนและพลังงานที่แม่โคได้รับเพียงพอ กับความต้องการ สำหรับกรณีที่แม่โคให้ปริมาณน้ำนมสูงกว่นี้ เช่น แม่โคให้นม ปริมาณ 20 กก.ต่อตัวต่อวัน ปริมาณสารอาหารที่แม่โคต้องการย่อมมีปริมาณสูงตามไปด้วย เกษตรกร จึงต้องมีการปรับสูตรอาหารให้มีความเข้มข้นของสารอาหารเพิ่มสูงขึ้นอย่างเช่น เพิ่มเปอร์เซ็นต์ โปรตีนจาก 16 เปอร์เซ็นต์ เป็น 18 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มพลังงานจาก 72 เปอร์เซ็นต์ เป็น 75 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น ส่วนปริมาณอาหารที่จะให้แก่โคอาจใช้วิธีการคำนวณตามสูตรข้างต้น หรือจะใช้วิธีการกะประมาณจำนวนอาหารข้นที่จะให้ แต่ทั้งนี้เกษตรกรต้องมีการตรวจสอบ ปริมาณสารอาหารที่โคจะได้รับจากปริมาณที่ได้กะประมาณการไว้ จนกว่าแม่โครีดนมจะได้รับ สารอาหารเพียงพอกับความต้องการ

สำหรับวิธีการคำนวณหาปริมาณแร่ธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส วิตามินเอและดีที่ใส่ใน อาหารข้น ว่าเพียงพอกับความต้องการของแม่โคนมหรือไม่นั้น ในที่นี้ไม่ได้แสดงวิธีการ คำนวณไว้ เนื่องจากปริมาณแร่ธาตุและวิตามินเหล่านี้มีปริมาณแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับ บริษัทที่ผลิตหรือขึ้นอยู่กับยี่ห้อของแร่ธาตุนั้นๆ ที่จะมีการระบุปริมาณของแร่ธาตุและวิตามินไว้ ที่ข้างกระสอบ แต่ถ้าหากเกษตรกรเข้าใจหลักการคำนวณสารอาหารแล้ว ก็สามารถตรวจสอบ ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินทุกชนิดได้

การคำนวณสูตรอาหารชั้นโคนม

เมื่อเกษตรกรทราบถึงความต้องการสารอาหารหรือโภชนะของโคนมแต่ละประเภทแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือ การคำนวณสูตรอาหารโคนม ในการทำสูตรอาหารโคนม เป็นลักษณะทั้ง ศิลป์และศาสตร์ ศิลป์ คือ ความสามารถที่ทำให้โคชอบกินสูตรอาหารที่ทำ ไม่ใช่ว่าเน้นแต่มีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนแต่โคกลับไม่ชอบกิน จะต้องรู้จักว่าวัตถุดิบชนิดใดมีกลิ่นหอมสัตว์ ชอบกิน แล้วนำเอาวัตถุดิบแต่ละชนิดมาผสมผสานกันประกอบเป็นสูตรอาหารแล้วโคชอบกิน ส่วนความสามารถในการคำนวณให้สูตรอาหารมีโภชนะครบถ้วนตรงตามความต้องการนั้นจัดเป็นศาสตร์นั่นเอง ในการทำสูตรอาหารเป็นการนำเอาวัตถุดิบ 2 กลุ่มมารวมกัน คือ กลุ่มที่ให้พลังงานกับกลุ่มที่ให้โปรตีน หรือหากจะเปรียบเทียบให้เห็นภาพชัดเจนเหมือนกับการกินอาหารของคนเรา ที่ต้องกิน " ข้าว " ร่วมกับกิน " กับ " ข้าว คือ อาหารประเภทพลังงาน ส่วน กับ คือ อาหารประเภทโปรตีน นั้นเอง จะกินแต่ข้าวอย่างเดียวก็ไม่โตหรือจะกินแต่กับอย่างเดียว ก็จะไม่แข็งแรง ฉะนั้นจึงต้องกินทั้งสองอย่างทั้งข้าวและกับจึงจะได้ครบถ้วนบริบูรณ์ เช่นเดียวกับการทำสูตรอาหารโคนมทั้งต้องใช้วัตถุดิบทั้งกลุ่มที่ให้พลังงานและกลุ่มที่ให้โปรตีน รวมกัน จะใช้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียวไม่ได้ เพราะถ้าเลือกใช้วัตถุดิบประเภทให้พลังงาน เพียงอย่างเดียวก็จะขาดโปรตีน ขณะเดียวกันหากใช้วัตถุดิบประเภทโปรตีนเพียงอย่างเดียว ก็ขาดพลังงาน สรุปแล้วต้องใช้ทั้งสองกลุ่มนั่นเอง

อาหารพลังงาน + อาหารโปรตีน



อาหารชั้น

ดังนั้นในการคำนวณสูตรอาหารโคนมจึงต้องคำนวณให้ได้พลังงานและโปรตีน ตรงตามความต้องการของโคนม ส่วนวิตามินและแร่ธาตุ สำหรับเกษตรกรรายย่อยแล้วไม่นิยมคำนวณการทำสูตรวิตามินและแร่ธาตุขึ้นใช้เอง ซึ่งนอกจากเหตุผลของความยุ่งยากในการทำแล้ว ยังมีเหตุผลเกี่ยวกับต้นทุนที่สูงเกินไปหากทำใช้ในปริมาณน้อย เพราะทั้งวิตามินและแร่ธาตุรอง ใช้ในอัตราส่วนที่น้อยมากในสูตรอาหาร แต่เวลาซื้อจากร้านค้า หรือสั่งซื้อจากบริษัทต้องซื้อตามปริมาณที่บริษัทบรรจุไว้ ไม่สามารถแบ่งซื้อในปริมาณน้อยได้ จึงทำให้ไม่เหมาะสมในการจะทำสูตรวิตามินและแร่ธาตุขึ้นใช้เอง ควรซื้อวิตามินและแร่ธาตุสำเร็จรูปของบริษัทต่างมาใช้ แต่ทั้งนี้เกษตรกรก็ควรพิจารณาว่า แร่ธาตุเหล่านั้นมีครบทั้งแร่ธาตุครบ 14 ตัว ทั้งแร่ธาตุหลักและแร่

ธาตุรอง สำหรับวิตามิน เป็นข้อดีของสัตว์กระเพาะรวมที่มีจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักช่วยสังเคราะห์วิตามินบีรวมได้ ส่วนวิตามิน เอ ดี อี และ เค ซึ่งพบมากในพืชสีเขียว หากโคมีหญ้าสดกินก็จะได้รับวิตามินเหล่านี้ แต่ในหน้าแล้งหากโคกินพวกฟางข้าว ในสูตรอาหารควรผสมวิตามินและแร่ธาตุในรูปพรีมิกซ์ลงไปด้วย

หลักการคำนวณสูตรอาหาร

เมื่อเราทราบถึงประเภทของวัตถุดิบอาหารสัตว์ องค์ประกอบทางโภชนาและ ทราบถึงความต้องการโภชนาของโคในแต่ละประเภทแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเป็นขั้นตอนของการคำนวณ โดยทั่วไปจะคำนวณหาปริมาณโปรตีนก่อน เพราะดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า โปรตีนในสูตรอาหารไม่ควรให้ขาด หรือให้เกินความต้องการของสัตว์ ส่วนพลังงานค่อยคำนวณตอนหลังเพราะโดยปกติพลังงานมักไม่ค่อยขาด ส่วนใหญ่แล้วหากคำนวณโปรตีนเพียงพอ พลังงานก็จะเพียงพอด้วย หรือถ้าหากพลังงานเกินความต้องการก็จะปล่อยให้เกิน เพราะพลังงานที่เกินสัตว์จะไม่ขบทิ้งเหมือนโปรตีนแต่จะสะสมไว้เป็นพลังงานสำรองในรูปเนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งถือเป็นแหล่งพลังงานสำคัญของโคในช่วงหลังคลอดโดยเฉพาะในโคที่ให้นมมาก สำหรับหลักการคำนวณสูตรอาหารในที่นี้ขอเสนอวิธีการคำนวณแบบ ลองผิด - ลองถูก ซึ่งเห็นว่าเป็นหลักการที่ง่ายและสามารถใช้กับสูตรอาหารที่มีวัตถุดิบหลายตัว ในขณะที่วิธีการอื่น เช่น วิธีเปียสันสแควร์ ใช้กับวัตถุดิบเพียงครั้งละ 2 ตัวเท่านั้น เพื่อให้เข้าใจหลักการคำนวณสูตรอาหารแบบลองผิด-ลองถูก ง่ายๆ ในขั้นต้นนี้ จะขอสมมุติการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารเพียงแค่ 2 ชนิดก่อน โดยกำหนดให้วัตถุดิบชนิดหนึ่งเป็นแหล่งให้พลังงานและอีกชนิดหนึ่งให้เป็นแหล่งโปรตีน โดยให้มีปริมาณของอาหารจำนวน 100 กิโลกรัม เพื่อสะดวกในการคำนวณ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างการคำนวณโปรตีนในสูตรอาหารชั้น

ตัวอย่างที่ 1

ต้องการสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุดิบที่จะใช้ โดยเลือกวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานและให้โปรตีนอย่างละ 1 ชนิด ในที่นี้กำหนดวัตถุดิบให้มันเส้น เป็นแหล่งพลังงานและกากถั่วเหลือง เป็นแหล่งโปรตีน

มันเส้น (มีโปรตีน 2 %)
กากถั่วเหลือง (มีโปรตีน 44 %)

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดปริมาณของวัตถุดิบ โดยการประมาณเอา จะสมมุติให้มีปริมาณเท่าไรก็ได้ แม้แต่จะกำหนดให้วัตถุดิบตัวหนึ่งตัวใดเป็นศูนย์ก็ได้ เพราะหลักการปรับสูตรอาหารเหมือนกัน และสุดท้ายแล้วหลังการปรับสูตร ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารจะเท่ากัน แต่วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด รวมแล้วต้องให้ได้ 100 กก. พอดี

มันเส้น (2 %)	=	70	กก.
กากถั่วเหลือง (44 %)	=	30	กก.
รวม	=	100	กก.

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีน ซึ่งใช้หลักการเทียบบัญญัติไตรยางค์ สำหรับปริมาณโปรตีนของวัตถุดิบแต่ละชนิดดูได้จากตารางที่ 1 แล้วนำค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้ไปลบออกจาก เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการ คือ 16 เปอร์เซ็นต์

การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีนโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์

จากมันเส้น ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 2 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า

มันเส้น	100	กก.	มีปริมาณโปรตีน	2	กก.	
ถ้าใช้มันเส้น	70	กก.	จะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ	$2 \times 70 / 100$	กก.	
			ปริมาณโปรตีนของมันเส้น	=	1.40	กก.

และจากกากถั่วเหลือง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน 44 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า

กากถั่วเหลือง	100	กก.	มีปริมาณโปรตีน	44	กก.	
ถ้าใช้กากถั่วเหลือง	30	กก.	จะมีปริมาณโปรตีนเท่ากับ	$44 \times 30 / 100$	กก.	
			ปริมาณโปรตีนของกากถั่วเหลือง	=	13.20	กก.
			รวมโปรตีน	=	$1.40 + 13.20$	
				=	14.60	กก.
			หรือ	=	14.60	เปอร์เซ็นต์

หรือจะใช้วิธีการคำนวณง่าย ๆ โดยการ เอาจำนวนวัตถุดิบคูณด้วยเปอร์เซ็นต์โปรตีน แล้วหารด้วย 100 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เหมือนกัน ดังตัวอย่างข้างล่าง

$$\begin{aligned}
 \text{มันเส้น (2 \%)} &= 70 \times 2 / 100 = 1.40 \text{ กก.} \\
 \text{กากถั่วเหลือง (44 \%)} &= 30 \times 44 / 100 = 13.20 \text{ กก.} \\
 \text{รวมปริมาณโปรตีน} &= 14.60 \text{ กก.} \\
 \text{หรือ} &= 14.60 \text{ เปอร์เซ็นต์}
 \end{aligned}$$

จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการในสูตรอาหารลบด้วยเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้ คือ

$$\begin{aligned}
 &= 16 - 14.60 \\
 &= 1.40 \text{ เปอร์เซ็นต์}
 \end{aligned}$$

แสดงว่าสูตรอาหารที่คำนวณได้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าที่ต้องการอยู่ 1.40 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสูตรอาหารมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าความต้องการ นั้นหมายความว่า เราต้องเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารนี้ ขณะเดียวกันเราก็ต้องไปลดปริมาณวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน ในปริมาณที่เท่ากับปริมาณของวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่เพิ่มในสูตร

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสูตรอาหาร เป็นการคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อเพิ่มในสูตรอาหารนี้ โดยการนำเอาค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต่ำกว่าความต้องการ หรือที่ยังขาดอยู่ คือ ค่า 1.40 มาเป็นตัวตั้ง แล้วหารด้วยค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด ที่ใช้ทดแทนกันจำนวน 1 กก. ค่าผลลัพธ์ที่ได้ คือ ปริมาณวัตถุดิบที่ต้องไปปรับลดหรือเพิ่มจากปริมาณเดิมที่ได้กะประมาณไว้ในตอนแรก สำหรับค่าความต่างของโปรตีน

ค่าความต่างของโปรตีนระหว่างวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด จำนวน 1 กก. นั่นคือ

$$\begin{aligned}
 \text{ในการเพิ่มกากถั่วเหลือง 1 กก. โปรตีนในอาหารจะเพิ่มขึ้น} &= 0.44 \text{ กก.} \\
 \text{และการลดมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะลดลง} &= 0.02 \text{ กก.}
 \end{aligned}$$

** หมายเหตุ : เทียบจากเปอร์เซ็นต์โปรตีนของกากถั่วเหลืองที่มี 44 เปอร์เซ็นต์ นั่นคือ กากถั่วเหลือง 100 กก. มีโปรตีน 44 กก. ถ้ากากถั่วเหลือง 1 กก. มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ $44 \times 1/100 = 0.44$ กก.

เพราะฉะนั้นการเพิ่มกากถั่วเหลือง 1 กก. แล้วลดมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะเพิ่มขึ้น

$$= 0.44 - 0.02$$

$$\text{ค่าความต่างของโปรตีน} = 0.42 \text{ กก.}$$

นั่นคือ ค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด มีค่า เท่ากับ 0.42 นำค่าดังกล่าวแทนในสูตร

$$\frac{\text{ปริมาณโปรตีนที่ขาด}}{\text{ค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด}} = \frac{1.40}{0.42} = 3.33 \text{ กก.}$$

นั่นแสดงว่าจะต้องเพิ่มกากถั่วเหลือง 3.33 กก. และต้องลดมันเส้นลง 3.33 กก. เช่นเดียวกัน

เพราะฉะนั้นปริมาณวัตถุดิบที่ใช้หลังจากปรับใหม่

$$\text{มันเส้น} = 70 - 3.33 \text{ กก.} = 66.67 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง} = 30 + 3.33 \text{ กก.} = 33.33 \text{ กก.}$$

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารที่ปรับใหม่

$$\text{มันเส้น (2 \%)} = 66.67 \times 2/100 = 1.33 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง (44 \%)} = 33.33 \times 44/100 = 14.67 \text{ กก.}$$

$$\text{รวมปริมาณโปรตีน} = 16.00 \text{ กก.}$$

$$\text{หรือคิดเป็น 16 เปอร์เซ็นต์}$$

จะเห็นว่าหลังการปรับสูตรอาหารใหม่แล้ว จะได้เปอร์เซ็นต์โปรตีนตรงกับที่ต้องการคือ 16 เปอร์เซ็นต์พอดี

ตัวอย่างที่ 2

กรณีที่ได้รับอนุมัติให้วัตถุดิบตัวใดตัวหนึ่งมีค่าเป็นศูนย์

ต้องการสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 กำหนดชนิดและปริมาณของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้พลังงานและให้โปรตีนอย่างละ 1 ชนิด แต่ในตัวอย่างนี้กำหนดให้กากถั่วเหลืองมีปริมาณเท่ากับ 0

มันเส้น (2 %)	=	100	กก.
กากถั่วเหลือง (44 %)	=	0	กก.
รวม	=	100	กก.

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีน แล้วนำค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้ไปลบออกจาก เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการ คือ 16 เปอร์เซ็นต์

มันเส้น (2 %)	=	$100 \times 2/100$	=	2	กก.
กากถั่วเหลือง (44 %)	=	$0 \times 44/100$	=	0	กก.
รวมปริมาณโปรตีน	=			2	กก.

เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการในสูตรอาหารลบเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้

$$16 - 2 = 14 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

สูตรอาหารที่คำนวณได้ในขณะนี้ มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าที่ต้องการอยู่ 14 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเราต้องเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารโดยการเพิ่มกากถั่วเหลือง ขณะเดียวกันเราก็ต้องไปลดปริมาณวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงาน คือ ลดปริมาณมันเส้นลง ซึ่งปริมาณการเพิ่มขึ้นและลดลงของวัตถุดิบทั้งสองชนิด มีการคำนวณในขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสูตรอาหาร เป็นการคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบที่จะต้องปรับเพิ่มและปรับลดลงในสูตรอาหารโดยให้นำเอาค่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ยังขาดอยู่ 14 เปอร์เซ็นต์ มาเป็นตัวตั้ง แล้วหารด้วยค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ทดแทนกันจำนวน 1 กก. เหมือนตัวอย่างที่ 1 ค่าผลลัพธ์ที่ได้ คือปริมาณวัตถุดิบแหล่ง

โปรตีนที่ต้องไปปรับเพิ่มและปริมาณวัตถุดิบแหล่งพลังงานที่ปรับลด จากปริมาณที่กะประมาณไว้ในตอนแรก จากนั้นตรวจสอบเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารอีกครั้งหนึ่ง

ค่าความต่างของโปรตีนระหว่างวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด

$$\begin{aligned} \text{ในการเพิ่มกากถั่วเหลือง 1 กก. โปรตีนในอาหารจะเพิ่มขึ้น} &= 0.44 \text{ กก.} \\ \text{และการลดมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะลดลง} &= 0.02 \text{ กก.} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นการเพิ่มกากถั่วเหลือง 1 กก. แล้วลดมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.42 กก. เหมือนตัวอย่างที่ 1

$$\begin{aligned} &\frac{\text{ปริมาณโปรตีนที่ขาด}}{\text{ค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด}} \\ &= \frac{14}{0.42} \\ &= 33.33 \text{ กก.} \end{aligned}$$

นั่นแสดงว่าจะต้องเพิ่มกากถั่วเหลือง 33.33 กก. และต้องลดมันเส้นลง 33.33 กก. เช่นเดียวกัน

เพราะฉะนั้นปริมาณวัตถุดิบที่ใช้หลังจากปรับใหม่

$$\begin{aligned} \text{มันเส้น} &= 100 - 33.33 \text{ กก.} = 66.67 \text{ กก.} \\ \text{กากถั่วเหลือง} &= 0 + 33.33 \text{ กก.} = 33.33 \text{ กก.} \end{aligned}$$

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารที่ปรับใหม่

$$\text{มันเส้น (2 \%)} = 66.67 \times 2/100 = 1.33 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง (44 \%)} = 33.33 \times 44/100 = 14.67 \text{ กก.}$$

$$\text{รวมปริมาณโปรตีน} = 16.00 \text{ กก.}$$

$$\text{หรือ} = 16 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

จะเห็นได้ว่าหลังการปรับสูตรอาหารใหม่แล้ว ปริมาณของวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารทั้งสองชนิดจะเท่ากับกับตัวอย่างที่ 1 รวมทั้งเปอร์เซ็นต์โปรตีนก็ตรงกับที่ต้องการเช่นกันคือ 16

เปอร์เซ็นต์ จากหลักการปรับสูตรอาหารดังกล่าวข้างต้น เราจึงสามารถกำหนดปริมาณวัตถุดิบในตอนแรกจำนวนเท่าไรก็ได้ เพราะสุดท้ายเวลาปรับปริมาณแล้วจะได้ปริมาณเท่ากันเสมอ

ตัวอย่างข้างต้น เป็นการสมมุติในกรณีที่สูตรอาหารที่กะปริมาณวัตถุดิบตอนแรกได้เปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำกว่าที่ต้อง ในทางกลับกันหากการกะประมาณตอนแรกแล้วสูตรอาหารมีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่าที่ต้องการ เราก็ใช้หลักการปรับสูตรอาหารใหม่เหมือนในตัวอย่างแรกเพียงแต่ปริมาณการปรับลดวัตถุดิบทั้ง 2 ตัว จะตรงกันข้ามกันกล่าวคือ เมื่อโปรตีนในสูตรอาหารเกินความต้องการ วัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนจะต้องปรับปริมาณการใช้ลดลง แล้วไปเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานแทนนั้นคือ ลดกากถั่วเหลืองแล้วไปเพิ่มมันเส้นดังตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3

ต้องการสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 กำหนดชนิดและปริมาณของวัตถุดิบอาหารสัตว์

มันเส้น (2 %)	=	60	กก.
กากถั่วเหลือง (44 %)	=	40	กก.
รวม	=	100	กก.

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีน

มันเส้น (2 %)	=	60 x 2/100	=	1.2	กก.
กากถั่วเหลือง (44 %)	=	40 x 44/100	=	17.6	กก.
รวมปริมาณโปรตีน	=	18.80	กก.		
หรือ	=	18.80	เปอร์เซ็นต์		

เปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการในสูตรอาหารลบเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้

$$16 - 18.80 = 2.8 \text{ กก.}$$

แสดงว่าสูตรอาหารที่คำนวณได้มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูงกว่าที่ต้องการอยู่ 2.80 กก. นั้นหมายความว่า เราต้องลดจำนวนวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารนี้ลง ขณะ

เดียวกันเราก็ต้องไปเพิ่มวัตถุดิบที่เป็นแหล่งพลังงานในปริมาณที่เท่ากับจำนวนของวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีน

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสูตรอาหาร โดยการคำนวณหาปริมาณวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่ต้องปรับลดลง และวัตถุดิบแหล่งพลังงานที่ปรับเพิ่ม ซึ่งใช้หลักการเดียวกันกับตัวอย่างที่ 1 และ 2

ในการลดกากถั่วเหลือง 1 กก. โปรตีนในอาหารจะลดลง = 0.44 กก.

และการเพิ่มมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะเพิ่มขึ้น = 0.02 กก.

เพราะฉะนั้นการลดกากถั่วเหลือง 1 กก. แล้วเพิ่มมันเส้น 1 กก. โปรตีนในอาหารจะลดลงเท่ากับ

$$= 0.44 - 0.02$$

$$= 0.42$$

เพราะฉะนั้นค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบ = 0.42

ปริมาณโปรตีนที่เกิน

ค่าความต่างของโปรตีนของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด

$$\frac{2.80}{0.42} = 6.67 \text{ กก.}$$

นั่นแสดงว่าจะต้องลดกากถั่วเหลือง 6.67 กก. และต้องเพิ่มมันเส้น 6.67 กก. เช่นเดียวกัน เพราะฉะนั้นปริมาณวัตถุดิบที่ใช้หลังจากปรับใหม่

$$\text{มันเส้น} = 60 + 6.67 \text{ กก.} = 66.67 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง} = 40 - 6.67 \text{ กก.} = 33.33 \text{ กก.}$$

จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารใหม่

$$\text{มันเส้น (2 \%)} = 66.67 \times 2/100 = 1.33 \text{ กก.}$$

$$\text{กากถั่วเหลือง (44 \%)} = 33.33 \times 44/100 = 14.67 \text{ กก.}$$

$$\text{รวมปริมาณโปรตีน} = 16.00 \text{ กก.}$$

$$\text{หรือ} = 16 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

จากตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างที่แสดงให้ดูข้างต้นจะเห็นได้ว่า การคาดคะเนหรือการกะปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารในตอนแรก ไม่ว่าเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้จะต่ำกว่าหรือสูงกว่าปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการก็ตาม แต่สุดท้ายแล้วเมื่อใช้หลักการปรับสูตรอาหารดังแสดงไว้ข้างต้นแล้ว ก็จะได้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารขั้นตรงตามที่ต้องการ

อย่างไรก็ตามในสภาพความเป็นจริง การทำสูตรอาหารโคนมคงไม่ได้ใช้วัตถุดิบเพียงแค่ 2 ชนิด แต่มีการใช้หลายชนิดร่วมกัน รวมทั้งมีการใช้แร่ธาตุในสูตรอาหารด้วย สำหรับหลักการคำนวณสูตรอาหารขั้นโคนมในกรณีการใช้วัตถุดิบหลายตัวนั้น มีหลักการอยู่ว่า ในขั้นตอนแรก ให้กำหนดปริมาณวัตถุดิบตัวที่มีข้อจำกัดในการใช้ หรือมีปริมาณการใช้ที่แน่นอนตามที่เรต้องการอยากจะใช้ เอาไว้เป็นอันดับแรกก่อน แล้วให้เหลือวัตถุดิบที่ต้องใช้เป็นตัวปรับเปอร์เซ็นต์โปรตีนเพียง 2 ตัว เท่านั้น และวัตถุดิบทั้ง 2 ตัวนี้ ตัวหนึ่งต้องเป็นแหล่งพลังงาน และอีกตัวหนึ่งต้องเป็นแหล่งโปรตีน วัตถุดิบทั้ง 2 ตัวนี้ จะใช้เป็นตัวปรับเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารให้ตรงกับที่ต้องการ ซึ่งเหมือนกับหลักการปรับเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารที่ใช้วัตถุดิบเพียง 2 ชนิด ที่แสดงไว้ดังตัวอย่างที่ 1 2 และ 3

ตัวอย่างการคำนวณโปรตีนในสูตรอาหารขั้นโคนมกรณีที่ใช้วัตถุดิบหลายตัว

ตัวอย่างที่ 4

ต้องการสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 1 เลือกชนิดของวัตถุดิบที่ต้องการใช้ในสูตร ซึ่งในที่นี้ขอยกตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมด 7 ชนิด มีดังนี้

มันเส้น ข้าวโพด รำละเอียด รำสาลี กากมะพร้าว เมล็ดฝ้าย กากถั่วเหลือง และแร่ธาตุ

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ ในขั้นตอนนี้ก่อนอื่นจะต้องกำหนดปริมาณวัตถุดิบที่มีข้อจำกัดในการใช้หรือเป็นวัตถุดิบที่เราต้องการกำหนดให้มีปริมาณการใช้ที่แน่นอน ในที่นี้จะกำหนดให้ ข้าวโพด รำละเอียด รำสาลี กากมะพร้าว เมล็ดฝ้าย และแร่ธาตุ เป็นวัตถุดิบที่มีการกำหนดปริมาณการใช้ที่แน่นอน

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>	
มันเส้น	-	กก.
ข้าวโพด	10	กก.
รำละเอียด	10	กก.
รำสาลี	15	กก.
กากมะพร้าว	15	กก.
เมล็ดฝ้าย	10	กก.
กากถั่วเหลือง	-	กก.
แร่ธาตุ	3	กก.
รวม	63	กก.

ส่วนวัตถุดิบที่เหลืออีก 2 ตัว คือ มันเส้น ซึ่งเป็นแหล่งพลังงาน และ กากถั่วเหลือง เป็นแหล่งโปรตีน เป็นวัตถุดิบที่เราต้องการใช้เป็นตัวปรับเปอร์เซ็นต์โปรตีน จะกำหนดปริมาณการใช้ในตอนหลัง และปริมาณการใช้ต้องเป็นส่วนที่เหลือจากวัตถุดิบที่กำหนดให้มีปริมาณการใช้ที่แน่นอนแล้วโดยหักลบออกจาก 100 กก. (100 – 63) คือ มีปริมาณ เท่ากับ 37 กก. ในขั้นตอนต่อไป จะใช้หลักการเดียวกันกับการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ 2 ชนิด (ดังตัวอย่างที่ 1 2 และ 3) คือ จะกำหนดปริมาณการใช้ของมันเส้นและกากถั่วเหลืองจำนวนเท่าไรก็ได้ แต่ทั้ง 2 ชนิด รวมกันแล้วต้องเท่ากับ 37 กก. ในที่นี้ขอสมมุติว่า ใช้มันเส้นจำนวน 20 กก. ส่วนที่เหลือเป็นกากถั่วเหลือง จำนวน 17 กก.

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>	
มันเส้น	<u>20</u>	กก.
ข้าวโพด	10	กก.
รำละเอียด	10	กก.
รำสาลี	15	กก.
กากมะพร้าว	15	กก.
เมล็ดฝ้าย	10	กก.
กากถั่วเหลือง	<u>17</u>	กก.
แร่ธาตุ	3	กก.
รวม	100	กก.

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีน

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>		<u>เปอร์เซ็นต์โปรตีน</u>	
มันเส้น	20	กก.	$20 \times 2 / 100$	$= 0.40$ กก.
ข้าวโพด	10	กก.	$10 \times 8 / 100$	$= 0.80$ กก.
รำละเอียด	10	กก.	$10 \times 12 / 100$	$= 1.20$ กก.
รำสาลี	15	กก.	$15 \times 16 / 100$	$= 2.40$ กก.
กากมะพร้าว	15	กก.	$15 \times 20 / 100$	$= 3.00$ กก.
เมล็ดฝ้าย	10	กก.	$10 \times 23 / 100$	$= 2.30$ กก.
กากถั่วเหลือง	17	กก.	$17 \times 44 / 100$	$= 7.48$ กก.
แร่ธาตุ	3	กก.	$3 \times 2 / 100$	$= -$ กก.
รวม	100	กก.	รวมโปรตีน	$= 17.58$ กก.
หรือคิดเป็น				$= 17.58$ เปอร์เซ็นต์

เอาเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการในสูตรอาหารลบกับเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่คำนวณได้

$$16 - 17.58 = 1.58 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

จากผลการลบกันระหว่างเปอร์เซ็นต์โปรตีนที่ต้องการกับโปรตีนในสูตรอาหาร พบว่า โปรตีนในสูตรอาหารสูงกว่าความต้องการ 1.58 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องปรับลดกากถั่วเหลืองแล้วไปเพิ่มมันเส้น

ขั้นตอนที่ 4 การปรับสูตรอาหาร ใช้หลักการเดียวกันตัวอย่างที่ผ่านมา คือ เอาปริมาณโปรตีนที่เกินหารด้วยผลต่างของโปรตีนของกากถั่วเหลืองและมันเส้นซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.42

$$\frac{1.58}{0.42} = 3.76 \text{ กก.}$$

นั่นแสดงว่าจะต้องลดกากถั่วเหลือง 3.76 กก. และต้องเพิ่มมันเส้น 3.76 กก เพราะฉะนั้นปริมาณของมันเส้นและกากถั่วเหลืองหลังจากปรับใหม่

$$\begin{aligned} \text{มันเส้น} &= 20 + 3.76 \text{ กก.} = 23.76 \text{ กก.} \\ \text{กากถั่วเหลือง} &= 17 - 3.76 \text{ กก.} = 13.24 \text{ กก.} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นปริมาณวัตถุดิบและเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารใหม่

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>	<u>เปอร์เซ็นต์โปรตีน</u>
มันเส้น	23.76 กก.	$23.76 \times 2 / 100 = 0.48$ กก.
ข้าวโพด	10 กก.	$10 \times 8 / 100 = 0.80$ กก.
รำละเอียด	10 กก.	$10 \times 12 / 100 = 1.20$ กก.
รำสาลี	15 กก.	$15 \times 16 / 100 = 2.40$ กก.
กากมะพร้าว	15 กก.	$15 \times 20 / 100 = 3.00$ กก.
เมล็ดฝ้าย	10 กก.	$10 \times 23 / 100 = 2.30$ กก.
กากถั่วเหลือง	13.24 กก.	$13.24 \times 44 / 100 = 5.83$ กก.
แร่ธาตุ	3 กก.	$3 \times 2 / 100 = -$ กก.
รวม	100 กก.	รวมโปรตีน = 16.00 กก.
		หรือ = 16 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งผลการตรวจสอบ พบว่า เปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหาร เท่ากับ 16 เปอร์เซ็นต์พอดีกับที่ต้องการ ซึ่งไม่ว่าจะเลือกใช้วัตถุดิบกี่ชนิดก็ตาม จะใช้หลักในการคำนวณเหมือนกันกับตัวอย่างการใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด จะขอยกตัวอย่างการคำนวณสูตรอาหารโคนมที่มีการใช้วัตถุดิบหลายชนิดร่วมกันอีกสัก 1 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างที่ 5 แต่จะเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหารเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ และใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานหลักเพียงตัวเดียว เพื่อให้เข้าใจหลักการคำนวณสูตรอาหารได้ดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างที่ 5

ต้องการสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 100 กิโลกรัม

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 กำหนดชนิดและปริมาณของวัตถุดิบ

ในตอนแรกกำหนดวัตถุดิบที่มีปริมาณการใช้ที่แน่นอน ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด รำสาลี ถั่วเขียวบด กากมะพร้าว เมล็ดฝ้าย กากน้ำตาล และแร่ธาตุ ส่วนข้าวโพดซึ่งเป็นแหล่งพลังงานและกากถั่วเหลืองเป็นแหล่งโปรตีน จะกำหนดในภายหลัง

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>	
ข้าวโพด	-	กก.
รำละเอียด	10	กก.
รำสาลี	10	กก.
ถั่วเขียวบด	10	กก.
กากมะพร้าว	12	กก.
เมล็ดฝ้าย	10	กก.
กากถั่วเหลือง	-	กก.
แร่ธาตุ	3	กก.
รวม	55	กก.

เมื่อรวมวัตถุดิบที่มีการกำหนดปริมาณการใช้ที่แน่นอน พบว่า มีปริมาณ 55 กก. เมื่อลบออกจากปริมาณอาหารทั้งหมด 100 กก. จะมีปริมาณของวัตถุดิบที่เหลือ เท่ากับ 45 กก. วัตถุดิบส่วนที่เหลือก็คือ ข้าวโพดและกากถั่วเหลือง ในขั้นตอนต่อไปคือ การประมาณการใช้วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดนี้ จะกำหนดปริมาณเท่าไรก็ได้เหมือนเดิม ในที่นี้ขอกำหนด การใช้ข้าวโพด 30 กก. ส่วนกากถั่วเหลืองเป็นส่วนที่เหลือคือ 15 กก. หลังกำหนดปริมาณการใช้เรียบร้อยแล้ว ทำการตรวจสอบเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหาร

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์โปรตีนในสูตรอาหาร

<u>วัตถุดิบ</u>	<u>ปริมาณที่ใช้</u>		<u>เปอร์เซ็นต์โปรตีน</u>	
ข้าวโพด	30	กก.	$30 \times 8 / 100$	= 2.40 กก.
รำละเอียด	10	กก.	$10 \times 12 / 100$	= 1.20 กก.
รำสาลี	10	กก.	$10 \times 16 / 100$	= 1.60 กก.
ถั่วเขียวบด	10	กก.	$10 \times 22 / 100$	= 2.20 กก.
กากมะพร้าว	12	กก.	$12 \times 20 / 100$	= 2.40 กก.
เมล็ดฝ้าย	10	กก.	$10 \times 23 / 100$	= 2.30 กก.
กากถั่วเหลือง	15	กก.	$15 \times 44 / 100$	= 6.60 กก.
แร่ธาตุ	3	กก.		= 0 กก.
รวม	100	กก.	รวมโปรตีน	= 18.70 กก.

หรือคิดเป็น = 18.70 เปอร์เซ็นต์