# รายงานฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

# โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปโคนมของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด

โดย

หัวหน้าโครงการ: รศ. เพทาย พงษ์เพียจันทร์

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มีนาคม 2547

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| สารบัญ | ก |
| สารบัญตาราง | ข |
| สารบัญรูป | จ |
| บทที่ 1. บทนำ | |
| 1. ชื่อโครงการ | 1 |
| 2. หน่วยงาน | 1 |
| 3. รายนามคณะผู้วิจัย | 1 |
| 4. งบประมาณ | 2 |
| 5. ระยะเวลาวิจัย | 2 |
| 6. รายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัย | 2 |
| บทที่ 2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน | |
| 2.1 การเตรียมอุปกรณ์สนับสนุนการทำอาหารสำเร็จรูป | 8 |
| 2.2 แหล่งอาหารหยาบในการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป | 12 |
| 2.3 การเตรียมข้อมูลและประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปและอาหารข้น | 22 |
| 2.4 การทดลองผลิตภัณฑ์อาหารข้น อาหารสำเร็จรูป | 35 |
| บทที่ 3. ผลการดำเนินงาน | |
| 3.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารสัตว์ | 50 |
| 3.2 ผลการใช้เครื่องอบลำไยเพื่ออบเปลือกและซังข้าวโพด | 50 |
| 3.3 เปลือกและซังข้าวโพดหมัก | 52 |
| 3.4 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ อาหารข้นและอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม | 55 |
| 3.5 ผลการทดลองเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูป | 57 |
| 3.6 ผลการทดลองใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปโคนม | 75 |
| 3.6 ผลการทดลองหาระดับอาหารข้นที่เหมาะสม | 78 |
| บทที่ 4. วิจารณ์ผล | 80 |
| บทที่ 5. สรุป | 84 |


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญตาราง


| ตาราง | หน้า |
|---|---|
| 2-1. แสดงส่วนประกอบวัตถุดิบแร่ธาตุ ราคา และความต้องการแร่ธาตุของโคนม เป็น กรัม/ตัว/วัน. | 24 |
| 2-2. แสดงการนำข้อมูลจากตารางที่ 2-1 เติมลงในโครงสร้างข้อมูลของลิเนียโปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo win. | 26 |
| 2-3. แสดงข้อมูลส่วนประกอบโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบสูตรอาหารข้น สำหรับโคนมที่มีส่วนประกอบโปรตีน 14, 16 และ 21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ. | 29 |
| 2-4. แสดงการนำข้อมูลจากตารางที่ 2-3 เติมลงในโครงสร้างข้อมูลของลิเนียโปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo win เพื่อประกอบสูตรอาหารข้นสำหรับโคนม. | 31 |
| 2-5. แสดงการนำข้อมูลที่ใช้ประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป (TMR) เติมลงในโครงสร้าง ข้อมูลของลิเนียโปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo win. | 32 |
| 2-6. แสดงขั้นตอนการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป (TMR) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo.win โดยใช้คำสั่ง Ctrl+A ตามด้วย Ctrl+S. | 33 |
| 2-7. แสดงผลการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป(TMR) ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo win หลังจากใช้คำสั่ง Ctrl+S. | 34 |
| 3-1. แสดงผลการวิเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์ อาหารหยาบ อาหารข้น และอาหาร สำเร็จรูป | 51 |
| 3-2. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid) | 54 |
| 3-3. แสดงส่วนประกอบของแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อย | 56 |
| 3-4. ผลการประกอบสูตรอาหารข้นโคนมโดยโปรแกรม Lindo win ให้มีโภชนะเพียงพอ สำหรับโคนมน้ำหนักตัว 450 กก. ที่มีโปรตีน 14, 16 และ 21 เปอร์เซ็นต์ | 56 |
| 3-5. ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูป | 57 |
| 3-6. แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในลูกโค โดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก | 58 |
| 3-7. แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในโครุ่น โดยการใช้เครื่องชั่ง | 58 |
| 3-8. แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในโครุ่น ในฟาร์มคุณบุญเชิดโดยการใช้เครื่องชั่ง | 59 |


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญตาราง


ตาราง หน้า

3-9 แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโครุ่นที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล 62

3-10 แสดงผลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโคสาว 64

3-11 แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโคสาวที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล 66

3-12 แสดงผลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครีดนม mean±SE (n) ระหว่างโคสาวที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล 68

3-13แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล 70

3-14 แสดงผลเปรียบเทียบระดับ Urea nitrogen น้ำนม (MUN) เฉลี่ย mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล 72


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญตาราง


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-15 | แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณน้ำนมเฉลี่ย mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล | 72 |
| 3-16 | แสดงการผลิตน้ำนมของโคในระยะตั้งท้อง และรีดนม เมื่อได้รับอาหารหยาบที่เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด | 75 |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญรูป


| รูป | หน้า |
|---|---|
| 1-1. แสดงเครื่องผสมอาหารแนวนอนขนาด 500 กก./5 นาที. | 4 |
| 1-2. แสดงเครื่องสับข้าวโพดกำลังผลิต 5 ตัน/ชม. | 4 |
| 1-3. แสดงเครื่องผสมไวตามิน. | 5 |
| 1-4. แสดงเครื่องบด Hammer mill. | 5 |
| 2-1. เครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) ที่ผสมอาหารได้ 2.5 ตัน/ชม. พร้อมเครื่องให้กำลัง 1 เครื่อง. | 9 |
| 2-2. รถยกขนาด 1 ตันใช้ในการขนย้ายอาหารและวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผสมอาหารโคนม. | 11 |
| 2-3. ข้าวโพดที่ผ่านการล้างและเอาเมล็ดข้าวโพดออกไปโดยมีรถเกษตรกรมารอรับเปลือกและซังข้าวโพดที่เหลือ. | 13 |
| 2-4. เปลือกและซังข้าวโพดที่ผ่านการสับจำนวน 1 ตัน. | 14 |
| 2-5. แสดงการใช้เครื่องอบลำไยขนาดจุ 1 ตัน สำหรับอบเปลือกและซังข้าวโพด. | 14 |
| 2-6. แสดงขั้นตอนการหมักเปลือกและซังข้าวโพดในถุงพลาสติกและเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่กองไว้รอการหมักที่สมบูรณ์. | 16 |
| 2-7. เปลือกและซังข้าวโพดที่หมักในถุงพลาสติกยกไปเก็บไว้ในที่ร่มเพื่อรอเวลา 21 วัน. | 16 |
| 2-8. แสดงการหมักเปลือกและซังข้าวโพดแบบกองโดยมีการสับเปลือกและซังข้าวโพดก่อนที่จะทำการหมัก. | 18 |
| 2-9. แสดงกองหมักเปลือกและซังข้าวโพดที่หมักแบบกอง. | 19 |
| 2-10. หญ้าแพงโกล่าที่ใช้ในการทดลอง. | 21 |
| 2-11. สัตว์ทดลองโคนมลูกผสมฟรีเชี่ยน ณ. ฟาร์มของเกษตรกรอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่. | 38 |
| 2-12. ลักษณะคอกทดลอง ณ. ฟาร์มของเกษตรกรอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ไม้ไผ่กั้นแยกขังแต่ละตัว. | 38 |
| 2-13. แสดงการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอลในฟาร์มของเกษตรกร อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่. | 41 |
| 3-1. แสดงการกินเปลือกและซังข้าวโพดชนิดไม่สับของโคนมลูกผสม 75 เปอร์เซ็นต์ฟรีเชี่ยนใน 1 วัน | 52 |
| 3-2. ลักษณะเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่มีคุณภาพดี | 54 |
| 3-3. แสดงน้ำหนักตัวเพิ่มลูกโคฟาร์มคุณดวงแก้วที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร | 60 |


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# สารบัญรูป


| รูป | หน้า |
|---|---|
| 3-4. แสดงน้ำหนักตัวเพิ่มโครุ่นในฟาร์มคุณควงแก้วที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร | 61 |
| 3-5. แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโครุ่นในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 63 |
| 3-6. แสดงน้ำหนักตัวเพิ่ม (กิโลกรัม) โคสาวในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 65 |
| 3-7. แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโคสาวในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 67 |
| 3-8. แสดงน้ำหนักตัวเพิ่ม (กิโลกรัม) โครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 69 |
| 3-9. แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 71 |
| 3-10. แสดงปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรียในน้ำนมของโครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 73 |
| 3-11. แสดงปริมาณน้ำนมเฉลี่ย/ตัว/ต่อวัน ของโครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล | 74 |
| 3-12. แสดงการเพิ่มน้ำหนักตัวของโครีดนมในระยะตั้งท้อง (ก) และรีดนมระยะไม่ตั้งท้อง (ข) เมื่อได้รับอาหารหยาบที่เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด | 76 |
| 3-13. แสดงการผลิตน้ำนมของโครีดนมในระยะตั้งท้อง (ก) และรีดนมในระยะไม่ตั้งท้อง (ข) เมื่อได้รับอาหารหยาบที่เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด | 77 |
| 3-14. แสดงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม) ในโครีดนม (n=3) จากฟาร์มคุณวิเชียร อินต๊ะไชย | 78 |
| 3-15. แสดงปริมาณน้ำนมเฉลี่ย (กิโลกรัม) โครีดนมในฟาร์มคุณวิเชียร อินต๊ะไชย | 79 |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปโคนมของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด

เพทาย พงษ์เพียจันทร์[1], พันทิพา พงษ์เพียจันทร์[1], อรพรรณ จันทรังษี[1], และ ชาตรี ทองอินทร์[1]
[1]ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

**บทคัดย่อ:** การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยอย่างมีส่วนร่วมระหว่างคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กับกลุ่มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด มีสถานที่ตั้ง ณ อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะร่วมกันพัฒนา (1) ผลิตภัณฑ์อาหารแร่ธาตุ (2) ผลิตภัณฑ์อาหารข้น และ (3) ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูป สำหรับโคนมเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร และแก้ปัญหาการขาดแคลนแปลหญ้าของเกษตรกร เพื่อการทำงานตามวัตถุประสงค์โครงการวิจัยได้ทำการจัดหาเครื่องจักรที่จำเป็นประกอบด้วย: เครื่องผสมอาการสำเร็จรูปที่มีความสามารถผสมอาหารในอัตรา 2.5 ตัน/ชม. จำนวน 1 เครื่อง รถยกขนาด 1 ตัน 1 เครื่อง และเครื่องสับข้าวโพดที่สามารถสับข้าวโพดได้ > 6 ตัน/ชม. (จัดซื้อด้วยทุนวิจัยที่สนับสนุนโดยทบวงมหาวิทยาลัย ปี 2545) ส่วนแหล่งของอาหารหยาบเป็นเปลือกและซังข้าวโพดได้จากเศษเหลือที่เกิดจากการผลิตข้าวโพดหวานโดยโรงงานเคซี จำกัด เปลือกและซังข้าวโพดเหล่านี้ได้ถูกนำมาทดลองในรูปสด แห้งด้วยเตาอบลำไยของเกษตรกร และรูปหมักด้วยการอัดเปลือกและซังข้าวโพดที่สับด้วยเครื่องสับแล้วลงในถุงพลาสติก 2 ชั้นที่มีความจุประมาณ 500 กิโลกรัม โดยการไล่อากาศด้วยการใช้น้ำหนักของคนเหยียบให้แน่นแล้วปิดถุงเก็บไว้ 20 วันก่อนใช้เลี้ยงโค ทำการวัดคุณภาพของเปลือกและซังข้าวโพดหมักด้วยการวัดปริมาณของกรดระเหยได้ชนิด Acetic acid, Butyric acid และ Lactic acid. นอกจากนั้นได้มีการทดลองใช้หญ้าแพงโกล่าที่เกษตรกรที่อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ผลิตขายเป็นการค้า เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในส่วนของอาหารแร่ธาตุและอาหารข้น ได้เตรียมสูตรผสมจากการคำนวณตามความต้องการของโคที่ปรากฏใน NRC (2001) โดยวิธี Linear programming ผลการวิจัยปรากฏดังนี้: **รูปแบบของเปลือกและซังข้าวโพด** เปลือกและซังข้าวโพดในรูปอบแห้ง มีคุณภาพดี มีความน่ากินสูงกว่าในรูปหมักแก่โครยะให้นมแต่ปัญหาคอขวดคือต้นทุนการทำให้แห้งสูงเกินไป ข้าวโพดทั้งต้น หลังจากสับแล้วมีคุณภาพที่หมักแล้วใกล้เคียงกับมาตรฐานเปลือกและซังข้าวโพดหมัก หลังจากสับแล้วมีคุณภาพที่หมักแล้วใกล้เคียงกับมาตรฐานยกเว้นระดับของกรดแลคติค **การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม** ได้สูตร

แร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อย สูตรอาหารข้นที่มีโปรตีนระดับ 14, 16 และ 21 % และสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมที่ผลิตน้ำนม $\leq$ 19 และ $\geq$ 20 กก./วัน ทั้งหมดนี้เกษตรกรสามารถผสมได้ด้วยตนเอง เมื่อใช้ดัชนีชี้วัดเป็นระดับปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรียในน้ำนม อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองมีคุณภาพดีกว่าอาหารเม็ดจากบริษัท **ผลการให้เปลือกและซังข้าวโพดกับโคนมระยะต่างๆ**: ลูกโค โครุ่น และโคสาวไม่ค่อยชอบกินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก แต่โคระยะรีดนมกินได้พอๆกับรูปสด ลูกโค โครุ่น และโคสาวที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมักมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่ำกว่าการกินกินเปลือกและซังข้าวโพดสด โคระยะรีดนมสามาถใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักสำหรับการเพิ่มน้ำหนักตัวและการผลิตน้ำนมได้เท่าเทียมกันกับการใช้กินเปลือกและซังข้าวโพดสด การใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักกับโคระยะรีดนมควรคำนึงถึงการให้อาหารข้นในปริมาณที่เพียงพอเพื่อรักษาความสามารถในการสืบพันธุ์ของโคด้วย **หญ้าแพงโกล่า** ที่เกษตรกรจากอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปางปลูกขายเป็นอีกแหล่งอาหารหยาบหนึ่งที่มีคุณภาพดีสำหรับการเลี้ยงโคนม. สามารถสรุปได้ว่าการวิจัยอย่างมีส่วนร่วมครั้งนี้สามารถนำเทคโนโลยีการประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุและอาหารข้น และการทำเปลือกและซังข้าวโพดหมักเพื่อการทำอาหารสำเร็จรูปให้กับโคนมสู่การทำงานในระดับฟาร์มของเกษตรกรได้และทำให้เกษตรกรมีความสามารถในการแข่งขันเพิ่มขึ้น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# บทที่ 1

## บทนำ

โครงการวิจัยนี้ เป็นความพยายามหนึ่งที่จะนำวิชาการที่มีอยู่ในสถาบันอุดมศึกษาไมเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรอย่างมีส่วนร่วม โดยได้เลือกทำการวิจัยร่วมกับสมาชิกของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด ซึ่งเป็นกลุ่มที่รวมตัวกันแบบธรรมชาติเนื่องจากมีปัญหาร่วมกันคือทำการเลี้ยงสัตว์ปีกและสุกรที่ 70 % ของต้นทุนมาจากอาหารสัตว์เปลี่ยนมากเป็นการเลี้ยงโคนมที่มีทางเลือกของการลดต้นทุนด้านอาหารมากกว่า และโครงการวิจัยนี้จะเติมเต็มจากส่วนที่กลุ่มเกษตรกรได้ทำไปส่วนหนึ่งแล้ว ดังนี้:

1. **ชื่อโครงการ:** โครงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปโคนมของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด
2. **หน่วยงาน:** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200 โทรศัพท์: 053-94-4069~71, โทรสาร: 053-94-4666
3. **รายนามคณะผู้วิจัย:**

**3.1 หัวหน้าโครงการ:**
รองศาสตราจารย์เพทาย พงษ์เพียจันทร์
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์: 053-94-4069 ต่อ 116 โทรสาร: 053-94-466, e-mail: petai@chiangmai.ac.th

**3.2ผู้วิจัย:**
รองศาสตราจารย์พันทิพา พงษ์เพียจันทร์
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์: 053-94-4069 ต่อ 136 โทรสาร: 053-94-4666, e-mail: puntipa@chiangmai.ac.th

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.3 ผู้ช่วยวิจัย:**

3.3.1 นางสาวอรพรรณ จันทรังษี

3.3.2 นายชาตรี ทองอินทร์

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

โทรศัพท์: 053-94-4069 ต่อ 116 โทรสาร: 053-94-4666

**4. ได้รับอนุมัติจัดสรรงบประมาณของหน่วยงานประจำปี 2545**

จำนวนเงิน 1,871,111.00 บาท

**5. เริ่มทำการวิจัยเมื่อ:** เดือน สิงหาคม 2545

**สิ้นสุดโครงการ:** 31 กันยายน 2546

**6. รายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัย:**

**6.1 หลักการและเหตุผล :**

**6.1.1 ประเด็นปัญหา**

ในภาพรวมของการผลิตโคนมในจังหวัดเชียงใหม่ ปัญหาหลักอย่างหนึ่งของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม โดยเฉพาะเกษตรกรย่อย คือการขาดแคลนแปลงหญ้าคุณภาพดี เนื่องจากราคาที่ดินสูง ขนาดของพื้นที่ทำการเกษตรของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเล็ก ทำให้เมื่อมีการเพิ่มจำนวนโคนมในฟาร์ม เกษตรกรต้องไปเกี่ยวหญ้าจากข้างถนน หรือจากสวนผลไม้ ทำให้เสียเวลาในแต่ละวันเป็นอย่างมาก เวลาในการดูแลโคก็น้อยลง และมีขีดจำกัดในการเพิ่มจำนวนโคในฟาร์ม หญ้าที่ได้มาเป็นแหล่งอาหารหยาบที่ไม่มีคุณภาพและยังคงมีจำนวนไม่เพียงพอ นอกจากนั้นเกษตรกรจำเป็นต้องซื้ออาหารข้นจากบริษัทผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งมีราคาแพง ทำให้ไม่สามารถให้อาหารโคในปริมาณและคุณภาพที่เพียงพอสำหรับความต้องการ เป็นผลให้ปริมาณน้ำนมลดลง ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ลดลง ดังนั้นการผลิตอาหารข้นสำหรับใช้เองของเกษตรกรตลอดจนแสวงหาแหล่งของอาหารหยาบอื่น จึงเป็นแนวทางการแก้ปัญหาของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมรายย่อยที่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 6.1.2 ต้นทุนเดิมที่มีอยู่แล้ว

ด้วยผู้วิจัย รศ.เพทาย พงษ์เพียจันทร์ ได้รับการสนับสนุนการถ่ายทอดเทคโนโลยีโครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารเสริมแร่ธาตุ และอาหารข้นแก่ สหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และการสืบพันธุ์ของโคนม จากสำนักนโยบายและแผนอุดมศึกษา ทบวงมหาวิทยาลัย เมื่อ กันยายน 2544 ผลจากการถ่ายทอดเทคโนโลยีในโครงการนั้นเกษตรกรสามารถผสมอาหารข้นสำหรับโคนมได้ในราคา 4.80 บาทต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับอาหารที่ซื้อจากบริษัทผู้ผลิตอาหารสัตว์ กิโลกรัมละ 6.43 บาท (ราคาเมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2545) โดยที่โรงงานของ สหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด มีเครื่องผสมอาหารข้น (รูปที่ 1-1) เครื่องสับหญ้าหรือต้นข้าวโพด (รูปที่ 1-2) เครื่องผสมไวตามิน (รูปที่ 1-3) และเครื่องบด (Hammer mill) (รูปที่ 1-4) เรียบร้อยแล้ว

### 6.1.3 พัฒนาการ

ด้วยสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมในจังหวัดเชียงใหม่มีเครือข่ายการประกอบธุรกิจระหว่างกันอยู่แล้วเป็นต้นว่าการกู้เงินระหว่างสหกรณ์ หรือการซื้อขายนมระหว่างสหกรณ์เป็นต้น ด้วยศักยภาพการผลิตอาหารโคนม ขั้นต่อไปจะเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารโคนมเพื่อค้าขายแบบธุรกิจระหว่างสหกรณ์ ทั้งนี้ความเป็นนวัตกรรมของชนิดอาหารสัตว์อยู่ที่ความใหม่ตรงที่วัสดุอาหารหยาบและส่วนประกอบของอาหารข้นแตกต่างจากที่อื่นและสามารถขายได้เนื่องจากมีราคาต่ำกว่าอาหารที่มีอยู่ในตลาด นวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารโคที่จะพัฒนามีดังต่อไปนี้

### 6.1.4 ผลิตภัณฑ์ที่หนึ่งคืออาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม

ในปัจจุบันอาชีพการเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพที่ได้รับการส่งเสริมมาจากภาครัฐบาลให้มีการเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำนมไม่เพียงพอต่อความต้องการในการบริโภคภายในประเทศทำให้มีเกษตรกรสนใจเลี้ยงโคนมเพิ่มมากขึ้น โคนมเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่ต้องได้รับอาหารหยาบ หรือพืชอาหารสัตว์ในปริมาณที่เพียงพอจึงสามารถให้น้ำนมที่มีคุณภาพที่ดีได้อย่างไรก็ตามผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ประสบปัญหาการไม่มีแปลงหญ้าเป็นของตนเอง เนื่องจากที่ดินมีราคาสูง การใช้ที่ดินดังกล่าวทำแปลงหญ้าอาจจะไม่คุ้มต่อการลงทุน หรือหาอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้งได้ยาก ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรที่ไม่มีที่สำหรับทำแปลงหญ้ามีทางเลือกอื่นในการผลิตโคนม การผลิตอาหารสำเร็จรูปที่มีทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบอย่างเพียงพอต่อความต้องการของโคนมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งจะสะดวกต่อการจัดการอาหารโคนม อีกทั้งสามารถเลี้ยงโคนมได้ในปริมาณมากโดยไม่ต้องกังวลถึงแหล่งอาหารหยาบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 1-1.** แสดงเครื่องผสมอาหารแนวนอนขนาด 500 กก./5 นาที.

**รูปที่ 1-2.** แสดงเครื่องสับข้าวโพดกำลังผลิต 5 ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 1-3.** แสดงเครื่องผสมไวตามิน.

**รูปที่ 1-4.** แสดงเครื่องบด Hammer mill.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อีกต่อไป โดยอาหารผสมสำเร็จรูปดังกล่าวนี้ ถ้าผู้ผลิตสามารถผลิตได้ปริมาณเพียงพอ และในราคาที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสามารถทำกำไรได้จะเป็นที่ต้องการของผู้เลี้ยงโคนมเป็นจำนวนมาก และจะส่งผลให้เกิดการขยายการผลิตโคนมอย่างรวดเร็ว

**6.1.5 ผลิตภัณฑ์ที่สองคืออาหารข้นสำหรับโคนมระยะต่างๆ**

ลูกโค โครุ่น โคสาว โครีดนม ที่มีระดับโปรตีน 16 และ 21 %

ในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปในครั้งนี้มุ่งเน้นไปสู่การพัฒนาอาหารรูปแบบใหม่เพื่อให้สหกรณ์สามารถแข่งขันได้ในเชิงธุรกิจ และลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมลดลง ส่งเสริมการค้าขายในกลุ่มสหกรณ์โคนมด้วยกันเอง ซึ่งการวิจัยจำเป็นต้องมีการวัดประสิทธิภาพของอาหาร ทั้งในรูปของการวัดการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ผลผลิตน้ำนม และส่วนประกอบของน้ำนม และมีการวัดสัมฤทธิ์ผลในเชิงธุรกิจ โดยดูถึงผลกำไรที่ได้รับ ต้นทุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และต้นทุนการเลี้ยงโคนมที่ลดลง และการขยายตลาดของผลิตภัณฑ์

## 6.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

6.2.1 เพื่อพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมระยะต่างๆเพื่อให้เกษตรกรสามารถขยายขนาดฟาร์มโดยไม่ต้องคำนึงถึงพื้นที่การเกษตรสำหรับทำแปลงหญ้า และผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมนี้จะต้องขายได้ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจกับ สหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด เป็นอย่างดี

6.2.2 เพื่อพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารข้นสำหรับโคนมที่มีส่วนประกอบของโภชนะตรงตามความต้องการของโคนมระยะต่างๆ ทั้งนี้จะต้องขายได้ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจกับสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด เป็นอย่างดี

## 6.3 เป้าหมาย

เพื่อวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิต และทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารโคนมระยะต่างๆในเชิงธุรกิจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.3.1 วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิต และทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารข้นสำหรับโคนม ในระยะ: ลูกโค โครุ่น โคสาว โคท้องว่าง โคตั้งท้อง โคให้น้ำนมปานกลาง และโคให้น้ำนมสูง โดยใช้แหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์มีกากมัสตาด รำโรงสีกลาง ถั่วเหลือง ข้าวโพดและมันสำปะหลังที่ได้จากแหล่งผลิตโดยตรง

6.3.2 วิจัยและพัฒนากระบวนการผลิต และทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมในระยะ: โครุ่น โคสาว โคท้องว่าง โคตั้งท้อง โคให้น้ำนมปานกลาง และโคให้น้ำนมสูง โดยใช้เปลือกและซังข้าวโพด หรือต้นข้าวโพดสับเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก

6.3.3 สามารถขายอาหารสำเร็จรูปในราคา 2.5 บาท/กก. ให้ได้วันละ 20,000 กก./วัน คิดเป็นเงินวันละ 50,000.00 บาท คิดมูลค่าเพิ่มประมาณ 25~30 เปอร์เซ็นต์ หรือกำไรวันละ 12,500 ~ 15,000 บาท

6.3.4 สามารถขายอาหารข้นในราคา 5.65 บาท/กก. ให้ได้วันละ 5,000 กก./วัน คิดเป็นเงินวันละ 28,250.00 บาท คิดมูลค่าเพิ่มประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ หรือกำไรวันละ 5,650 บาท

6.3.5 รวมเป้าหมายจากข้อ 7.3 และ 7.4 เป็นเงิน 18,150 บาท/วัน หรือปีละ 6,624,750 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# บทที่ 2

# อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

## 2.1การเตรียมอุปกรณ์สนับสนุนการทำอาหารสำเร็จรูป:

### 2.1.1เครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป

การจัดซื้อเครื่องจักรในการผสมอาหารโคนมสั่งซื้อและติดตั้งเครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) : เครื่องผสมอาหารสำเร็จรูปที่ผสมอาหารได้ 2.5 ตัน/ชม. พร้อมทั้งเครื่องให้กำลัง 1 เครื่อง จำนวน 1 รายการ ราคาทั้งสิ้น 795,000 บาท โดยโรงงานศุภชัย 1999 เป็นผู้ประมูลได้ (รูปที่ 2-1) ตามสัญญาทางร้านจะการส่งมอบเครื่องให้แก่โครงการ ในวันที่ 20 มกราคม 2546 แต่เนื่องจากความล่าช้าของทางโรงงานทำให้โครงการได้รับมอบเครื่องเมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2546 ซึ่งหลังจากได้รับมอบแล้ว ทางโครงการได้นำไปติดตั้ง ณ โรงงานผสมอาหารของโคนมสหกรณ์แม่วาง จำกัด

**รายละเอียดของเครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป:**

1. เป็นเครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป (TMR) ที่ผสมอาหารได้ไม่น้อยกว่า 2.0 ตัน/ครั้ง
2. ประกอบด้วยชุดให้กำลังจากเครื่องยนต์ ไม่น้อยกว่า 11.5 แรงม้า
3. มีขนาดไม่น้อยกว่า 210 × 560 × 230 เซนติเมตร
4. เป็นเครื่องผสมอาหารแนวนอน
5. มีแกนเพลาสำหรับผสมอาหารไม่น้อยกว่า 4 แกน
6. มีฟันเลื่อยสำหรับฉีกย่อยอาหาร
7. สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีที่ลากจูงพร้อมล้อ
8. มีระบบตาชั่งไฟฟ้าในตัว
9. มีระบบนิรภัยที่เพลาอำนวยกำลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 2-1.** เครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) ที่ผสมอาหารได้ 2.5 ตัน/ชม. พร้อมเครื่องให้กำลัง 1 เครื่อง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

10. ด้านข้างของตัวถังมีสะพานจ่ายอาหารด้วยระบบไฮโดรลิคปรับขึ้นลงได้
11. เป็นครุภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทย
12. มีหนังสือคู่มือการใช้
13. รับประกันความชำรุดบกพร่อง ไม่ต่ำกว่า 1 ปี

**2.1.2.รถยกขนาด 1 ตัน:**

เป็นรถยกขนาด 1 ตัน จัดซื้อเพื่อยกวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อการขนย้าย จากนั้นจึงดำเนินการสอบราคา ประกวดราคา และจัดซื้อ ซึ่งโรงงานที่ประมูลได้คือ โรงงานศุภชัย1999 ในราคา 150,000 บาท โดยโครงการได้รับมอบรถยกเมื่อวันที่ 22 มีนาคม 2546 (รูปที่ 2-2)

**รายละเอียดของรถยกขนาด 1 ตัน**

1. ขนาดของตัวรถ ความยาวรวมงา ไม่ต่ำกว่า 410 ซม.
2. เครื่องยนต์ต้นกำลังขนาดไม่ต่ำกว่า 11.5 แรงม้า มีระบบระบายความร้อน และระบบสตาร์ทด้วยมือและไฟฟ้า
3. ระบบรองรับน้ำหนัก มีล้อหน้า 4 ล้อ และล้อหลัง 2 ล้อ ซึ่งเป็นยางขนาดไม่ต่ำกว่า 600-14 นิ้ว
4. ระบบขับเคลื่อน ใช้ระบบเกียร์ พวงมาลัยเพาเวอร์ คลัชแห้ง ส่งกำลังจากเครื่องถึงเกียร์ด้วยสายพาน
5. ระบบเบรคน้ำมันห้ามล้อไม่ต่ำกว่า 4 ล้อ
6. ระบบไฮโดรลิคสามารถยกน้ำหนักได้ไม่ต่ำกว่า 1 ตัน สามารถยกสูงจากพื้นถึงงาได้ไม่ต่ำกว่า 290 ซม. ระบบไฟฟ้า ใช้แบตเตอรี่ขนาดไม่ต่ำกว่า 12 โวลท์มีระบบชาร์ทไฟ มีไฟหน้าและไฟสัญญาณครบทั้งหน้า–หลัง มีแตรสัญญาณ
7. มีหลังคา
8. เป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน
9. รับประกันคุณภาพ 1 ปี
10. ผลิตในประเทศไทย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่** 2-2. รถยกขนาด 1 ตันใช้ในการขนย้ายอาหารและวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผสมอาหารโคนม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.2 แหล่งอาหารหยาบในการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป**

2.2.1 การใช้เครื่องอบลำไยเพื่ออบเปลือกและซังข้าวโพด ในการผลิตอาหารสำเร็จรูป ความชื้นของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีผลต่อคุณภาพอาหารสัตว์เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นแต่กระบวนการระเหยน้ำเป็นต้นทุนอย่างหนึ่ง ในเขตจังหวัดเชียงใหม่-ลำพูน เป็นที่ผลิตลำไยหลักของประเทศไทย มีการใช้เครื่องอบลำไยเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะฤดูการอบลำไยที่มีมากในช่วงเดือน กรกฎาคม~สิงหาคม ของทุกๆ ปี นอกเหนือจากช่วงเวลาดังกล่าวจะมีการใช้งานของเครื่องค่อนข้างน้อย ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้ เพื่ออบเปลือกและซังข้าวโพดที่มีอยู่ในอำเภอแม่วางเป็นจำนวนมากโดยใช้เครื่องอบลำไยในท้องถิ่น จากนั้นทำการหาต้นทุน และผลต่อคุณสมบัติทางเคมีของเปลือกและซังข้าวโพดเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปโคนมต่อไป

**วัตถุประสงค์ของการทดลอง** เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบของเปลือกและซังข้าวโพดระหว่างชนิดสับและไม่สับต่อประสิทธิภาพในการอบ

**อุปกรณ์**

เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานเคซี (รูปที่ 2-3)

- เปลือกและซังข้าวโพดจำนวน 1 ตัน (รูปที่ 2-4)
- เครื่องอบลำไยขนาด 1 ตัน (รูปที่ 2-5) ใช้แก๊สเป็นแหล่งพลังงาน

**การเตรียมเปลือกและซังข้าวโพดสับ:**

เปลือกและซังข้าวโพดมี 2 ชนิด คือ ชนิดเปลือกเขียวและชนิดเปลือกขาว ความแตกต่างคือชนิดเปลือกขาวมี 2 สายพันธุ์คือ Hybrid 3 และ Hybrid 10 พันธุ์เปลือกขาวลักษณะเปลือกฝักสีขาวมีไหมสีขาวเช่นเดียวกัน ซังมีลักษณะอ่อนนุ่ม ส่วนชนิดเปลือกเขียวมีสองพันธุ์เช่นเดียวกันคือ Sugar 74 และ APS2 ลักษณะเปลือกสีเขียวมีเปลือกสีเขียวส่วนไหมมีสีดำ โคชอบกินชนิดเปลือกสีขาวมากกว่าชนิดเปลือกสีเขียวเนื่องจากชนิดเปลือกเขียวมีความแข็งของทั้งเปลือกและซังข้าวโพด ลักษณะข้าวโพดดังรูปที่ 2-3 มีลักษณะอุ้มน้ำเป็นจำนวนมากเนื่องจากโรงงานได้แช่ฝักข้าวโพดเพื่อทำความสะอาดก่อนการแยกเมล็ด ดังนั้นเมื่อทำการสับเปลือกและซังข้าวโพด ดังรูปที่ 2-4 ที่ได้จากโรงงานข้าวโพดหวานด้วยเครื่องสับข้าวโพด ประมาณ 1,000 กก. ชั่งน้ำหนักเปลือกและซังสับ 150 กก.

ในขั้นตอนการสับจะใช้แรงงานประมาณ 3 คนต่อการทำงาน 1 ครั้ง โดยการนำเปลือกและซังข้าวโพดวางบนรางที่จะนำเข้าสู่ใบมีดสับผ่านท่อพ่นออกไปอีกด้านหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่** 2-3. ข้าวโพดที่ผ่านการล้างและเอาเมล็ดข้าวโพดออกไปโดยมีรถเกษตรกรมารอรับเปลือกและซังข้าวโพดที่เหลือ.

การเตรียมซังข้าวโพดชนิดไม่ต้องสับ: ชั่งน้ำหนักเปลือกและซังข้าวโพดชนิดสับ 150 กก.

**การอบแห้ง:**

เตาอบลำไยเป็นชนิดใช้แหล่งพลังงานจากแก๊ส โดยมีการนำอากาศร้อนผ่านจากบริเวณด้านล่างของเตาและระบายออกทางด้านบน สามารถปรับทางเดินของลมร้อนสลับจากด้านล่างขึ้นบน หรือบนลงล่างได้ ทำให้ไม่จำเป็นจะต้องกลับตัวอย่างที่อบ เปิดฝาเครื่องด้านบนของเครื่องอบลำไย (รูปที่ 2-5) ขึ้น แบ่งช่องว่างของเครื่องอบลำไยออกเป็น 2 ส่วนตามยาว ด้านหนึ่งเติมเปลือกและซังข้าวโพดชนิดสับลงไป 150 กิโลกรัม ส่วนอีกด้านเติมเปลือกและซังข้าวโพดชนิดไม่สับ อย่างละ 150 กิโลกรัม การทดลองเริ่มเมื่อวันที่ 3 ธันวาคม 2545 เวลา 17:30 น. อบที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลา 4 ชม. โดยเปิดฝาทั้ง 2 ด้าน ปิดฝาทั้งสองด้านเมื่อเวลา 21:30 น. วันที่ 4 ธันวาคม 2545 เวลา 5:00 น. เปิดเครื่อง อบที่อุณหภูมิ 90 °C ทำการเก็บตัวอย่างข้าวโพดบริเวณตอนบนที่แห้งแล้วออกไป การอบเปลือกและซังข้าวโพดชนิดไม่สับเสร็จเมื่อเวลา 13:00 น. รวมใช้เวลา 26 ชั่วโมงเปลือกและซังข้าวโพดแบบสับ เสร็จเมื่อเวลา 19:00 รวมใช้เวลา 32 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่** 2-4. เปลือกและซังข้าวโพดที่ผ่านการสับจำนวน 1 ตัน.

**รูปที่ 2-5.** แสดงการใช้เครื่องอบลำไยขนาดจุ 1 ตัน สำหรับอบเปลือกและซังข้าวโพด.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**สัตว์ทดลอง:** โคนมลูกผสม 75~90 % ฟรีเชี่ยนจำนวน 4 ตัว ณ ฟาร์มของเกษตรกรในเขตอำเภอสารภี

**วิธีการให้อาหาร:**

ตอนเช้าให้เปลือกและซังข้าวโพดสดและแห้ง เวลา 8:00 น. เก็บที่เหลือมาชั่ง น้ำหนัก 13:00 น. ตอนบ่ายให้เปลือกและซังข้าวโพดสดและแห้ง เวลา 13:00 น. เก็บที่เหลือมาชั่งน้ำหนัก 17:00 น.

**แผนการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติ:**

วางแผนการทดลองแบบ Completely Ramdom Design (CRD) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี General Linear Model ของ SAS (1985)

**การบันทึกข้อมูล:**

- น้ำหนักเปลือกและซังข้าวโพดที่เข้าอบ
- น้ำหนักของเปลือกและซังข้าวโพดที่อบเสร็จแล้ว
- วัดความชื้นของตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดจากเครื่องอบ
- ปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่อบเสร็จแล้ว และที่ไม่ได้อบที่โคนมกินต่อวัน
- ปริมาณแก๊ส
- ต้นทุนค่าแก๊ส

**2.2.2 การหมักเปลือกและซังข้าวโพด**

2.2.2.1 การหมักเปลือกและซังข้าวโพดในถุงพลาสติกขนาด 500-600 กิโลกรัม เปลือกและซังข้าวโพดที่นำมาหมักจะถูกกองทิ้งไว้ประมาณครึ่งวันเพื่อให้น้ำที่เปลือกและซังข้าวโพดอุ้มไว้ไหลออกมา เปลือกและซังข้าวโพดผ่านการสับที่มีขนาดประมาณ 3-5 เซนติเมตร นำมาหมักในถุงพลาสติกอย่างหนา 2 ชั้น ที่มีขนาดบรรจุประมาณ 500-600 กิโลกรัม ในขบวนการหมักข้าวโพด หลังจากทำการสับจะนำเปลือกและซังข้าวโพดมาใส่ถุง โดยใช้แรงงานคน จำนวน 5 คน คนที่ 1 อยู่ในถุงพลาสติกขนาดใหญ่ตลอดเพื่อคอยจับมุมและเหยียบเปลือกและซังข้าวโพดให้แน่น ดังรูปที่ 2-6 และอีก 4 คนคอยเติมเปลือกและซังข้าวโพดที่สับและช่วยเกลี่ยเปลือกและซังข้าวโพดให้มีความสม่ำเสมอ จากนั้นใช้เครื่องดูดอากาศที่ดัดแปลงจากเครื่องรีดนมของเกษตรกรทำการดูดอากาศจนกระทั่งอากาศถูกดูดออกหมดโดยสังเกตจากการหดตัวของถุงพลาสติกเข้ามาแนบชิดกับเปลือกและซังข้าวโพด มัดถุงพลาสติกที่อยู่ด้านในให้แน่น แล้วมัดถุงที่อยู่ด้านนอกอีกชั้น จากนั้นยกไปเก็บไว้ในที่ร่ม (รูปที่ 2-7) หลังจากหมักแล้ว 21 วัน นำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพ ซึ่งผลแสดงในบทที่ 3 และวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid : acetic, butylic และ lactic acid)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่** 2-6. แสดงขั้นตอนการหมักเปลือกและซังข้าวโพดในถุงพลาสติกและเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่กองไว้รอการหมักที่สมบูรณ์.

**รูปที่** 2-7. เปลือกและซังข้าวโพดที่หมักในถุงพลาสติกยกไปเก็บไว้ในที่ร่มเพื่อรอเวลา 21 วัน.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.2.2.2 การหมักเปลือกและซังข้าวโพดแบบกอง**

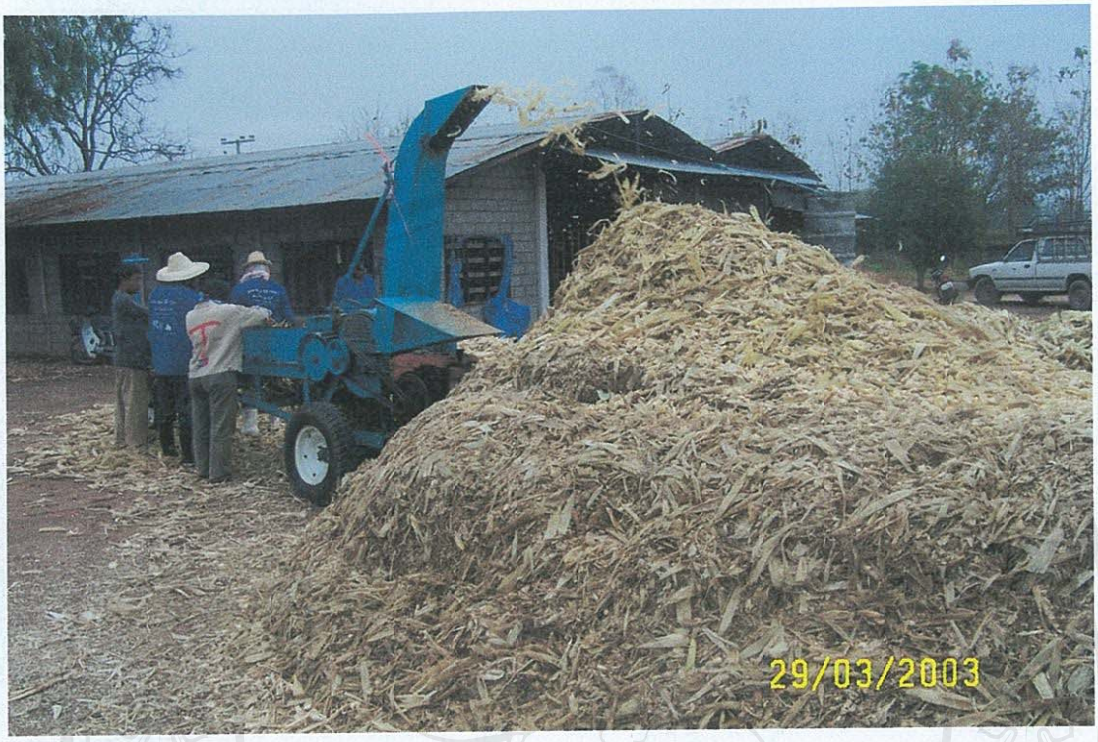
เปลือกและซังข้าวโพดที่นำมาหมักโดยวิธีกองจะทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำประมาณครึ่งวัน จากนั้นทำการสับด้วยเครื่องสับข้าวโพดให้มีขนาดประมาณ 3-5 เซนติเมตร โดยจะพ่นเปลือกและซังข้าวโพดสับกองไว้ตรงบริเวณที่จะทำการหมัก โดยมีขนาดกอง ประมาณ 3 x 5 เมตร สูงประมาณ 2 เมตร ดังรูปที่ 2-8 ในการหมักแบบกองการกำหนดขนาดกองขึ้นกับปริมาณวัตถุดิบที่มีและปริมาณอาหารหยาบที่ต้องการใช้ โดยในช่วงนั้นจะทำการอัดกองข้าวโพดหมักโดยใช้รถแทรกเตอร์ทับให้แน่น จากนั้นทำการคลุมด้วยผ้ายางพลาสติกดำอย่างหนาให้มิดชิด และเหยียบด้วยรถแทรกเตอร์อีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่ากองอาหารหมักแน่นและมีอากาศเหลือน้อยที่สุดจริงๆ หมักไว้เป็นเวลา 21 วัน (ดังรูปที่ 2-9)

**การวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้:**

หลังจากปฏิกิริยาการหมักเสร็จสมบูรณ์แล้ว ประมาณ 21วัน จะทำการสุ่มตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดหมักจำนวน 3 กิโลกรัมเพื่อนำมาหาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ ดังมีวิธีการต่อไปนี้:

1. สุ่มตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดหมัก 1 กิโลกรัม โดยตัดเป็นท่อนสั้นๆ ขนาด 2-3 เซนติเมตร
2. แยกตัวอย่างออกเป็น 2 ตัวอย่าง ใส่ในขวดขนาด 2 ลิตร ขวดละ 200 กรัม เติม Toluene ลงไป 5 มิลลิลิตร เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ปรับระดับน้ำให้ได้ 2 ลิตร เก็บไว้ในตู้เย็น 2 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย
3. กรองโดยใช้ขวดโหล 2 ขวด ต่อ 1 ขวด ตัวอย่าง เมื่อเสร็จแล้วเอาส่วนที่กรองแล้วมารวมกัน
4. ปิเปตเอาส่วนที่กรองแล้วมาใส่ในขวด 250 มิลลิลิตร สามขวด โดยใส่ขวดละ 100มิลลิลิตร 2 ขวดแรกไว้ใช้ในการวิเคราะห์ อีกขวดหนึ่งเก็บไว้สำรอง เติมน้ำปูนใส (CaO 100 กรัม/น้ำ 1000 มิลลิลิตร) 30 มิลลิลิตร และเติม 10 % $CuSO_4$ 15 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นสองครั้งจนครบ 250 มิลลิลิตรเขย่าขวด ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำตาลตกตะกอนแล้วทำการกรอง ถ้าน้ำตาลยังมีอยู่ในปริมาณมาก ก็ทำการตกตะกอนแล้วกรองอีก 1 ครั้ง
5. ปิเปตเอาตัวอย่างที่ได้มา 200 มิลลิลิตร เติม $H_2SO_4$ (1:1) ในปริมาตร 5 มิลลิลิตร กลั่นเป็นเวลานาน 20 นาที เก็บสารที่กลั่นออกประมาณ 100 มิลลิลิตร และเก็บต่อไปอีก 50 มิลลิลิตร
6. นำส่วนที่เหลือจากการกลั่น 2 ครั้งแรก มาเติม 55 มิลลิลิตร ของ cromic acid ($K_2Cr_2O_7$ 67 กรัมในน้ำอุ่น 600 มิลลิลิตร) เติม Conc. $H_2SO_4$ 45 มิลลิลิตรที่เย็น เติมน้ำจนครบ 1 ลิตร ทำการ reflux 5 นาที เพื่อเปลี่ยน Lactic acid เป็น Acetic acid แล้วเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร
7. นำมากลั่นต่อ 10 นาที ให้ได้ 50 มิลลิลิตร
8. นำแต่ละส่วนไปไตเตรทกับ 0.05 N NaOH โดยมี phenopthalene เป็น indicator ค่าที่ได้คูณด้วย 1.25 จะเป็นค่า T1 , T2 และ T3 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่** 2-8. แสดงการหมักเปลือกและซังข้าวโพดแบบกองโดยมีการสับเปลือกและซังข้าวโพดก่อนที่จะทำการหมัก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 2-9.** แสดงกองเปลือกและซังข้าวโพดที่หมักแบบกอง.

**การคำนวณ**

นำค่า T1, T2 และ T3 ที่ได้ มาคำนวณตามสมการดังนี้:

Acetic (%) = 0.120 T2 – 0.027 T1

Butyric (%) = 0.054 T1 – 0.085 T2

Lactic (%) = 0.154 T3 – (0.057 T2 + 0.008 T3)

จากนั้นนำค่ากรดแต่ละชนิดที่ได้จากสมการดังกล่าวนี้ไปคำนวณเป็นร้อยละของกรดทั้งหมด แล้วเทียบในตารางให้คะแนนคุณภาพพืชหมัก จะได้เป็นคะแนน ซึ่งเมื่อนำคะแนนของกรดทั้ง 3 ชนิดมารวมกันเทียบกับเกณฑ์ที่ระบุไว้จะสามารถประเมินคุณภาพของพืชหมักได้ ผลแสดงในบทที่ 3.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.2.3หญ้าแพงโกล่าแห้ง *(Digitaria eriantha)***

หญ้าแห้ง คือ พืชอาหารสัตว์ต่าง ๆ (ไม่ว่าจะเป็นพืชตระกูลหญ้า หรือว่าพืชตระกูลถั่ว) ทำให้แห้งเหลือความชื้นประมาณ 15 เปอร์เซนต์หรือน้อยกว่านั้น โดยคุณค่าทางอาหารสัตว์ลดลงน้อยที่สุด จะด้วยกรรมวิธีใด ๆ ก็ตาม เรียกว่าหญ้าแห้ง ซึ่งสามารถเก็บถนอมไว้ให้สัตว์กินในระยะเวลาหรือฤดูกาลที่ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ หญ้าแห้งที่มีคุณภาพดีจะต้องมีอาหารธาตุที่จำเป็นสำหรับสัตว์สูงมีความน่ากินและมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้สูง คุณภาพของหญ้าแห้งพิจารณาได้ทั้งกายภาพ องค์ประกอบทางเคมีและจากการตอบสนองของสัตว์ที่กินเข้าไป แต่ลักษณะที่มองเห็นภายนอก เช่น สี กลิ่น ปริมาณใบ ก็พอจะคาดคะเนคุณภาพของหญ้าแห้งได้

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าแพงโกล่า** เป็นหญ้าที่มีอายุหลายปี แตกกอดี มีใบดก ลักษณะลำต้นกึ่งเลื้อยมีรากบริเวณข้อของลำต้น มีขนาดลำต้นเล็ก ปลูกขยายพันธุ์ได้ด้วยท่อนพันธุ์สามารถปรับตัวขึ้นได้ดีในพื้นที่ลุ่มและสามารถปรับตัวขึ้นได้ดีในพื้นที่ลุ่มและมีการระบายน้ำดี ให้ผลผลิตประมาณ 4 ตันต่อไร่ต่อปี มีโปรตีน ประมาณ 7-11 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสำหรับตัดทำหญ้าแห้ง (รูปที่ 2-10)

**การเตรียมพื้นที่** ควรเตรียมดินให้ดีเป็นพิเศษ โดยไถพรวน 2-3 ครั้ง

**การปลูก** ใช้ท่อนพันธุ์ปลูกระยะระหว่างต้นและแถวห่างกัน 25 –30 เซนติเมตร

**การใส่ปุ๋ย** ก่อนปลูกควรมีการใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 ในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้อาจมีการใส่ปุ๋ยคอก ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินในการดูแลรักษาแปลงหญ้าหลังการตัดทุกครั้งควรใส่ปุ๋ยยูเรียในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่

**การควบคุมวัชพืช** กำจัดวัชพืชครั้งแรก 3-4 สัปดาห์แรกหลังปลูก และกำจัดวัชพืชครั้งที่ 2 หลังจากครั้งแรกอีก 2 เดือน

**การใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์** เป็นหญ้าที่เหมาะที่จะทำเป็นหญ้าแห้ง การตัดเพื่อนำให้สัตว์กิน หรือทำเป็นหญ้าแห้งควรตัดครั้งแรกเมื่อหญ้า มีอายุ 60-70 วัน หลังจากนั้นจึงจะทำการตัดทุก ๆ 30-45 วัน ตัดสูงจากพื้นดิน 10-15 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์** เป็นพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะที่จะเก็บถนอมในรูปของพืชอาหารสัตว์แห้ง ซึ่งจะมีคุณค่าทางอาหารสูง มีความน่ากิน ซึ่งเหมาะสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ หญ้าแพงโกล่าแห้งที่นำมาทดลองในครั้งนี้ ได้มาจาก อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง โดยคุณสมบัติในราคากิโลกรัมละ 3 บาท นำมาเดือน มีนาคม 2546 คุณค่าทางโภชนะของหญ้าแพง โกล่าที่วิเคราะห์แล้วแสดงในบทที่ 3

**รูปที่** 2-10. หญ้าแพงโกล่าที่ใช้ในการทดลอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.3 การเตรียมข้อมูลและประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปและอาหารข้น**

2.3.1 ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์สำหรับการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปและอาหารข้นประกอบด้วย อาหารข้น 11 ชนิดมี มันเส้น ข้าวโพดบด กากทานตะวัน มันเทศป่น ถั่วเหลืองดิบ ถั่วเหลืองไขมันเต็ม ถั่วเหลืองคั่วบด กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ปลาป่น รำละเอียด และรำโรงสีกลาง ส่วนอาหารหยาบมี 4 ชนิดประกอบด้วย: รำหยาบ เปลือกและซังข้าวโพดสด เปลือกและซังข้าวโพดหมัก และเปลือกถั่วเหลืองกระเทาะ อาหารข้น 16 และ 21 % โปรตีน และอาหารสำเร็จรูป: ดัชนีชี้วัดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังกล่าวประกอบด้วย

1. วัตถุแห้ง (Dry matter)
2. โปรตีนทั้งหมด (Crude protein)
3. เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Ether extract)
4. เปอร์เซ็นต์เยื่อใย
5. เปอร์เซ็นต์แร่ธาตุ
6. เปอร์เซ็นต์ของคาร์โบไฮเดรต

โดยวิธี Proximate analysis (A.O.A.C, 1984) ผลการวิเคราะห์แสดงใน **ตารางที่ 3 -1**

**2.3.2 ทำการประกอบสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรม Lindo-win (พันทิพา และ เพทาย , 2535)**

**2.3.2.1** การประกอบสูตรอาหารข้น (Concentrate) ที่มีโปรตีน 16 และ 21 % และสูตรแร่ธาตุ ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทดลองในโครงการการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตอาหารเสริมแร่ธาตุและอาหารข้นแก่สหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมและการสืบพันธุ์ของโคนม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**1. การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุโคนมโดยวิธีลิเนีย โปรแกรมมิ่ง**

ข้อมูลส่วนประกอบของวัตถุดิบแร่ธาตุ (ตารางที่ 2-1) ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุโคประกอบด้วยวัตถุดิบแร่ธาตุทั้งสิ้น 19 ชนิด แต่ละชนิดมีส่วนประกอบของแร่ธาตุหลักคือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม คลอรีน โปแตสเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน และแร่ธาตุปลีกย่อยประกอบด้วย โคบอล ทองแดง ไอโอดีน เหล็ก แมงกานีส โมลิบดีนัม เซลีเนียม สังกะสี และอาเซนิค มีหน่วยเป็นร้อยละ ราคาของวัตถุดิบแร่ธาตุ (บาท/กก.) และความต้องการแร่ธาตุแต่ละชนิดของโค (Mineral

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

requirement) ซึ่งจะปรากฏในการทำลิเนีย โปรแกรมมิ่งในส่วนขวามือของสมการ หรืออสมการ (right hand side, RHS) ค่าความต้องการในส่วน RHS เป็นปริมาณสำหรับโคนม 1,000 ตัว

จากนั้นนำข้อมูลในตารางที่ 2-1 เติมเข้าไปในโปรแกรม Lindo-win ดังตัวอย่างในตารางที่ 2-2 รายละเอียดอักษรย่อในตารางที่ 2-1 และ 2-2 มีดังนี้:

| | | | |
|---|---|---|---|
| MIN = ทำให้ต้นทุนต่ำสุด | WEI = น้ำหนักทั้งหมด | Cal = แคลเซียม | Clo = คลอรีน |
| Cob = โคบอล | Cop = ทองแดง | Fer = เหล็ก | Iod = ไอโอดีน |
| Pot = โปแตสเซียม | Mag = แมกนีเซียม | Man = แมงกานีส | Sod = โซเดียม |
| Pho = ฟอสฟอรัส | Sul = กำมะถัน | Sel = เซรีเนียม | Zin = สังกะสี |
| DC18 = ไดแคลเซียม ฟอสเฟต (18 % ฟอสฟอรัส) | DC14 = ไดแคลเซียม ฟอสเฟต (14 % ฟอสฟอรัส) | SALT = เกลือแกง | MGCL = แมกนีเซียม คลอไรด์ |
| MGSU = แมกนีเซียม ซัลเฟต | KCL = โปแตสเซียม คลอไรด์ | KCO3 = โปแตสเซียม คาร์บอนเนท | KI = โปแตสเซียม ไอโอไดน์ |
| K2SO = โปแตสเซียม ซัลเฟต | SULF = กำมะถัน | FESU = เฟอร์รัส ซัลเฟต | COBA = โคบอล คลอไรด์ |
| CUSO = คอปเปอร์ ซัลเฟต | MNSO = แมงกานีส ซัลเฟต | MNCL = แมงกานีส คลอไรด์ | ZNSO = ซิงค์ ซัลเฟต |
| ZNO = ซิงค์ ออกไซด์ | SEMX = เซรีเนียมผสม | CORN = ข้าวโพด | |

จากข้อมูลในตารางที่ 2-2 เมื่อนำไปเข้าลิเนีย โปรแกรม Lindo-win ในแร่ธาตุ 1 กก. มีแร่ธาตุหลักและปลีกย่อยรวมกันเพียงพอสำหรับโคนมที่ให้น้ำนม 33 กก./วัน เนื่องจากการประกอบสูตรแร่ธาตุดังกล่าวใช้ฐานการกินอาหาร (น้ำหนักแห้ง) ของโคที่ 12.33 กก./วัน หรือที่ความชื้นอาหาร 15 % จะเป็นน้ำหนักอาหารทั้งหมด 12.33/0.85 เป็น 14.5 กก. นั่นคือใช้สูตรอาหารแร่ธาตุดังกล่าว 1/14.5 เท่ากับ 0.069 กก./อาหาร 1 กก. หรือ 6.9 กก./อาหาร 100 กก. ผลการประกอบสูตรแร่ธาตุสมบูรณ์จะแสดงในบทที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2-1.** แสดงส่วนประกอบวัตถุดิบแร่ธาตุ ราคา และความต้องการแร่ธาตุของโคนมเป็น กรัม/ตัว/วัน

| ลำดับที่ | วัตุดิบ | % Ca | % Cl | % Co | % Cu | % Fe | % I | % K | % Mg | % Mn | % Na | % P | % S | % Se | % Zn | ราคา (บาท/กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ไดแคลเซียม ฟอสเฟต (18%) | 22.00 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 18.00 | . | . | . | 13.00 |
| 2 | ไดแคลเซียม ฟอสเฟต (14%) | 17.00 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 14.00 | . | . | . | 3.50 |
| 3 | เกลือแกง (85%) | . | 51.56 | . | . | . | . | . | . | . | 33.44 | . | . | . | . | 3.50 |
| 4 | แมกนีเซียม คลอไรด์ (98%) | . | 72.98 | . | . | . | . | . | 25.02 | . | . | . | . | . | . | 111.11 |
| 5 | แมกนีเซียม ซัลเฟต (98%) | . | . | . | . | . | . | . | 12.38 | . | . | . | . | . | . | 66.67 |
| 6 | โปแตสเซียม คลอไรด์ (98%) | . | 46.60 | . | . | . | . | 51.401 | . | . | . | . | . | . | . | 300.00 |
| 7 | โปแตสเซียม คาร์บอนเนท (98%) | . | . | . | . | . | . | 38.661 | . | . | . | . | . | . | . | 177.00 |
| 8 | โปแตสเซียม ไอโอไดด์ (98%) | . | . | . | . | . | 74.921 | 23.079 | . | . | . | . | . | . | . | 3900.00 |
| 9 | โปแตสเซียม ซัลเฟต (98%) | . | . | . | . | . | . | 43.9726 | . | . | . | . | . | . | . | 300.00 |
| 10 | ซัลเฟอร์ (98%) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 98 | . | . | 85.71 |
| 11 | เฟอร์รัส ซัลเฟต (98%) | . | . | . | . | 19.6882 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 250.00 |
| 12 | โคบอลท์ คลอไรด์ (98%) | . | . | 44.4822 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 5000.00 |

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | คอปเปอร์ ซัลเฟต (98%) | . | . | . | 24.8724 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 65.00 |
| 14 | แมงกานีส ซัลเฟต (98%) | . | . | . | . | . | . | . | . | 27.0186 | . | . | . | . | . | 88.89 |
| 15 | แมงกานีส คลอไรด์ (98%) | . | 55.22 | . | . | . | . | . | . | 42.7868 | . | . | . | . | . | 30000.00 |
| 16 | ซิงส์ ซัลเฟต (98%) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 22.285200 | 111.11 |
| 17 | ซิงส์ คลอไรด์ (98%) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 47.020400 | 166.67 |
| 18 | ซิงส์ ออกไซด์ (98%) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 78.733200 | 222.22 |
| 19 | เซเลเนียม มิกซ์เจอร์ (1.5%) | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1.5 | . | 1345.00 |
| 20 | ข้าวโพด | | | | | | | | | | | | | | | 4.70 |
| | RHS (กรัม/ตัว/วัน) | 78.912 | 30.825 | 0.001233 | 0.1233 | 0.6165 | 0.007398 | 123.3 | 30.825 | 0.4932 | 22.194 | 50.553 | 24.66 | 0.003699 | 0.493200 | |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2-2.** แสดงการนำข้อมูลจากตารางที่ 2-1 เติมลงในโครงสร้างข้อมูลของลิเนีย โปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo-win

```
MIN     + 0.13 DC18 + 0.035 DC14 + 0.035 SALT + 1.1111111 MGCL + 0.666667 MGSU + 3 KCL + 1.77 KCO3 + 39 KI + 3 K2SO + 0.8571 SULF + 2.5 FESU + 50 COBA + 0.65
        CUSO + 0.8889 MNSO  + 30 MNCL + 1.1111 ZNSO + 1.6667 ZNCL + 2.2222 ZNO + 13.45 SEMX + 0.047 CORN
SUBJECT TO
WEI)    + 1 DC18  + 1 DC14  + 1 SALT + 1 MGCL + 1 MGSU + 1 KCL + 1 KCO3 + 1 KI + 1 K2SO + 1 SULF + 1 FESU + 1 COBA + 1 CUSO + 1 MNSO + 1 MNCL + 1 ZNSO + 1
ZNCL + 1 ZNO      + 1 SEMX + 1 CORN = 1000
Cal)    + 0.22 DC18 + 0.17 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO +
0 ZNCL  + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 78.912
Clo)    + 0 DC18 + 0 DC14 + 0.51561 SALT + 0.7298288 MGCL + 0 MGSU + 0.46599 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0.5461 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO +
        0.55223 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >=          30.825
Cob)    + 0 DC18        + 0 DC14        + 0 SALT        + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0.444822
COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL       + 0 ZNO + 0 SEMX       + 0 CORN >= 0.001233
Cop)    + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0.248724 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO
+ 0 ZNCL + 0 ZNO  + 0 SEMX + 0 CORN >= 0.1233
Fer)    + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0.196882 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO
        + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 0.6165
Iod)    + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0.74921 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO +
        0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 0.007398
Pot)    + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0.51401 KCL + 0.38661 KCO3 + 0.23079 KI + 0.439726 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO +
0 MNCL  + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 123.3
```



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2-2** (ต่อ)

Mag) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT+ 0.2501712 MGCL + 0.1237799 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 30.825

Man) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT+ 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA+ 0 CUSO + 0.270186 MNSO + 0.427868 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 0.4932

Sod) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0.33439 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 22.194

Pho) + 0.18 DC18 + 0.14 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 50.553

Sul) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT+ 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0.98 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 24.66

Sel) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0 ZNSO + 0 ZNCL + 0 ZNO + 0.015 SEMX + 0 CORN >= 0.003699

Zin) + 0 DC18 + 0 DC14 + 0 SALT + 0 MGCL + 0 MGSU + 0 KCL + 0 KCO3 + 0 KI + 0 K2SO + 0 SULF + 0 FESU + 0 COBA + 0 CUSO + 0 MNSO + 0 MNCL + 0.222852 ZNSO + 0.470204 ZNCL + 0.787332 ZNO + 0 SEMX + 0 CORN >= 0.4932

End



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2. การประกอบสูตรอาหารข้นโคนมโดยวิธีลิเนีย โปรแกรมมิ่ง**

ในทำนองเดียวกันกับการประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ ข้อมูลชนิดวัตถุดิบอาหารสัตว์ และส่วนประกอบโภชนะได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-3 จากนั้นนำข้อมูลไปเติมลงในโปรแกรม Lindo-win ตามรูปแบบของโปรแกรม (ตารางที่ 2-4) อักษรย่อได้อธิบายไว้แล้วในส่วนแร่ธาตุและในการประกอบสูตรอาหารโคนมที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ ผลแสดงในบทที่ 3

แถว MIN เป็น Objective function ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละตัวเป็นราคา/100
แถว WEI เป็นการคุมน้ำหนักของสูตรอาหารรวมกันเท่ากับ 100 กก.
แถว TDN เป็นการคุมอาหารให้มีส่วนโภชนะที่ย่อยได้ทั้งสิ้นมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์
แถว CP เป็นการคุมอาหารให้มีโปรตีนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์
แถว URE เป็นการคุมอาหารให้มียูเรียไม่เกิน 1.5 เปอร์เซ็นต์
แถว RB เป็นการคุมอาหารให้มีรำอ่อนไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์
แถว COR เป็นการคุมอาหารให้ข้าวโพดไม่น้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์
แถว MIN) เป็นการคุมอาหารให้มีแร่ธาตุรวมเท่ากับ 6.9 เปอร์เซ็นต์
แถว VIT เป็นการคุมอาหารให้มีไวตามินรวมเท่ากับ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2.3.** แสดงข้อมูลส่วนประกอบโภชนะของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้สำหรับประกอบสูตรอาหารข้นสำหรับโคนมที่มีส่วนประกอบโปรตีน 14, 16 และ 21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

| โภชนะ | วัตถุดิบอาหารสัตว์ (ราคา, บาท/กก) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | มันเส้น (CASA) | กระถิน (LEUE) | ข้าวโพด (CORN) | รำอ่อน (RB) |
| ราคา (บาท/กก.) | 3.20 | 5.00 | 4.60 | 4.60 |
| โภชนะที่ย่อยได้ทั้งสิ้น (TDN, %) | 80.00 | 65.00 | 80.00 | 70.00 |
| วัตถุแห้ง (DM, %) | 90.12 | 90.00 | 90.12 | 91.12 |
| เยื่อไย (CF, %) | 4.52 | 12.00 | 4.52 | 8.08 |
| โปรตีน (CP, %) | 1.00 | 22.00 | 7.76 | 13.17 |
| ไขมัน (EE, %) | 0.00 | 0.00 | 4.72 | 18.93 |
| แคลเซียม (%) | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.10 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 1.70 |
| โปแตสเซียม (%) | 0.00 | 0.00 | 0.33 | 1.35 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.95 |

**ตารางที่ 2.3 (ต่อ)**

| โภชนะ | วัตถุดิบอาหารสัตว์ (ราคา, บาท/กก) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | รำหยาบ | กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน (SB) | กากถั่วเหลืองไม่สกัดน้ำมัน (FSB) | ปลายข้าว (BRKR) |
| ราคา (บาท/กก.) | 2.50 | 10.20 | 11.40 | 6.00 |
| โภชนะที่ย่อยได้ทั้งสิ้น (TDN, %) | 62.33 | 78.00 | 85.00 | 71.00 |
| วัตถุแห้ง (DM, %) | 88.20 | 90.81 | 92.08 | 88.61 |
| เยื่อไย (CF, %) | 21.32 | 5.81 | 4.75 | 1.12 |
| โปรตีน (CP, %) | 8.35 | 47.76 | 41.03 | 8.07 |
| ไขมัน (EE, %) | 8.13 | 2.45 | 19.66 | 1.67 |
| แคลเซียม (%) | 0.00 | 0.20 | 0.25 | 0.04 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 0.00 | 0.60 | 0.59 | 0.26 |
| โปแตสเซียม (%) | 0.00 | 1.71 | 0.17 | 0.34 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.00 | 0.25 | 0.21 | 0.14 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2.3 (ต่อ)**

| โภชนะ | วัตถุดิบอาหารสัตว์ (ราคา, บาท/กก) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ปลาป่น (FM) | ยูเรีย (UREA) | แร่ธาตุรวม (MINN) | ไวตามินรวม (VT) |
| ราคา (บาท/กก.) | 21.00 | 7.00 | 12.00 | 35.00 |
| โภชนะที่ย่อยได้ทั้งสิ้น (TDN, %) | 70.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| วัตถุแห้ง (DM, %) | 91.43 | 90.00 | 90.00 | 85.00 |
| เยื่อไย (CF, %) | 1.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| โปรตีน (CP, %) | 59.95 | 281.00 | 0.00 | 0.00 |
| ไขมัน (EE, %) | 6.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| แคลเซียม (%) | 7.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ฟอสฟอรัส (%) | 3.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| โปแตสเซียม (%) | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| แมกนีเซียม (%) | 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

**2.3.2.2 อาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) ที่โภชนะเพียงพอสำหรับโคนมที่ให้นมวันละ 14 และ 20 กก.**

การประกอบสูตรใช้ข้อมูลสำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์จากตารางที่ 2-3 และ ผลการวิเคราะห์ เปลือกและซังข้าวโพดหมักที่มีส่วนประกอบดังนี้ (ในสภาพให้กินสด) TDN = 12.32%, DM = 17.00 %, CF = 5.2 %, CP = 1.3 % จากนั้นนำข้อมูลเติมลงไปในโปรแกรม Lindo.win ตามตารางที่ 2-5 จากนั้น กด Ctrl+A ตามด้วย Ctrl+S ผลแสดงใน ตารางที่ 2-6 แล้วตอบคำถาม DO RANGE (SENSITIVITY) ANALYSIS? แล้วตอบ NO (เนื่องจากต้องการเฉพาะคำตอบที่เป็นสูตรอาหารเท่านั้น) ผลแสดงในตารางที่ 2-7 โดยมีผลประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปที่เป็นภาษาไทยแสดงในบทที่ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2-4.** แสดงการนำข้อมูลจากตารางที่ 2-3 เติมลงในโครงสร้างข้อมูลของลิเนีย โปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo-win เพื่อประกอบสูตรอาหารข้นสำหรับโคนม.

MIN + 0.032 CASA + 0.05 LEUE + 0.0460 CORN + 0.046 RB + 0.025 RRB + 0.102 SB + 0.114 FSB + 0.06 BRKR + 0.21 FM + 0.07 UREA + 0.12 MINN + 0.35 VIT

SUBJECT TO

WEI) + 1 CASA + 1 LEUE + 1 CORN + 1 RB + 1 RRB + 1 SB + 1 FSB + 1 BRKR + 1 FM + 1 UREA + 1 MINN + 1 VIT = 100

TDN) + 0.80 CASA + 0.65 LEUE + 0.80 CORN + 0.70 RB + 0.6233 RRB + 0.78 SB + 0.85 FSB + 0.71 BRKR + 0.70 FM >= 70

DM) + 0.9012 CASA + 0.9 LEUE + 0.9012 CORN + 0.9112 RB + 0.882 RRB + 0.9081 SB + 0.9208 FSB + 0.8861 BRKR + 0.9143 FM >= 0

CF) + 0.0452 CASA + 0.12 LEUE + 0.0452 CORN + 0.0808 RB + 0.2132 RRB + 0.0581 SB + 0.0475 FSB + 0.0112 BRKR + 0.0181 FM >= 0

CP) + 0.01 CASA + 0.22 LEUE + 0.0776 CORN + 0.1317 RB + 0.0835 RRB + 0.4776 SB + 0.4103 FSB + 0.0807 BRKR + 0.5995 FM + 2.81 UREA >= 14

EE) + 0 CASA + 0 LEUE + 0.0472 CORN + 0.1893 RB + 0.0813RRB + 0.0245 SB + 0.1966 FSB + 0.0167 BRKR + 0.0675 FM >= 0

Ca) + 0 CASA + 0 LEUE + 0.0001 CORN + 0.001 RB + 0 RRB + 0.002 SB+ 0.0025 FSB + 0.0004 BRKR+ 0.077 FM >= 0

P) + 0 CASA + 0 LEUE + 0.0025 CORN + 0.017 RB + 0 RRB + 0.006 SB+ 0.0059 FSB + 0.0026 BRKR+ 0.038 FM >= 0

K) + 0 CASA + 0 LEUE + 0.0033 CORN + 0.0135 RB + 0 RRB + 0.0171 SB + 0.017 FSB + 0.0034 BRKR + 0.003 FM >= 0

Mg) + 0 CASA + 0 LEUE + 0.0015 CORN + 0.0095 RB + 0 RRB + 0.0025 SB + 0.0021 FSB + 0.0014 BRKR + 0.0015 FM >= 0

URE) + 1 UREA <= 1.5

LEU) + 1 LEUE = 0

RB) + 1 RB <= 15

RRB) + 1 RRB = 0

COR) + 1 CORN => 15

MIN) + 1 MINN = 6.9

FSB) + 1 FSB = 0

BRK) + 1 BRKR = 0

VIT) + 1 VIT = 0.5



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 2-5.** แสดงการนำข้อมูลที่ใช้ประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป (TMR) เติมลงในโครงสร้างข้อมูลของลิเนียโปรแกรมมิ่ง ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo.win

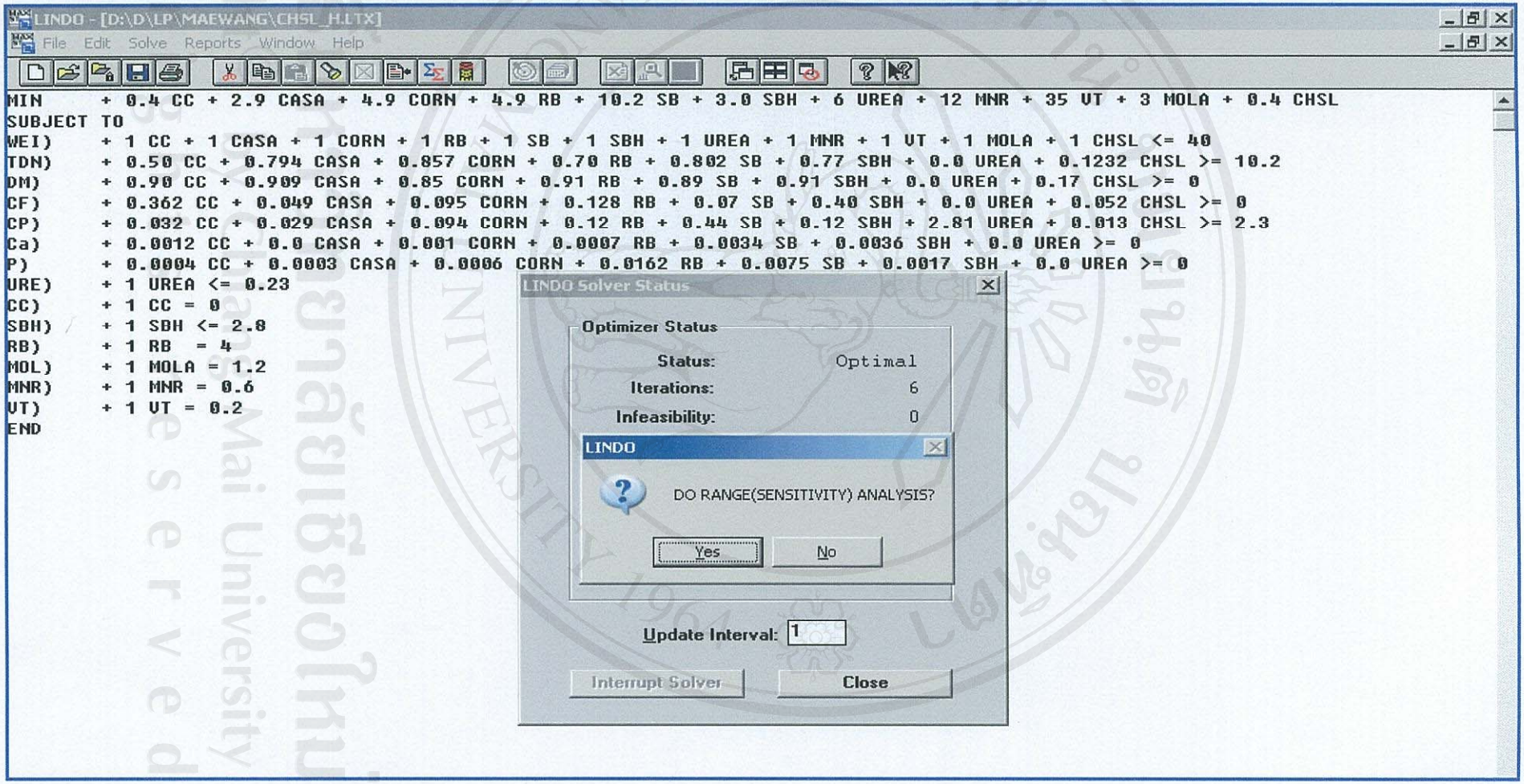
LINDO - [D:\D\LP\MAEWANG\CHSL_H.LTX]

File Edit Solve Reports Window Help

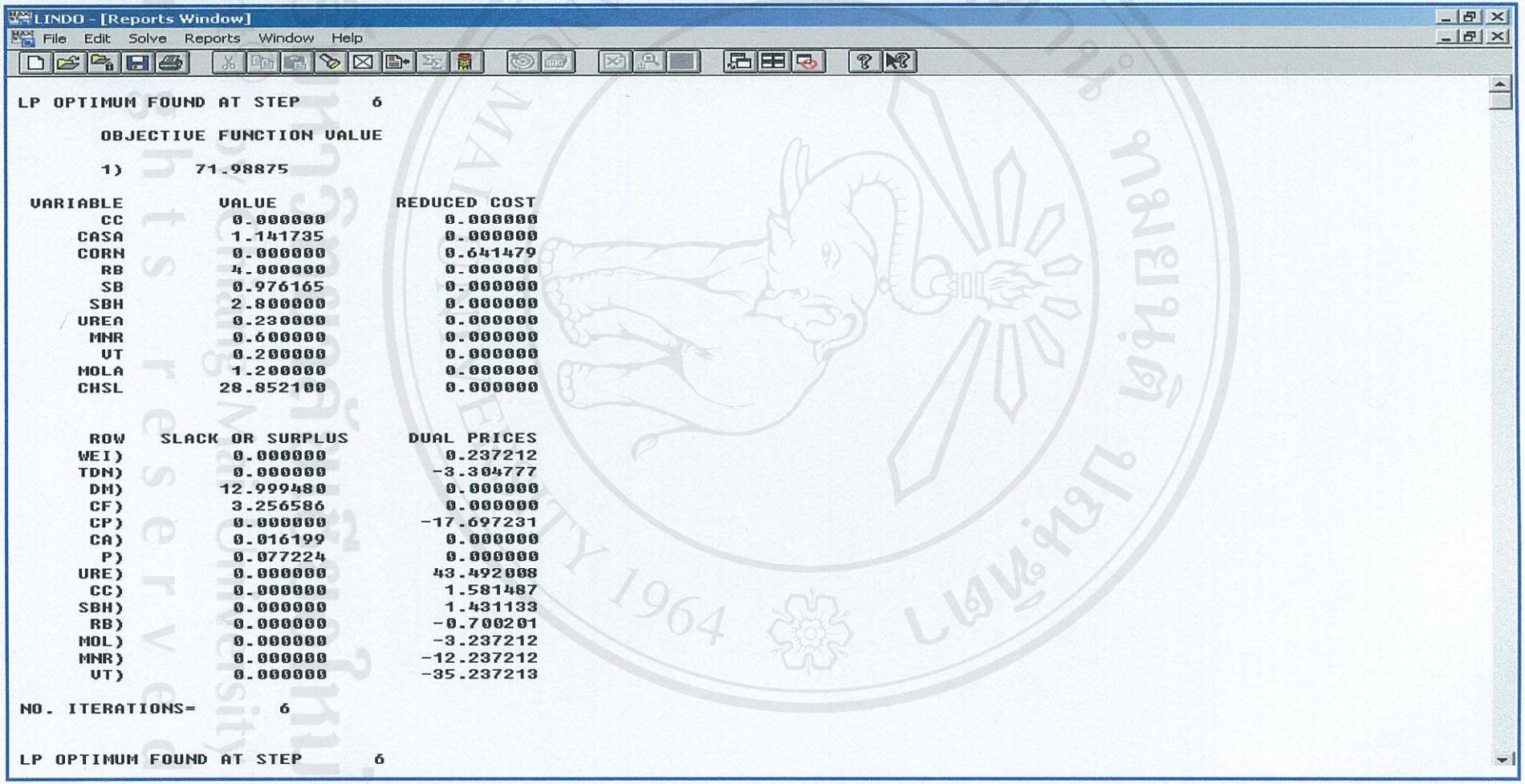
```
MIN     + 0.4 CC + 2.9 CASA + 4.9 CORN + 4.9 RB + 10.2 SB + 3.0 SBH + 6 UREA + 12 MNR + 35 VT + 3 MOLA + 0.4 CHSL
SUBJECT TO
WEI)    + 1 CC + 1 CASA + 1 CORN + 1 RB + 1 SB + 1 SBH + 1 UREA + 1 MNR + 1 VT + 1 MOLA + 1 CHSL <= 40
TDN)    + 0.50 CC + 0.794 CASA + 0.857 CORN + 0.70 RB + 0.802 SB + 0.77 SBH + 0.0 UREA + 0.1232 CHSL >= 10.2
DM)     + 0.90 CC + 0.909 CASA + 0.85 CORN + 0.91 RB + 0.89 SB + 0.91 SBH + 0.0 UREA + 0.17 CHSL >= 0
CF)     + 0.362 CC + 0.049 CASA + 0.095 CORN + 0.128 RB + 0.07 SB + 0.40 SBH + 0.0 UREA + 0.052 CHSL >= 0
CP)     + 0.032 CC + 0.029 CASA + 0.094 CORN + 0.12 RB + 0.44 SB + 0.12 SBH + 2.81 UREA + 0.013 CHSL >= 2.3
Ca)     + 0.0012 CC + 0.0 CASA + 0.001 CORN + 0.0007 RB + 0.0034 SB + 0.0036 SBH + 0.0 UREA >= 0
P)      + 0.0004 CC + 0.0003 CASA + 0.0006 CORN + 0.0162 RB + 0.0075 SB + 0.0017 SBH + 0.0 UREA >= 0
URE)    + 1 UREA <= 0.23
CC)     + 1 CC = 0
SBH)    + 1 SBH <= 2.8
RB)     + 1 RB  = 4
MOL)    + 1 MOLA = 1.2
MNR)    + 1 MNR = 0.6
VT)     + 1 VT = 0.2
END
```

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CC | = Corn Crop | SB | = Soybean Meal | CHSL | = Corn Hull Silage |
| CASA | = Casava | URE | = Urea | MOLA | = Molasse |
| CORN | = Corn | MNR | = Minerals | SBH | = Soybean Hulls |
| RB | = Rice Bran | VT | = Vitamin | | |

**ตารางที่ 2-6.** แสดงขั้นตอนการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป (TMR) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo.win โดยใช้คำสั่ง Ctrl+A ตามด้วย Ctrl+S



**ตารางที่ 2-7.** แสดงผลการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป (TMR) ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo.win หลังจากใช้คำสั่ง Ctrl+S



LINDO - [Reports Window]

File Edit Solve Reports Window Help

```
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      6

        OBJECTIVE FUNCTION VALUE

        1)       71.98875

 VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
       CC          0.000000          0.000000
     CASA          1.141735          0.000000
     CORN          0.000000          0.641479
       RB          4.000000          0.000000
       SB          0.976165          0.000000
      SBH          2.800000          0.000000
     UREA          0.230000          0.000000
      MNR          0.600000          0.000000
       VT          0.200000          0.000000
     MOLA          1.200000          0.000000
     CHSL         28.852100          0.000000


      ROW    SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
      WEI)          0.000000          0.237212
      TDN)          0.000000         -3.304777
       DM)         12.999480          0.000000
       CF)          3.256586          0.000000
       CP)          0.000000        -17.697231
       CA)          0.016199          0.000000
        P)          0.077224          0.000000
      URE)          0.000000         43.492008
       CC)          0.000000          1.581487
      SBH)          0.000000          1.431133
       RB)          0.000000         -0.700201
      MOL)          0.000000         -3.237212
      MNR)          0.000000        -12.237212
       VT)          0.000000        -35.237213

NO. ITERATIONS=       6

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      6
```

## 2.4 การทดลองผลิตภัณฑ์อาหารข้น อาหารสำเร็จรูป

### 2.4.1 การทดลองเปรียบเทียบการใช้อาหารข้น อาหารสำเร็จรูป และอาหารบริษัท

สถานการณ์ในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมส่วนใหญ่ได้ใช้อาหารข้นที่ซื้อจากบริษัทผลิตอาหารสัตว์ทั้งที่ผลิตในท้องถิ่นภาคเหนือหรือผลิตจากบริเวณภาคกลางของประเทศไทย โดยทั่วไปถือว่า ต้นทุนการผลิตน้ำนมส่วนหนึ่งมาจากอาหารข้น ดังนั้นความพยายามของกลุ่มเกษตรกรที่จะผลิตอาหารข้นให้ได้ด้วยตนเองจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะลดต้นทุนการผลิต นอกจากนั้นเกษตรกรผู้ผลิตโคนมรายย่อยในเขตภาคเหนือมีปัญหาด้านการขาดพื้นที่สำหรับทำแปลงหญ้าจึงเป็นปัญหาคอขวดที่ทำให้เกษตรกรไม่สามารถขยายการผลิตของตนเอง แนวทางในการแก้ปัญหาทางหนึ่งคือ การผลิตอาหารสำเร็จรูปที่มีแหล่งอาหารหยาบมาจากนอกฟาร์ม ถ้าปัญหานี้ได้รับการแก้ไขเกษตรกรก็ไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มพื้นที่ฟาร์มเพื่อการขยายกำลังการผลิต ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้จึงเป็นการเปรียบเทียบ 2 ทางเลือกกล่าวคือ 1) การเปรียบเทียบการใช้เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกรกับอาหารข้นที่มาจากบริษัท และ 2) เปรียบเทียบระหว่างเปลือกและซังข้าวโพดในรูปสดในข้อ 1 กับรูปเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่ให้ในแบบอาหารสำเร็จรูป

**วัตถุประสงค์ของการทดลอง :**

1)การเปรียบเทียบการใช้เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกรกับอาหารข้นที่มาจากบริษัท ในโคนมระยะ ลูกโค โครุ่น โคท้อง และโคให้นม

2)เปรียบเทียบระหว่างเปลือกและซังข้าวโพดในรูปสดในข้อ 1 กับรูปเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่ให้ในแบบอาหารสำเร็จรูป ในโคนมระยะ ลูกโค โครุ่น โคท้อง และโคให้นม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

**อุปกรณ์การทดลอง:**

- เครื่องผสมอาหารสำเร็จรูป (Total mixed ration, TMR) สำหรับโคนม สามารถผสมอาหารโคได้ 2.5 ตัน/ชม.
- รถยกที่สามารถยกของหนัก 1 ตัน
- เครื่องสับข้าวโพด
- ถุงพลาสติกหนา ขนาดบรรจุ 500 – 600 กิโลกรัม
- เปลือกและซังข้าวโพด จากโรงงานข้าวโพดหวาน เค.ซี.
- สายวัดน้ำหนักตัวชนิดที่มีตัวเลขบอกความยาวรอบอกและน้ำหนักตัวสัตว์
- เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิตอล
- เครื่อง Mikoscan 113 V 3.9 GB

**การทดลองที่ 1: ศึกษาการใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปโคนม**

**การทดลองแบ่งออกเป็น 4 การทดลอง**

2.4.1.1การเปรียบเทียบการใช้ 1) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารขั้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร 2) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นจากบริษัท และ 3) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารในรูปหมักที่มีแหล่งอาหารข้นเติมในรูปอาหารสำเร็จรูป ใน ลูกโค

2.4.1.2การเปรียบเทียบการใช้ 1) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารขั้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร 2) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นจากบริษัท และ 3) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารในรูปหมักที่มีแหล่งอาหารข้นเติมในรูปอาหารสำเร็จรูป ในโครุ่น

2.4.1.3การเปรียบเทียบการใช้ 1) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารขั้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร 2) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นจากบริษัท และ 3) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารในรูปหมักที่มีแหล่งอาหารข้นเติมในรูปอาหารสำเร็จรูป ในโคสาว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1.4 การเปรียบเทียบการใช้ 1) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร 2) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นจากบริษัท และ 3) เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารในรูปหมักที่มีแหล่งอาหารข้นเติมในรูปอาหารสำเร็จรูป ในโครีดนม

**สัตว์ทดลอง (รูปที่ 2-11)**

ใช้ลูกโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจำนวน 3 ตัว ระดับสายเลือดเฉลี่ย 73.44 ± 10.9 น้ำหนักเริ่มต้น 106.5 ± 12.75 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 63.26 ± 11.46 วัน

ใช้โครุ่นลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 3 ตัว ระดับสายเลือด 92.76 ± 1.37 น้ำหนักเริ่มต้น 200.17 ± 2.94 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 470.33 ± 5.92 วัน

ใช้โคสาวลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 3 ตัว ระดับสายเลือด 90.62 ± 1.80 น้ำหนักเริ่มต้น 274 ± 2 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 540.6 ± 7.83 วัน

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจำนวน 3 ตัว ระดับสายเลือด 81.25 ± 3.60 น้ำหนักเริ่มต้น 450.33 ± 15.30 กิโลกรัม อยู่ในช่วงหลังคลอดประมาณ 42 ± 1.73 วัน ให้ผลผลิตน้ำนม 18 ± 1.80 กิโลกรัม/วัน

**การวางแผนการทดลอง**

วางแผนการทดลองเป็นแบบ 3x3 Latin square ใช้โคจำนวน 3 ตัว โดยแบ่งช่วงการทดลองเป็น 3 ระยะ แต่ละระยะใช้เวลา 21 วัน การเปลี่ยนไปแต่ละระยะใช้เวลา 7 วัน (preliminary period)

**คอกทดลอง (รูปที่ 2-12)**

ใช้ฟาร์มของเกษตรกรในเขตอำเภอสันป่าตองและอำเภอแม่วาง

ลูกโค: เป็นซองขังเดี่ยวมีไม้ไผ่กั้นระหว่างลูกโคแต่ละตัว มีรางน้ำอยู่ด้านหลังและรางอาหารอยู่ด้านหน้า

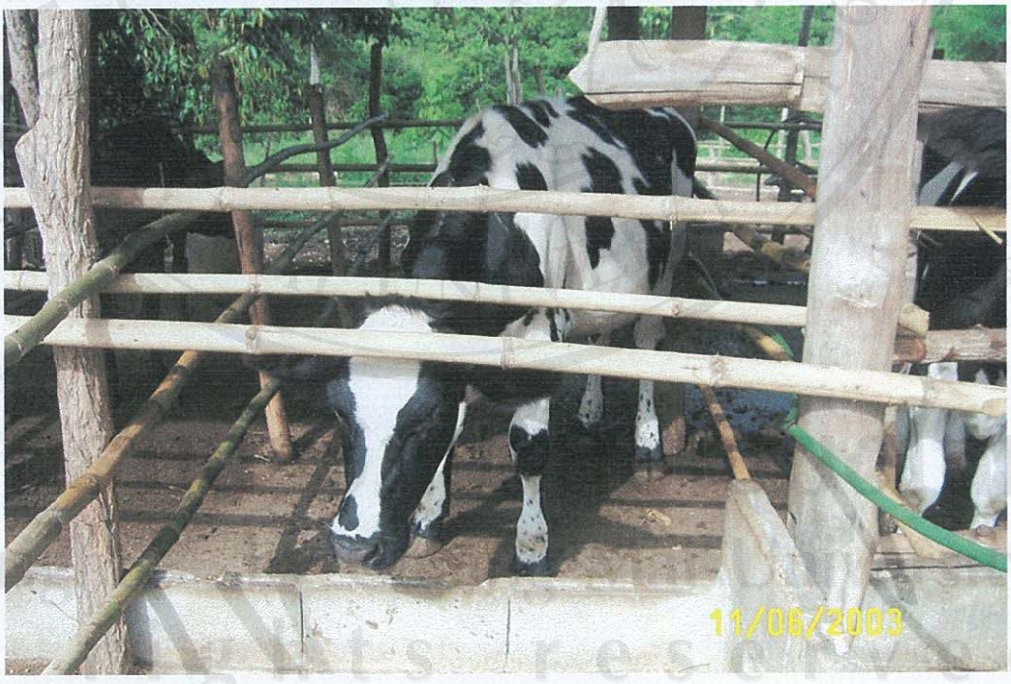
โครุ่น: เป็นซองขังเดี่ยวมีไม้ไผ่กั้นระหว่างโครุ่นแต่ละตัว มีรางน้ำอยู่ด้านหลังและรางอาหารอยู่ด้านหน้า

โคสาว: เป็นซองที่ผูกโคสาวยืนโรง โดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้า

โครีดนม: เป็นซองที่ผูกโครีดนมยืนโรง โดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**รูปที่ 2-11.** สัตว์ทดลองโคนมลูกผสมฟรีเซี่ยน ณ ฟาร์มของเกษตรกรอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่.




**รูปที่ 2-12.** ลักษณะคอกทดลอง ณ ฟาร์มของเกษตรกรอำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ไม้ไผ่กั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แยกขังแต่ละตัว.

**อาหารทดลอง**

- เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร: เป็นเปลือกและซังข้าวโพดสดจากโรงงานและไม่ได้สับขนย้ายจากโรงงานมายังฟาร์มทุกๆ 3 วันโคได้กินอาหารหยาบเต็มที่ ส่วนอาหารข้นสำหรับโครุ่น และโคสาวที่มีส่วนประกอบโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกโคและโครีดนมให้ 21 ให้เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณที่ให้ ให้ตามประเภทโคระยะต่างๆดังนี้: ลูกโคให้ 2 กก./ตัว/วัน โครุ่น 3 กก./ตัว/วัน โคสาว 4 กก./ตัว/วัน และโครีดนมให้ 8 กก./ตัว/วัน

- เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นจากบริษัท: เป็นเปลือกและซังข้าวโพดสดจากโรงงานและไม่ได้สับขนย้ายจากโรงงานมายังฟาร์มทุกๆ 3 วันโคได้กินอาหารหยาบเต็มที่ ส่วนอาหารข้นให้ในรูปอาหารเม็ดจากบริษัท อาหารข้นสำหรับโครุ่น และโคสาวที่มีส่วนประกอบโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกโคและโครีดนมให้ 21 ให้เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณที่ให้ ให้ตามประเภทโคระยะต่างๆดังนี้: ลูกโคให้ 2 กก./ตัว/วัน โครุ่น 3 กก./ตัว/วัน โคสาว 4 กก./ตัว/วัน และโครีดนมให้ 8 กก./ตัว/วัน

- เปลือกและซังข้าวโพดใช้ในรูปหมัก โคได้กินเปลือกและซังข้าวโพดหมักเต็มที่ มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร โคนมที่ทดลองมี 2 กลุ่มคือ โคที่ให้นมเฉลี่ยวันละ 14 -19 กก./ตัว/วันให้อาหารข้นที่มีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 7.68 กก./ตัว/วัน สำหรับโคที่ให้นมตั้งแต่ 20 กก./ตัว/วันขึ้นไป ให้อาหารข้นที่มีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 10.30 กก./ตัว/วัน

**การให้อาหาร**

รางอาหารของฟาร์มเกษตรกรมี 2 แบบคือ แบบที่เป็นช่องซีเมนต์ผ่านกลางคอกตลอดแนวตามความยาวคอก มีความกว้างของพื้นที่ให้อาหาร 2 เมตร และแบบที่เป็นร่องซีเมนต์ขนาดความกว้างประมาณ 15 นิ้ว เปลือกและซังข้าวโพดให้กินตลอดเวลา ให้อาหารข้นวันละ 2 ครั้ง เวลา 7:00 น. และ 16:00 น. น้ำมีให้กินตลอดเวลา มีก้อนแร่ธาตุแขวนให้กินตลอดเวลา

**การรีดนม** รีดนมด้วยเครื่องรีดนมแบบถังวันละ 2 ครั้ง เวลา 5:30 น. และ 15:30 น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ระยะในการทดลอง**

1. ระยะเริ่มแรก (preliminary period) ใช้เวลา 7 วัน โดยจะให้สัตว์กินอาหารอย่างเต็มที่และเปลี่ยนสูตรอาหารที่ให้ในสัดส่วน 25 % ในวันที่ 1, 50 % ในวันที่ 2, 75 % ในวันที่ 3 และ 100 % ในวันที่ 4~7
2. ระยะเก็บข้อมูล (collection period) ใช้เวลา 21 วัน

**การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง**

1. บันทึกน้ำหนักสัตว์เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลองในแต่ละระยะ โดยใช้เครื่องชั่งแบบดิจิตอล (RUDDWEIGH, ประเทศออสเตรเลีย, รูปที่ 2-13)
2. บันทึกประมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ
3. เก็บตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดสดและหมักเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
4. บันทึกปริมาณน้ำนมที่เก็บในแต่ละวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมตัวอย่างละ 30 มิลลิลิตร มี Potassium dicromate 30 มิลลิกรัม/น้ำนม 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หา Milk Urea Nitrogen (MUN) และการวัดคุณภาพน้ำนม

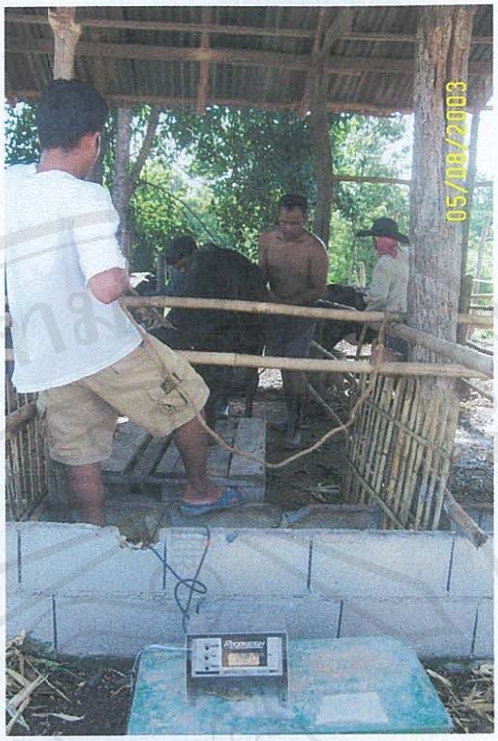
**การวิเคราะห์ทางเคมี**

นำตัวอย่างวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ผสมในอาหารมาทำการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี

**วิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ในข้าวโพดหมัก** รายละเอียดวิธีการแสดงในข้อ 2.2.2.2

**วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำนม** ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Crude protein), ปริมาณของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมัน (solid not fat), และน้ำตาล lactose โดยใช้เครื่อง Mikoscan 133 V 3.9 GB วิเคราะห์โดยศูนย์ผสมเทียมห้วยแก้ว กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 2-13.** แสดงการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอลในฟาร์มของเกษตรกร อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่.

**วิเคราะห์หาปริมาณยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (MUN)**

**หลักการวัดยูเรีย** เมื่อ Urea ถูก hydrolyze ด้วยเอนไซม์ Urease ได้ ammonium ion ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับ Salicylate และ hypochlorite ในด่าง โดยมี Sodium Nitroprusside เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาตาม Berthelot Reaction เกิดสีเขียวขึ้น ความเข้มของสีเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณยูเรีย

**น้ำยาที่ใช้ในการวัดปริมาณ MUN**

1a. MUN Enz. Suspension
1b. MUN Diluent
2. Conc. MUN Color Reagent (R2)
3. MUN Standard (30 mg/dl)
4. Deionized water

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การเตรียมน้ำยา**

1. (W1) working Enz. Diluent (1a + 1b) ละลาย 1a ด้วย 1b อัตราส่วน 2:48 น้ำยามีอายุหลังละลาย 4 สัปดาห์
2. (W2) working BUN Color Reagent เจือจาง R2, Conc. BUN Color Reagent 1 ส่วน ด้วยน้ำกลั่น 3 ส่วน ก่อนใช้ น้ำยามีอายุหลังเจือจาง 4 เดือน

**วิธีวัด** แบ่งน้ำยา working Enz. Diluent เท่าจำนวนที่จะใช้ใส่หลอดแก้วแล้วอุ่นให้ได้อุณหภูมิที่จะใช้ทำปฏิกิริยา (37 °C หรือ อุณหภูมิห้อง) ก่อนการวิเคราะห์

| การวิเคราะห์ | Standard | Test | Blank |
|---|---|---|---|
| Working Enz Dilution (W1) | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Standard | 0.02 | - | - |
| Sample | - | 0.02 | - |
| Deionized water | - | - | 0.02 |
| Working Color reagent (W2) | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

อ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 560~600 nm โดยปรับให้ Blank เป็น 0

**การคำนวณ**

**BUN (mg/dl) = (OD.T/ OD.S) * C.S. (mg/dl)**

OD.T หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

OD.S หมายถึงค่าการดูดกลืนแสงของน้ำยามาตรฐาน

C.S. หมายถึง Standard Concentration ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30 mg/dl

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ข้อควรระวัง**

1.สีที่เกิดขึ้นมีเสถียรภาพ 60 นาที

2.Linearity 100 mg/dl

3.แอมโมเนียทำให้ค่าการวัดสูงขึ้น

4.ฟลูออไรด์ ยังยั้งการทำงานของเอนไซม์ยูรีเอส

5.การวิเคราะห์ยูเรียด้วยวิธี เอนไซม์ ต้องทำค่ามาตรฐานทุกครั้ง หรือวันละครั้ง เพราะ ว่าคลอรีนในรูปอิสระ และเอนไซม์แปรสภาพตามอุณหภูมิ และระยะเวลา ทั้งนี้เพื่อป้องกันค่าที่ได้จะแปรปรวน

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of Variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

**สถานที่ทำการวิจัย**

1. ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ศูนย์ผสมเทียมห้วยแก้ว กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
4. ฟาร์มโคนม ของคุณดวงแก้ว อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่
5. ฟาร์มโคนม ของคุณบุญเชิด อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่
6. ฟาร์มโคนม ของคุณวิเชียร อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

**ระยะเวลาในการทดลอง**

เมษายน – กันยายน 2546 ใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งหมดประมาณ 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.4.2 การทดลองใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปโคนม**

**แบ่งเป็น 2 การทดลอง:**

2.1 ศึกษาการใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงโคตั้งท้อง

2.2 ศึกษาการใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในอาหารสำเร็จรูปเลี้ยงโครีดนม

**วัตถุประสงค์ของการทดลอง:**

เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้หญ้าแพงโกล่ากับเปลือกและซังข้าวโพดสดต่อน้ำหนักตัวและการผลิตน้ำนม

**อุปกรณ์และวิธีการทดลอง**

- เปลือกและซังข้าวโพด จากโรงงานข้าวโพดหวาน เค.ซี. จำกัด อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่
- หญ้าแพงโกล่าจากเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าเพื่อการค้า อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง
- สายวัดน้ำหนักตัวชนิดที่มีตัวเลขบอกความยาวรอบอกและน้ำหนักตัวสัตว์

**สัตว์ทดลอง**

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนจำนวน 4 ตัว ระดับสายเลือดฟรีเชี่ยน 87.97 % น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 400 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 3 ปีอยู่ในช่วงตั้งท้องประมาณ 6 เดือน ให้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 14 กิโลกรัม/วัน

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน จำนวน 4 ตัว ระดับสายเลือด 89.09 น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 450 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 3 ปี 6 เดือน อยู่ในช่วงหลังคลอดประมาณ 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 16 กิโลกรัม/วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**คอกทดลอง**

โคตั้งท้อง: เป็นซองที่ผูกโคตั้งท้องยืนโรง โดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้า

โครีดนม: เป็นซองที่ผูกโครีดนมยืนโรง โดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้า

**อาหารทดลอง**

เปลือกและซังข้าวโพดไม่ได้สับขนย้ายจากโรงงานมายังฟาร์มทุกๆ 3 วัน เป็นกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบกับหญ้าแพงโกล่า โคได้กินอาหารหยาบเต็มที่ ส่วนอาหารข้นเป็นชนิด 21 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน ให้ปริมาณ 8 กก./ตัว/วัน

**การให้อาหาร**

รางอาหารของฟาร์มเกษตรกรเป็นแบบที่เป็นช่องซีเมนต์ผ่านกลางคอกตลอดแนวตามความยาวคอก มีความกว้างของพื้นที่ให้อาหาร 2 เมตรอาหารหยาบมีให้กินตลอดเวลา ให้อาหารข้นวันละ 2 ครั้ง เวลา 7:00 น. และ 16:00 น. น้ำมีให้กินตลอดเวลา มีก้อนแร่ธาตุแขวนให้กินตลอดเวลา

**การรีดนม** รีดนมด้วยเครื่องรีดนมแบบถังวันละ 2 ครั้ง เวลา 5:30 น. และ 15:30 น.

**ระยะในการให้อาหารของการทดลอง**

1. ระยะเริ่มแรก (preliminary period) ใช้เวลา 15 วัน โดยจะให้สัตว์กินอาหารอย่างเต็มที่และเปลี่ยนสูตรอาหารที่ให้ในสัดส่วน 25 % ในวันที่ 1~3, 50 % ในวันที่ 4~6, 75 % ในวันที่ 7~9 และ 100 % ในวันที่ 10~15
2. ระยะเก็บข้อมูล (collection period) ใช้เวลา 30 วัน

**การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง**

1. บันทึกน้ำหนักสัตว์เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้สายวัดชนิดพิเศษที่มีตัวเลขบอกความยาวรอบอก (นิ้ว)
2. เก็บตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดสดและหญ้าแพงโกล่าเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
3. บันทึกปริมาณน้ำนมที่เก็บในแต่ละวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมตัวอย่างละ 30 มิลลิลิตร มี Potassium dicromate 30 มิลลิกรัม/น้ำนม 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การวิเคราะห์ทางเคมี**

นำตัวอย่างวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ผสมในอาหารมาทำการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี

**วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำนม**

ปริมาณโปรตีนทั้งหมด (Crude protein), ปริมาณของแข็งในนมที่ไม่รวมไขมัน (solid not fat), และน้ำตาล lactose โดยใช้เครื่อง Mikoscan 133 V 3.9 GB วิเคราะห์โดยศูนย์ผสมเทียมห้วยแก้ว กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

**สถานที่ทำการวิจัย**

1. ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ศูนย์ผสมเทียมห้วยแก้ว กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
3. ฟาร์มโคนมของคุณวีระเดช อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่
4. ฟาร์มโคนม ของคุณบุญเชิด อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่
5. ฟาร์มโคนม ของคุณชัย อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่

**ระยะเวลาในการทดลอง**

สิงหาคม – กันยายน 2546 ใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งหมดประมาณ 2 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.4.2 การทดลองหาระดับอาหารข้นที่เหมาะสม** โดยมีกลุ่มควบคุมที่ใช้ปลือกและซังข้าวโพดให้กินเต็มที่ร่วมกับอาหารข้น 8 กิโลกรัม/ตัว/วัน เปรียบเทียบกับการใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักให้กินเต็มที่โดยมีอาหารข้น 2 ระดับ คือ 6 และ 8 กิโลกรัม/ตัว/วัน

**สัตว์ทดลอง**

ใช้โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน จำนวน 3 ตัว ระดับสายเลือด 91.70 ± 2.72 น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 404 ± 16 กิโลกรัม อยู่ในช่วงอายุ 1060.33 ± 10.47 วันอยู่ในช่วงหลังคลอดประมาณ 15 ± 1.33 วัน ให้ผลผลิตน้ำนมประมาณ 12.63 ± 0.58 กิโลกรัม/ตัว/วัน

**การวางแผนการทดลอง**

วางแผนการทดลองเป็นแบบ 3x3 Latin square ใช้โคจำนวน 3 ตัว โดยแบ่งช่วงการทดลองเป็น 3 ระยะ แต่ละระยะใช้เวลา 21 วัน การเปลี่ยนไปแต่ละระยะใช้เวลา 7 วัน (preliminary period)

**คอกทดลอง :** ใช้ฟาร์มของเกษตรกรในเขตอำเภอสันป่าตองและอำเภอแม่วาง

โครีดนม: เป็นซองที่ผูกโครีดนมยืนโรง โดยมีที่ให้น้ำและอาหารอยู่ด้านหน้า

**อาหารทดลอง**

- เปลือกและซังข้าวโพดจากโรงงานอาหารที่มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร: เป็นเปลือกและซังข้าวโพดสดจากโรงงานและไม่ได้สับขนย้ายจากโรงงานมายังฟาร์มทุกๆ 3 วันโคได้กินอาหารหยาบเต็มที่ ส่วนอาหารข้นสำหรับกลุ่มควบคุมมีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณที่ให้ 8 กก./ตัว/วัน
- เปลือกและซังข้าวโพดใช้ในรูปหมัก โคได้กินเปลือกและซังข้าวโพดหมักเต็มที่ มีแหล่งอาหารข้นที่มาจากการเตรียมเองโดยเกษตรกร โคนมที่ทดลองมี 2 ตัว ให้อาหารข้นที่มีโปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 6 กก./ตัว/วัน และ 8 กก./ตัว/วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การให้อาหาร**

รางอาหารของฟาร์มเกษตรกรเป็นแบบที่เป็นช่องซีเมนต์ผ่านกลางคอกตลอดแนวตามความยาวคอก มีความกว้างของพื้นที่ให้อาหาร 2 เมตร เปลือกและซังข้าวโพดให้กินตลอดเวลา ให้อาหารข้นวันละ 2 ครั้ง เวลา 7:00 น. และ 16:00 น. น้ำมีให้กินตลอดเวลา มีก้อนแร่ธาตุแขวนให้กินตลอดเวลา

**การรีดนม** รีดนมด้วยครื่องรีดนมแบบถังวันละ 2 ครั้ง เวลา 5:30 น. และ 15:30 น.

**ระยะในการให้อาหารของการทดลอง**

1. ระยะเริ่มแรก (preliminary period) ใช้เวลา 7 วัน โดยจะให้สัตว์กินอาหารอย่างเต็มที่และเปลี่ยนสูตรอาหารที่ให้ในสัดส่วน 25 % ในวันที่ 1, 50 % ในวันที่ 2, 75 % ในวันที่ 3 และ 100 % ในวันที่ 4~7
2. ระยะเก็บข้อมูล (collection period) ใช้เวลา 21 วัน

**การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง**

1. บันทึกน้ำหนักสัตว์เมื่อเริ่มและสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้สายวัดชนิดพิเศษที่มีตัวเลขบอกความยาวรอบอก (นิ้ว)
2. เก็บตัวอย่างเปลือกและซังข้าวโพดสดและหมักเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี
3. บันทึกปริมาณน้ำนมที่เก็บในแต่ละวัน และสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมตัวอย่างละ 30 มิลลิลิตร มี Potassium dicromate 30 มิลลิกรัม/น้ำนม 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**การวิเคราะห์ทางเคมี**

- นำตัวอย่างวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ผสมในอาหารมาทำการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบทางเคมี
- วิเคราะห์หาปริมาณกรดอินทรีย์ในข้าวโพดหมัก
- วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำนม เช่น CP, solid not fat (SNF), lactose โดยใช้เครื่อง Mikoscan 133 V 3.9 GB

**การวิเคราะห์ทางสถิติ**

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of Variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

**สถานที่ทำการวิจัย**

1. ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2. ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. ศูนย์ผสมเทียมห้วยแก้ว กรมปศุสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
4. ฟาร์มโคนม ของคุณวิเชียร อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

**ระยะเวลาในการทดลอง**

เมษายน – กันยายน 2546 ใช้เวลาในการทำวิจัยทั้งหมดประมาณ 6 เดือน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปห
636.2142
ว 115ก
ค.2
เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

# บทที่ 3

# ผลการดำเนินงาน

**3.1 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบวัตถุดิบอาหารสัตว์** แสดงในตารางที่ 3-1

**3.2 ผลการใช้เครื่องอบลำไยเพื่ออบเปลือกและซังข้าวโพด**

**ผลการอบแห้ง:**

จากการเปรียบเทียบการอบเปลือกและซังข้าวโพดชนิดสับและไม่สับพบว่าชนิดสับ ใช้เวลา 15.5 ชม. สำหรับการลดความชื้นจากร้อยละ 80 ลงเหลือร้อยละ 14 ส่วนชนิดไม่สับใช้เวลา 9.5 ชม. ในการลดความชื้นจากร้อยละ 80 ลงเหลือร้อยละ 13 สรุปได้ว่าการอบในรูปไม่สับจะมีประสิทธิภาพในการอบดีกว่าการสับก่อนอบ

**ผลต่อปริมาณการกินของโคนม:**

จากการเปรียบเทียบผลของการอบและไม่อบเปลือกและซังข้าวโพดชนิดไม่สับ (รูปที่ 3-1) พบว่า ความน่ากินของเปลือกและซังข้าวโพดชนิดอบแห้งมีความน่ากิน (palatability) สูงกว่าชนิดไม่อบมาก เป็นข้อมูลที่สนับสนุนให้มีการหาข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากชนิดอบแห้งมีข้อดีที่อายุในการเก็บรักษานานกว่าแต่มีต้นทุนในการทำสูงกว่า

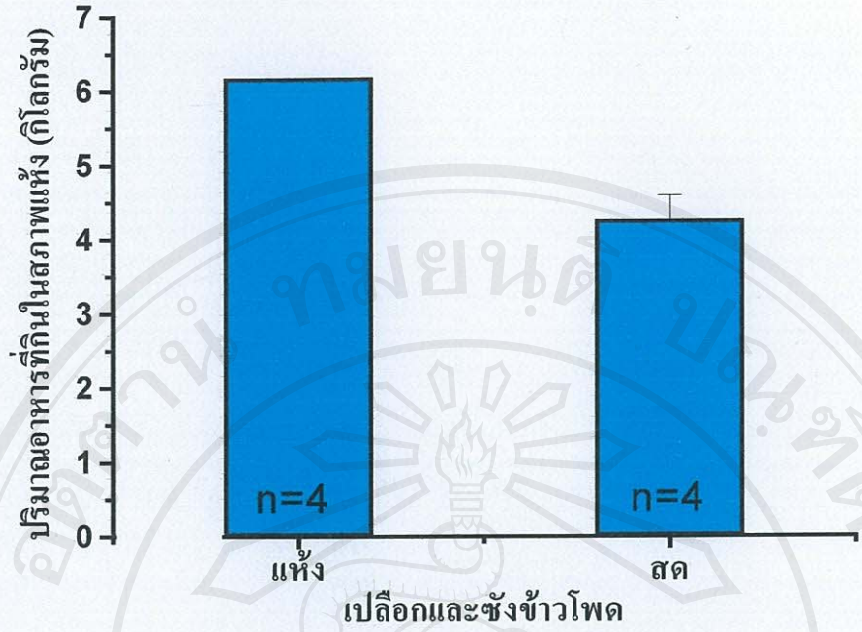
**ต้นทุนในการอบแห้ง:** ต้นทุนค่าแก๊ซ 3.68 บาทต่อกิโลกรัม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-1.** แสดงผลการวิเคราะห์วัตถุดิบอาหารสัตว์ อาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูป

| ตัวอย่างอาหาร (Feed samples) | ส่วนประกอบอาหารตามสภาพตัวอย่าง (Feed Composition, as fed) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | % DM | % CP | % EE | %CF | % ASH | % NFE |
| มันเส้น | 88.92 | 2.19 | 0.85 | 4.06 | 4.38 | 77.43 |
| ข้าวโพด | 88.89 | 8.20 | 4.46 | 4.12 | 1.68 | 70.43 |
| รำหยาบ | 91.44 | 5.84 | 3.54 | 32.38 | 17.07 | 32.59 |
| กากทานตะวัน | 91.74 | 36.35 | 2.48 | 22.39 | 6.81 | 23.71 |
| มันเทศป่น | 92.48 | 2.10 | 2.81 | 3.03 | 2.50 | 82.04 |
| ถั่วเหลืองค่อนข้างดิบ | 92.11 | 19.22 | 2.64 | 12.71 | 4.66 | 52.87 |
| ถั่วเหลืองไขมันเต็ม | 92.08 | 41.03 | 19.66 | 4.75 | 5.34 | 21.30 |
| ถั่วเหลืองคั่วบด | 92.16 | 39.06 | 20.52 | 16.27 | 7.40 | 9.36 |
| กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน | 89.99 | 47.25 | 2.89 | 6.78 | 6.38 | 26.68 |
| ปลาป่น | 92.07 | 55.80 | 43.89 | 2.45 | 24.44 | -0.49 |
| รำละเอียด | 90.73 | 12.55 | 18.32 | 9.52 | - | - |
| เปลือกและซังข้าวโพดสด | 18.07 | 1.3 | 0.29 | 5.21 | 0.92 | 10.35 |
| เปลือกและซังข้าวโพดหมัก | 16.06 | 1.34 | 0.6 | 5.15 | 0.62 | 8.35 |
| รำโรงสีกลาง | 88.2 | 8.35 | 8.13 | 21.32 | 12.59 | 37.81 |
| เปลือกถั่วเหลือง | 90.04 | 11.48 | 1.92 | 35.26 | 4.28 | 37.11 |
| อาหารสำเร็จรูป(ข้น) สูตร 1 | 88.4 | 18.46 | 6.98 | 14.16 | 11.54 | 37.26 |
| หญ้าแพงโกล่า | 87.78 | 6.49 | 2.53 | 24.71 | 10.78 | 43.27 |
| อาหารข้นสูตรหญ้าแพงโกล่า | 87.68 | 19.10 | 3.53 | 3.33 | 14.71 | 47.01 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-1.** แสดงการกินเปลือกและซังข้าวโพดชนิดไม่สับ ของโคนมลูกผสม 75 เปอร์เซ็นต์ ฟรีเชียนใน 1 วัน.

### 3.3 เปลือกและซังข้าวโพดหมัก

**ลักษณะของข้าวโพดหมักคุณภาพดี**

1. มีกลิ่นหอมของกรดไม่มีกลิ่นเน่าเหม็น
2. มีรสชาติดี ไม่ขมหรือรสจัดเกินไป
3. ไม่มีเชื้อรา หรือเน่าเปื่อยเป็นเมือก
4. มีความสม่ำเสมอทั้งด้านความชื้นและสี โดยทั่วไปพืชหมักที่ดีจะมีสีเขียวหรือน้ำตาลอ่อน ถ้ามีสีน้ำตาลเข้มหรือสีไหม้เกรียม แสดงว่ามีความร้อนสูงเกินไป ถ้ามีสีดำ แสดงว่าพืชหมักเน่า ไม่ควรนำมาเลี้ยงสัตว์
5. pH อยู่ระหว่าง 3.8 – 4.5
6. สัตว์ต้องชอบกินและมีการเจริญเติบโตดี
7. มีความชื้นอยู่ในช่วง 60 – 67 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ลักษณะทางกายภาพ:**

เปลือกและซังข้าวโพดที่ทำการหมักในกองด้านบนจะเกิดการหมักที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดการเน่าเสีย แต่เมื่อห่างจากผิวของกองหมักลงไปประมาณ 20 เซนติเมตร พบว่าเปลือกและซังข้าวโพดสับมีการหมักที่สมบูรณ์ มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมเปรี้ยวของหญ้าหมัก โดยเปลือกและซังข้าวโพดทั้งหมดจะใช้ได้เพียง 60 % เท่านั้นโดยในส่วนของรอยต่อระหว่างผ้าใบที่น้ำเข้าได้จะเป็นส่วนที่เปลือกและซังข้าวโพดหมักมีการเสียหายมากที่สุดแสดงว่าตรงบริเวณนั้นเกิดการรั่ว

การหมักในถุงหมัก พบว่าได้เปลือกและซังข้าวโพดหมักประมาณ 95 % และพบว่ามีการเกิดความเสียหายน้อยมาก เปลือกและซังข้าวโพดที่ได้ มีกลิ่นหอมน่ากิน มีสีเหลืองอ่อน การหมักจะหมักได้ดีกว่าวิธีกอง ความเสียหายน้อยกว่า (รูปที่ 3-2)

**คุณค่าทางอาหารของเปลือกและซังข้าวโพดหมัก:**

**ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้:** ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ข้าวโพดหมักที่มีคุณภาพดีควรมี pH น้อยกว่า 4.2 มีระดับกรดแลคติก 1.5 – 2.5 % กรดอะซิติก 0.5 – 0.8 % กรดบิวทีริก น้อยกว่า 0.1 % และมีแอมโมเนียไนโตรเจนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 5 – 8 %

ข้าวโพดหมักจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดีชนิดหนึ่ง มีปริมาณวัตถุแห้ง (dry matter, DM) ประมาณ 23 –38 %, โปรตีน (Crude Protein) 7 – 9% , ไขมัน (ether extract, EE) 2 – 4 % เถ้า (Ash) 4 – 7% และ มีเยื่อใยปานกลาง โดยพิจารณาจากค่า crude fiber (CF), acid detergent fiber (ADF) และ neutral detergent fiber (NDF) มีค่าประมาณ 23 –24 % , 23 – 29 % และ 14 – 65 % ตามลำดับ ข้าวโพดหมักมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการ เช่น อายุการเก็บเกี่ยวต่างกัน, สภาพภูมิอากาศ, พันธุ์ และการบำรุงรักษาที่ต่างกัน

ในการวิเคราะห์คุณภาพของเปลือกและซังข้าวโพดหมัก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3-1 คือ ค่าปริมาณวัตถุแห้ง (dry matter, DM) ประมาณ 16.06 %, โปรตีน (Crude Protein) 1.34 %, ไขมัน (ether extract, EE) 0.6 % เถ้า (Ash) 0.62 % และ มีค่า crude fiber (CF), acid detergent fiber (ADF) และ neutral detergent fiber (NDF) มีค่าประมาณ 5.15 %, 10.2 % และ 8.35 % และมีค่า มีระดับกรดแลคติก 0.35 % กรดอะซิติก 0.6 % และกรดบิวทีริก 0 % เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน (Casper, 2002) พบว่า คุณภาพของเปลือกและซังข้าวโพดหมัก มีค่าต่ำกว่าต้นข้าวโพดหมักอย่างชัดเจน มีค่าของ กรดแลคติกสูงกว่า มาตรฐานเล็กน้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-2.** ผลการวิเคราะห์หาปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acid) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

| Volatile fatty acid | ค่ามาตรฐาน (%)* | ต้นข้าวโพดหมัก (%) | เปลือกและซังข้าวโพดหมัก (%) |
|---|---|---|---|
| Acetic acid | < 2.0 | 2.0 | 0.64 |
| Butyric acid | 0 | 0.0 | 0 |
| Lactic acid | > 4.0 | 4.5 | 0.35 |

*Casper (2002)

**รูปที่ 3-2.** ลักษณะเปลือกและซังข้าวโพดหมักที่มีคุณภาพดี.

ส่วนการวิเคราะห์คุณภาพของต้นข้าวโพดหมักได้ผลดังนี้: มีระดับกรดแลคติก 4.5 % กรดอะซิติก 2.0 % และกรดบิวทีริก 0.0 % เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน (Casper, 2002) พบว่า คุณภาพของต้นข้าวโพดหมักมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.4 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม

#### 3.4.1 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ

ในอาหารสำเร็จรูปที่มีเปลือกและซังข้าวโพดหมักจะประสบปัญหาการขาดแร่ธาตุ โดยข้อควรพิจารณาในการใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลัก คือเปลือกและซังข้าวโพดหมักมีแร่ธาตุ Ca, P อยู่ในระดับต่ำกว่าที่โคนมต้องการ โดยโคนมที่มีน้ำหนักตัว 400 กิโลกรัม ให้นมวันละ 20 กิโลกรัม ต้องการอาหารที่มีโปรตีน 16 % , NEL 1.62 Mcal/kg DM, Ca 0.58 % และ P 0.37 % ดังนั้นจึงต้องทำการประกอบสูตรแร่ธาตุที่เพียงพอกับความต้องการของโคนมผสมเข้าไปในอาหารสำเร็จรูปด้วย รวมถึงการให้วิตามินอย่างเพียงพอโดยเฉพาะวิตามินอี ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ พรีมิกซ์ (premix) เป็นแหล่งของวิตามิน สูตรผสมแร่ธาตุนี้จะคิดโดยใช้โปรแกรม Linear programming โดยแร่ธาตุที่ผสมได้จะใช้ผสมในอาหารขั้นก่อน ผลแสดงในตารางที่ 3-3

#### 3.4.2 การประกอบสูตรอาหารข้น

ทางโครงการฯ ได้ทำการสำรวจข้อมูลในบริเวณท้องถิ่นและที่สามารถสั่งซื้อจากส่วนอื่นที่โรงงานผสมอาหารข้นของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัดสามารถหาได้ รวมทั้งจากอำเภอใกล้เคียงพบว่ามีวัตถุดิบที่มีศักยภาพนำมาใช้ประกอบสูตรอาหารข้นและอาหารสำเร็จรูปทั้งหมด 15 ชนิด ดังนี้: อาหารข้น 11 ชนิดมี มันเส้น ข้าวโพดบด กากทานตะวัน มันเทศป่น ถั่วเหลืองดิบ ถั่วเหลืองไขมันเต็ม ถั่วเหลืองคั่วบด กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน ปลาป่น รำละเอียด และรำโรงสีกลาง ส่วนอาหารหยาบมี 4 ชนิดประกอบด้วย: รำหยาบ เปลือกข้าวโพด เปลือกข้าวโพดหมัก และเปลือกถั่วเหลือง โดยทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของ โปรตีน (% CP) ไขมัน (% EE) เยื่อใย (%CF) วัตถุแห้ง (% DM) เถ้า (% ASH) และ NFE (% NFE) ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าส่วนประกอบเป็นไปตามมาตรฐานไม่แตกต่างจากแหล่งข้อมูลอื่ ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3-1. ผลการประกอบสูตรอาหารข้นแสดงในตารางที่ 3-4

#### 3.4.3 ผลการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป

ผลการประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมที่ให้ผลผลิตนม ไม่เกิน 14~19 กก./ตัว/วัน และสำหรับโคที่ให้น้ำนมไม่ต่ำกว่า 20 กก./ตัว/วัน แสดงในตารางที่ 3-5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-3.** แสดงส่วนประกอบของแร่ธาตุหลักและแร่ธาตุปลีกย่อย

| วัตถุดิบ | น้ำหนัก 100 กิโลกรัม |
|---|---|
| ไดแคลเซียมฟอสเฟต (14%) | 77.9 กิโลกรัม |
| เกลือแกง | 18.27 กิโลกรัม |
| กำมะถัน | 2.27 กิโลกรัม |
| เฟอร์รัส ซัลเฟต | 779.64 กรัม |
| แมงกานีส ซัลเฟต | 501.00 กรัม |
| ซิงค์ ซัลเฟต | 172.41 กรัม |
| คอปเปอร์ ซัลเฟต | 134.271 กรัม |
| โปแตสเซียม ไอโอไดด์ | 2.72 กรัม |
| เซลีเนียม ไดออกไซด์ | 1.434 กรัม |
| โคบอล คลอไรด์ | 0.76 กรัม |

**ตารางที่ 3-4.** ผลการประกอบสูตรอาหารข้นโคนมโดยโปรแกรม Lindo.win ให้มีโภชนะเพียงพอสำหรับโคนมน้ำหนักตัว 450 กก. ที่มีโปรตีน 14, 16 และ 21 เปอร์เซ็นต์

| วัตถุดิบ | สูตรอาหารโคนม | | |
|---|---|---|---|
| | 14 % โปรตีน | 16 % โปรตีน | 21 % โปรตีน |
| มันเส้น | 20.9 | 16.6 | 5.7 |
| ข้าวโพด | 34.4 | 33.9 | 32.2 |
| เปลือกถั่วเหลือง | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| รำอ่อน | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| กากถั่วเหลือง | 6.7 | 11.7 | 24.1 |
| กากน้ำตาล | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| ยูเรีย | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| แร่ธาตุรวม | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| ไวตามินรวม | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| น้ำหนักรวม (กก) | 100 | 100 | 100 |
| ราคา (บาท/กก) | 5.23 | 5.58 | 6.45 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3-5. ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูป

| วัตถุดิบอาหารสัตว์ | สำหรับโค ผลิตนม ≤ 19 กก/วัน | สำหรับโค ผลิตนม ≥ 20 กก/วัน |
|---|---|---|
| เปลือกและซังข้าวโพดหมัก | 32.40 | 29.70 |
| รำอ่อน | 4.00 | 4.00 |
| มันสัมปหลัง | - | 0.70 |
| ถั่วเหลือง | - | 0.57 |
| เปลือกถั่วเหลือง | 1.50 | 2.80 |
| ยูเรีย | 0.1845 | 0.1845 |
| แร่ธาตุ | 0.1845 | 0.1845 |
| ไวตามิน | 0.06 | 0.06 |
| กากน้ำตาล | 0.37 | 0.37 |
| น้ำหนักอาหารหยาบ (กก) | 32.40 | 29.70 |
| น้ำหนักอาหารข้น (กก) | 7.68 | 10.30 |
| น้ำหนัก | 40.08 | 40.00 |
| ราคา | 55.90 | 61.60 |

**3.5 ผลการทดลองเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูป**

การศึกษาการใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปโคนม

**3.5.1 ผลการศึกษากับลูกโค** ผลแสดงในตารางที่ 3-6 และรูปที่ 3-3 ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของลูกโคทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง ให้ผลดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัท และกลุ่มที่ให้ผลการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุดคือกลุ่มที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง.

**3.5.2 ผลการศึกษากับโครุ่น** ผลเป็นการทดลอง ณ ฟาร์มคุณดวงแก้ว จากัน แสดงในตารางที่ 3-7 การทดลอง ณ ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล แสดงในตารางที่ 3-8 และรูปที่ 3-4 ผลการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-6.** แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในลูกโค โดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก

| โคตัวที่ | ระยะที่ 1 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 2 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 3 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 8.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 12.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 19.50 |
| 2 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 15.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 14.50 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 18.50 |
| 3 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 11.50 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 13.50 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 3.00 |

**ตารางที่ 3-7.** แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในโครุ่น โดยการใช้เครื่องชั่ง

| เบอร์โค | ระยะที่ 1 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 2 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 3 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 50452422 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 16.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 14.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 36.00 |
| 50452423 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 30.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | -1.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 26.00 |
| 50452424 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 30.50 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 11.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 11.00 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

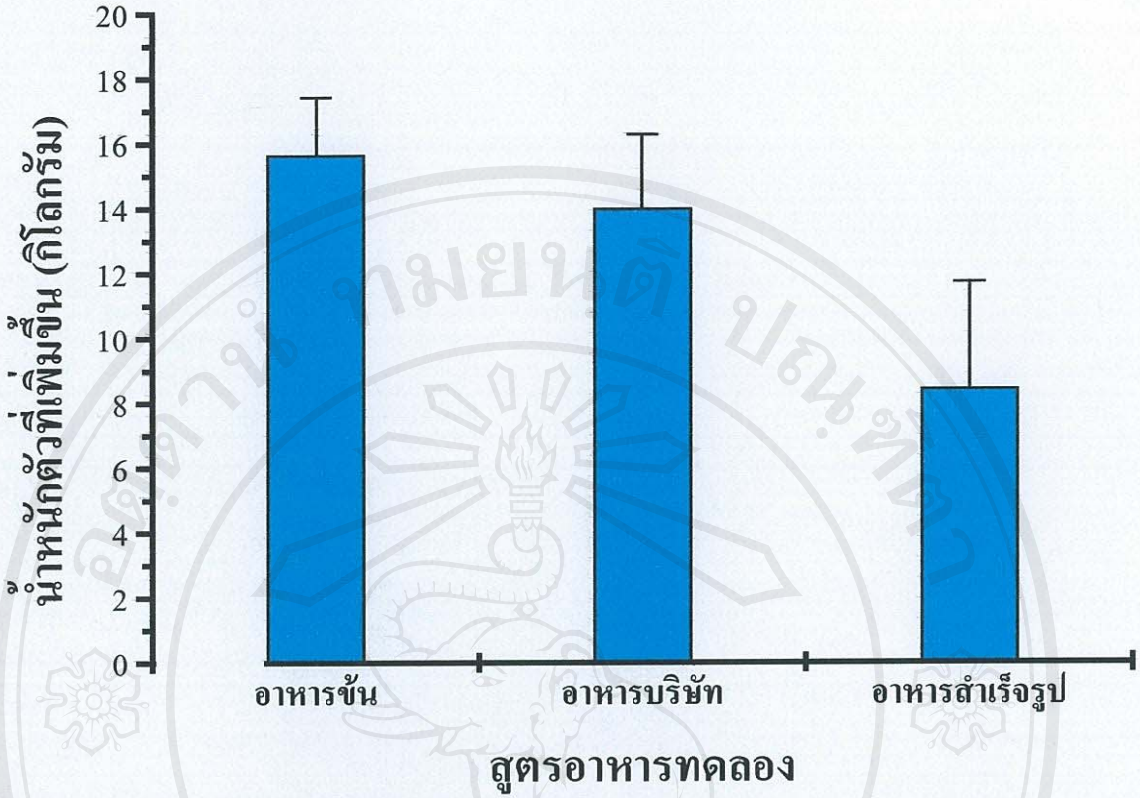
**ตารางที่ 3-8.** แสดงผลน้ำหนักตัวของการทดลองในโครุ่น ในฟาร์มคุณบุญเชิดโดยการใช้เครื่องชั่ง

| เบอร์โค | ระยะที่ 1 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 2 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 3 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| จินนี่ | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 37.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 21.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 29.00 |
| แตงโม | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 31.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 14.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 31.00 |
| มังคุด | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 37.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 21.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 11.00 |

ทดลองที่ฟาร์มคุณดวงแก้ว จากัน (รูปที่ 3-4 ก) ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครุ่นทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง ให้ผลดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มโครุ่นที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัท และกลุ่มที่ให้ผลการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุดคือกลุ่มที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง. ส่วนผลจากการทอลองที่ฟาร์มคุณบุญเชิดเมืองมูล ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครุ่นทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันและกลุ่มที่ใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองมีแนวโน้มที่ให้น้ำหนักตัวเพิ่มต่ำสุดเช่นเดียวกัน แต่กลุ่มที่ใช้เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัทมีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนักเพิ่มดีกว่ากลุ่มที่ให้กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง.

ส่วนปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่โครุ่นกิน (ตารางที่ 3-9 และรูปที่ 3-5) ความแตกต่างระหว่างรูปสดกับหมักไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มให้เห็นว่าโครุ่นไม่ค่อยชอบกินเปลือกและซังข้าวโพดในรูปหมัก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



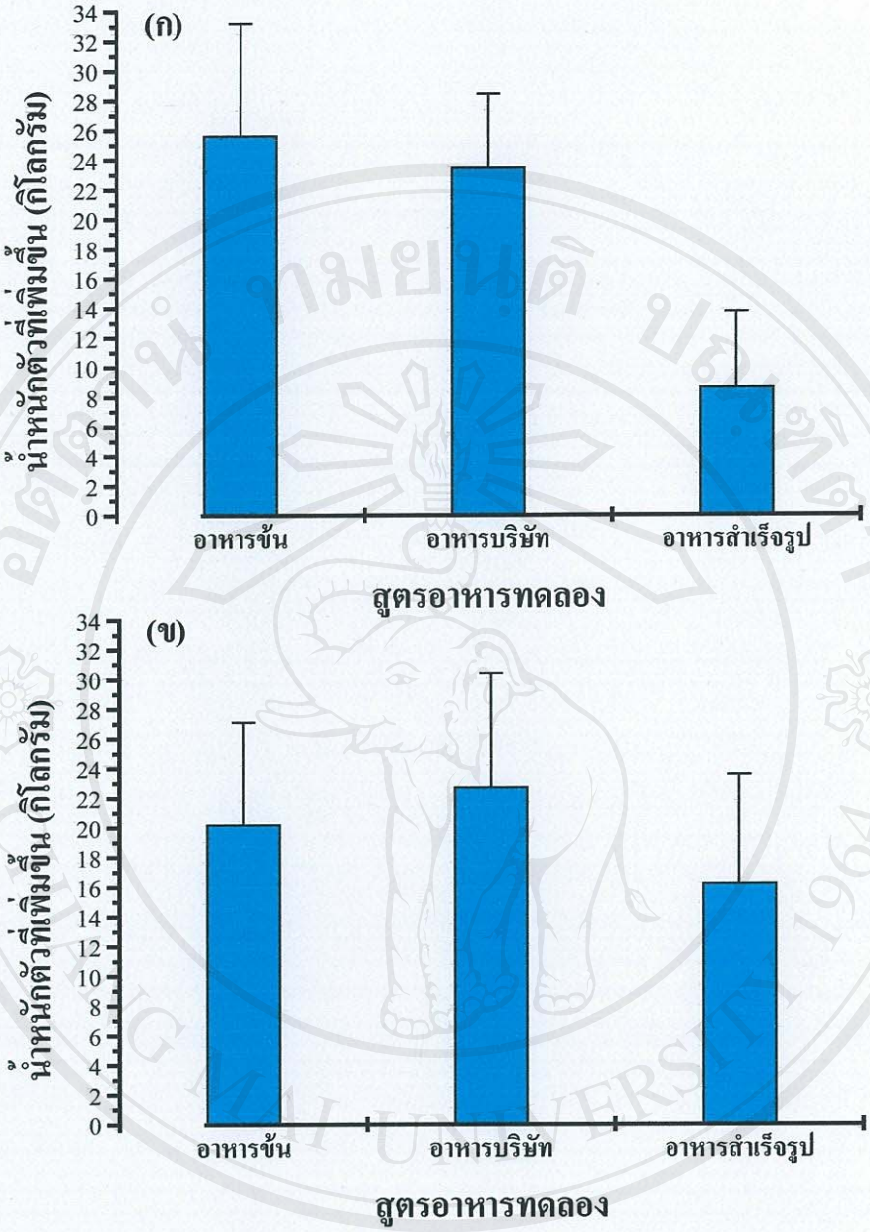

**รูปที่ 3-3.** แสดงน้ำหนักตัวเพิ่มลูกโคฟาร์มคุณดวงแก้วที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-4.** แสดงน้ำหนักตัวเพิ่มโครุ่นในฟาร์มคุณดวงแก้วที่ได้รับอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

(ก) เป็นการทดลอง ณ ฟาร์มคุณดวงแก้ว จากัน

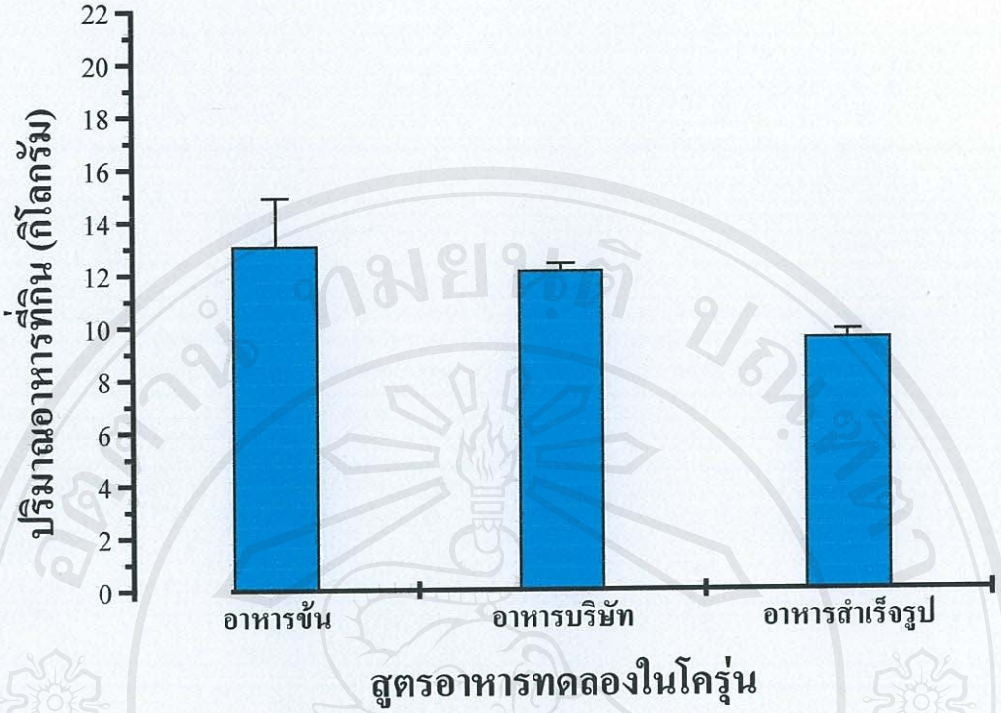
(ข) เป็นการทดลอง ณ ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-9.** แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโครุ่นที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| ชื่อโค | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 1 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 2 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| จินนี่ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 14.73±0.65 (11) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 9.22±0.38 (16) | (เปลือก + ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 11.73±0.59 (18) |
| แตงโม | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 12.05±0.73 (11) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 8.75±1.01 (16) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 8.95±0.64 (18) |
| มังคุด | (เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง | 9.91±0.84 (11) | (เปลือก + ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 11.38±1.09 (16) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 15.05±0.27 (18) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-5.** แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโครุ่นในฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

**3.5.3 ผลการศึกษากับโคสาว** ผลเป็นการทดลอง ณ ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครุ่นทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3-10 และรูปที่ 3-6) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง ให้ผลดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มโครุ่นที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัท และกลุ่มที่ให้ผลการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำสุดคือกลุ่มที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง. ส่วนผลจากการทดลองที่ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครุ่นทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกันและกลุ่มที่ใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองมีแนวโน้มที่ให้น้ำหนักตัวเพิ่มต่ำสุดเช่นเดียวกัน แต่กลุ่มที่ใช้เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัทมีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนักเพิ่มดีกว่ากลุ่มที่ให้กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง.

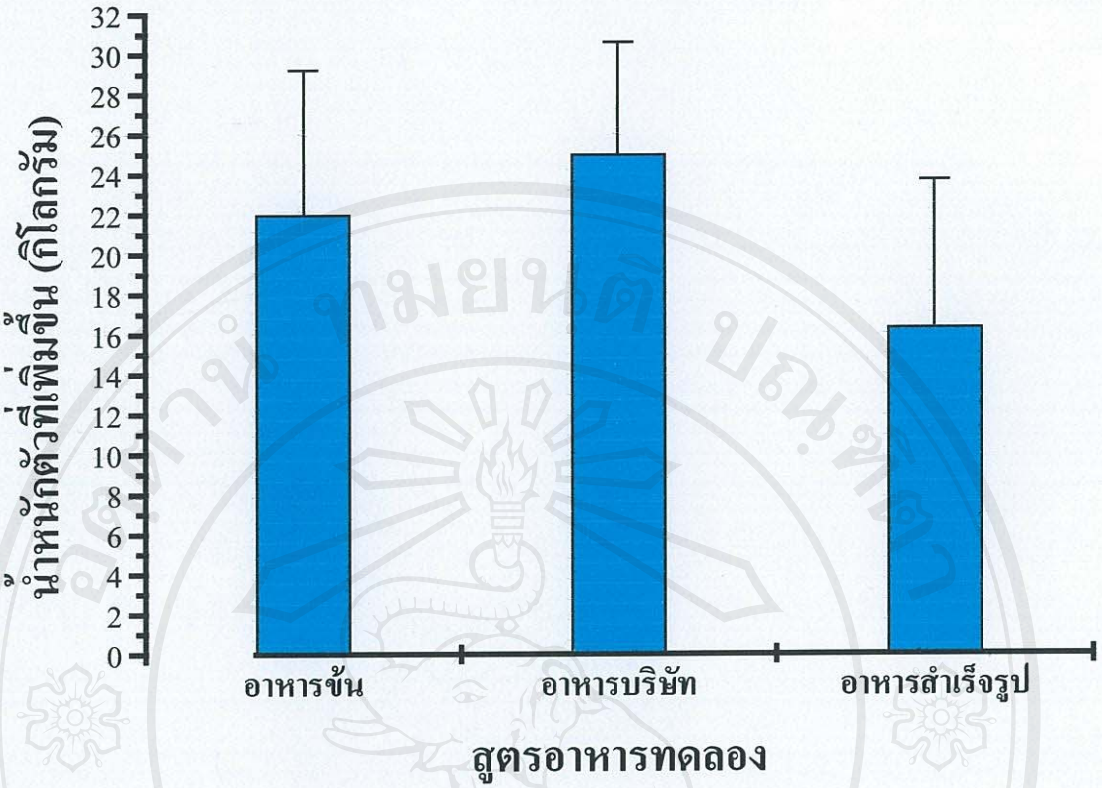
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-10.** แสดงผลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโคสาว

| เบอร์โค | ระยะที่ 1 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 2 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | ระยะที่ 3 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| พลอย* | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 5.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 14.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 29.00 |
| ไวท์ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 32.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 14.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 26.00 |
| ลิลลี่ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 32.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 8.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 30.00 |

*ในการทดลองชุดที่ 1 พลอยผ่าหนอง ที่ขา เป็นผลให้การกินอาหารลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-6.** แสดงน้ำหนักตัวเพิ่ม (กิโลกรัม) โคสาวในฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ผลปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่โคสาวกิน (ตารางที่ 3-11 และรูปที่ 3-7) ความแตกต่างระหว่างรูปสดกับหมักไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มให้เห็นว่าโคสาวไม่ค่อยชอบกินเปลือกและซังข้าวโพดในรูปหมัก.

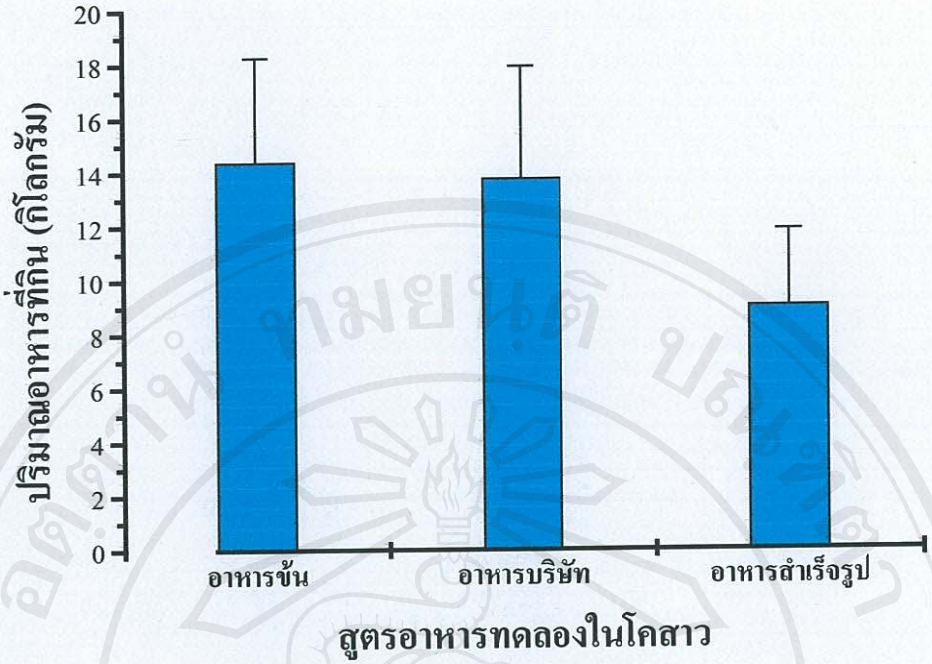
**3.5.4 ผลการศึกษากับโครีดนม** ผลเป็นการทดลอง ณ ฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล ความแตกต่างของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครีดนมทั้ง 3 กลุ่มไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3-12 และรูปที่ 3-8) แต่มีแนวโน้มชี้ให้เห็นว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นจากบริษัท มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นให้ผลดีที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง และ กลุ่มที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง. ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างในน้ำหนักตัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-11.** แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโคสาวที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| ชื่อโค | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 1 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 2 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| พลอย | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 13.27±0.89 (11) | (เปลือก + ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 15.27±0.51 (15) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 19.65±0.46 (18) |
| ไวท์ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 18.73±1.52 (11) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 16.66±1.51 (16) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 9.48±0.39 (18) |
| ลิลลี่ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 16.55±0.89 (11) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 12.84±0.83 (16) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 20.20±0.63 (18) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-7.** แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโคสาวในฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

(4) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(5) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

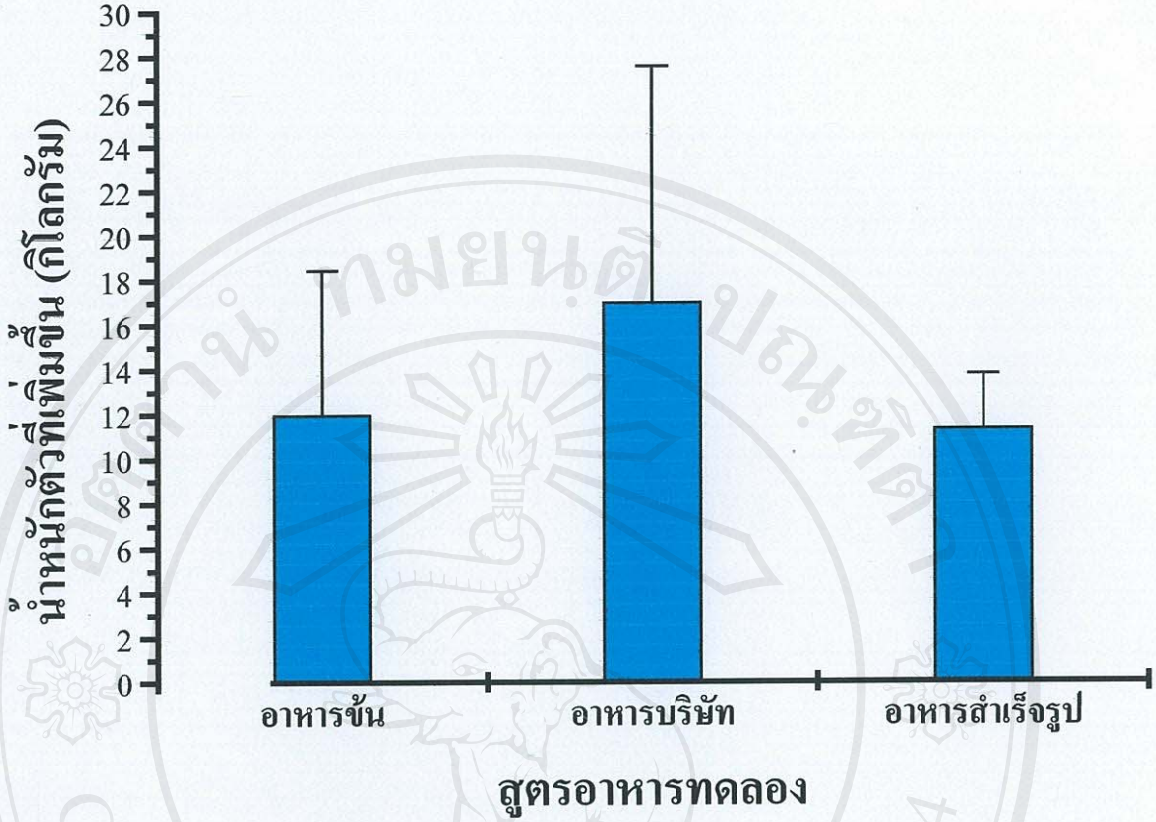
(6) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-12.** แสดงผลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของโครีดนม mean±SE (n) ระหว่างโคสาวที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| โค | 1 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | 2 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) | 3 | น้ำหนักเพิ่ม (กก.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| จันทร์ดำ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 10.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 5.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 2.00 |
| โพธิ์ | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 10.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 8.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 38.00 |
| แรมใจ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 8.00 | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 24.00 | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 6.00 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-8.** แสดงน้ำหนักตัวเพิ่ม (กิโลกรัม) โครีดนมในฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ผลปริมาณเปลือกและซังข้าวโพดที่โครีดนมกิน (ตารางที่ 3-13 และรูปที่ 3-9) ความแตกต่างระหว่างรูปสดกับหมักไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยภาพรวมโครีดนมกินเปลือกและซังข้าวโพดหมักในปริมาณที่ใกล้เคียงกับในรูปสด.

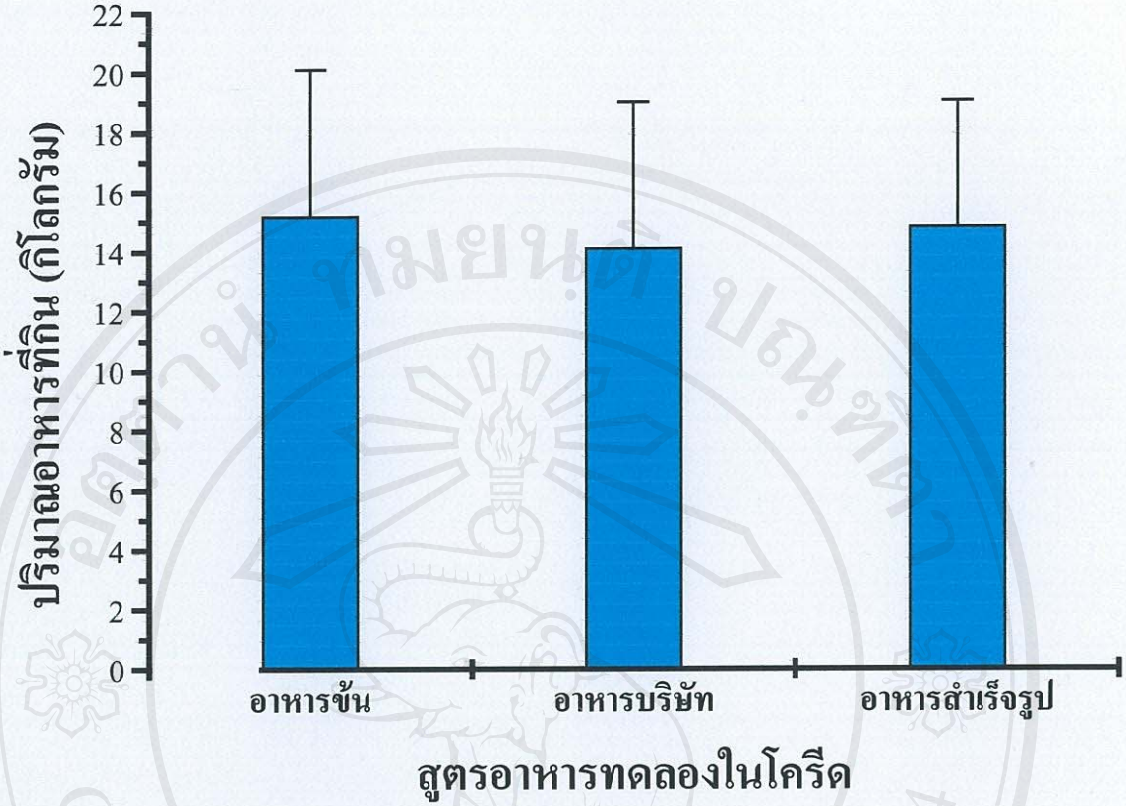
ผลของ Milk Urea Nitrogen (MUN) (ตารางที่ 3-14 และ รูปที่ 3-10) ค่า MUN ของกลุ่มที่ใช้อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง [(เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง) กับ (เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง)] มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้อาหารเม็ดจากบริษัท (เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3-13.** แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณอาหารที่กินเป็น mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| ชื่อโค | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 1 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 2 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| แรมใจ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 24.40±1.2 (5) | (เปลือก + ซัง)-สด-อาหารผง | 17.94±0.97 (16) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 22.35±0.34 (18) |
| โพธิ์ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 18.68±1.41 (11) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 19.47±1.20 (16) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 11.08±0.55 (18) |
| จันทร์ดำ | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 17.59±2.33 (11) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 20.28±1.21 (16) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 23.43±0.48 (18) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-9.** แสดงปริมาณการกินเปลือกและซังข้าวโพดโครีดนมในฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

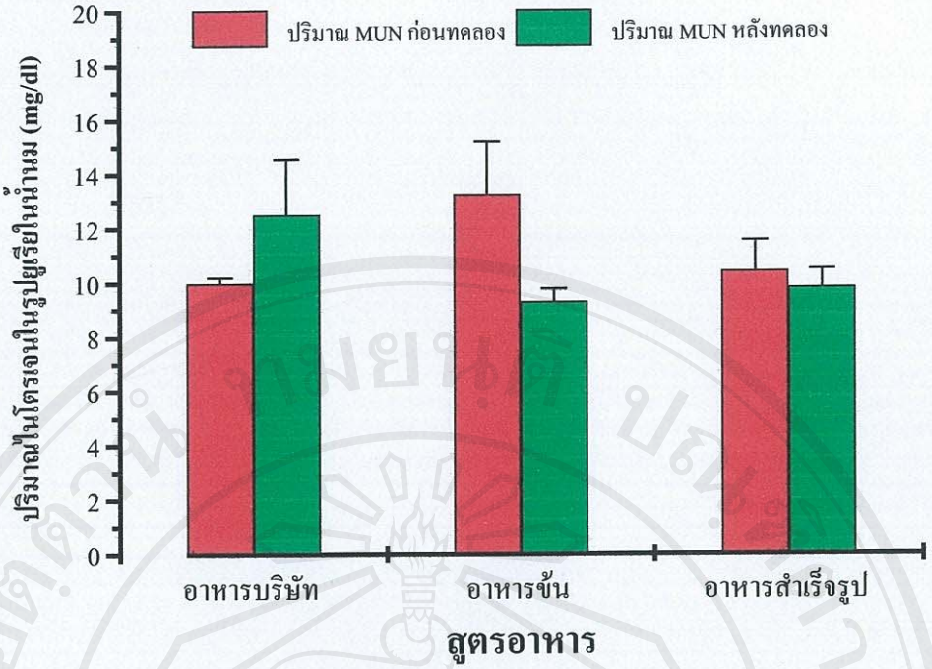
**ตารางที่ 3-14.** แสดงผลเปรียบเทียบระดับ Urea nitrogen น้ำนม (MUN) เฉลี่ย mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| ชนิดอาหาร | ก่อนทดลอง | หลังทดลอง |
|---|---|---|
| (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 10.00±0.20 (3) | 12.51±0.03 (3) |
| (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 13.24±1.93 (3) | 9.29±0.48 (3) |
| (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 10.42±1.10 (3) | 9.81±0.66 (3) |

**ตารางที่ 3-15.** แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณน้ำนมเฉลี่ย mean±SE (n) ระหว่างโครีดนมที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง], เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท [(เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด], และ เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง [(เปลือก+ซัง)-หมัก-อาหารผง] ที่ทดลอง ณ ฟาร์มคุณคุณบุญเชิด เมืองมูล

| ชื่อโค | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 1 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 2 | ชนิดอาหาร | ระยะที่ 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| แรมใจ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 19.66±0.24 (20) | (เปลือก + ซัง)-สด-อาหารผง | 18.02±0.17 (21) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 16.18±0.17 (21) |
| โพธิ์ | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 18.66±0.30 (19) | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 17.48±0.25 (21) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 15.95±0.17 (21) |
| จันทร์ดำ | (เปลือก + ซัง)-หมัก-อาหารผง | 17.28±0.20 (20) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารเม็ด | 17.48±0.23 (21) | (เปลือก+ซัง)-สด-อาหารผง | 16.45±0.19 (21) |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



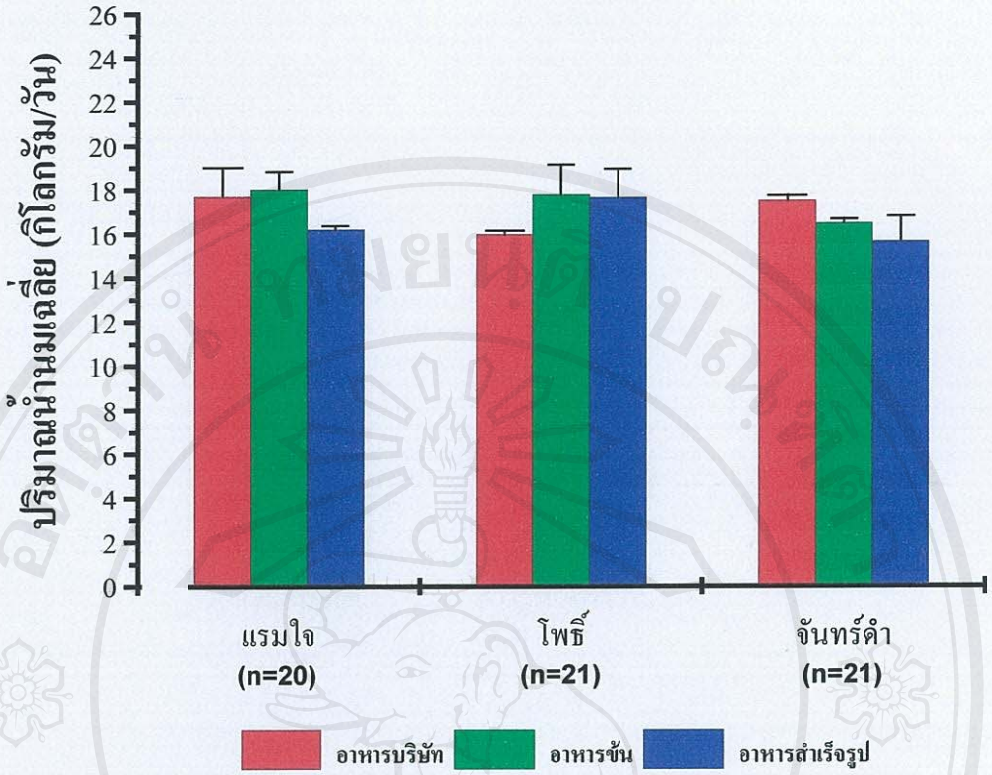

**รูปที่ 3-10.** แสดงปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรียในน้ำนมของโครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-11.** แสดงปริมาณน้ำนมเฉลี่ย/ตัว/ต่อวัน ของโครีดนมในฟาร์มคุณบุญเชิด เมืองมูล

(1) อาหารข้น = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) อาหารบริษัท = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารเม็ดจากบริษัท

(3) อาหารสำเร็จรูป = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.6 ผลการทดลองใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นอาหารหยาบในอาหารสำเร็จรูปโคนม**

**3.6.1 ผลการศึกษากับโครีดนมระยะตั้งท้องและโครีดนมระยะไม่ตั้งท้อง** ผลแสดงในตารางที่ 3-16 และรูปที่ 3-12 และ 3-13

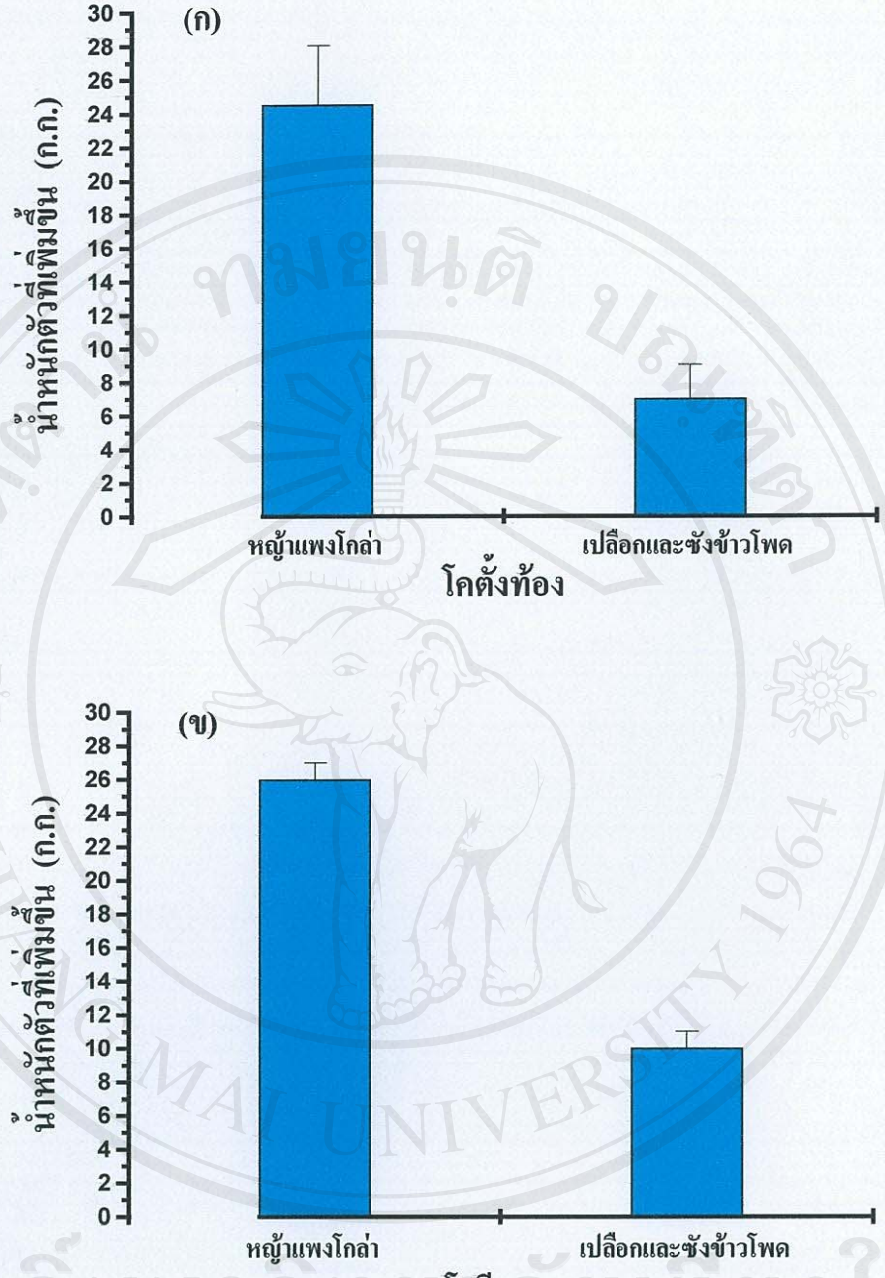
สำหรับการเพิ่มน้ำหนักตัว การทดลองครั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากคณะผู้วิจัยพบว่ามีเกษตรกรที่อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง ได้เปลี่ยนจากการทำนามาเป็นการปลูกหญ้าแพงโกล่าเพื่อขาย กลุ่มวิจัยจึงได้ทำการทดลองเบื้องต้นโดยใช้วัวจำนวน 8 ตัวจากฟาร์มของคุณวีระเดช ดวงติ๊บ คุณชัย บุญมานันท์ และคุณบุญเชิด เมืองมูล พบว่าโคกลุ่มที่ได้กินหญ้าแพงโกล่า มีน้ำหนักตัวสูงกว่าโคที่ได้รับเปลือกและซังข้าวโพดอย่างชัดเจน

ส่วนผลต่อการผลิตน้ำนม โครีดนมในระยะตั้งท้อง ตอบสนองต่อการกินหญ้าแพงโกล่าหรือเปลือกและซังข้าวโพดไม่แตกต่างกัน ในขณะที่โครีดนมที่ไม่ตั้งท้องตอบสนองต่อการกินหญ้าแพงโกล่าได้ดีกว่าการกินเปลือกและซังข้าวโพด

**ตารางที่ 3-16.** แสดงการผลิตน้ำนมของโคในระยะตั้งท้อง และรีดนม เมื่อได้รับอาหารหยาบที่ เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด.

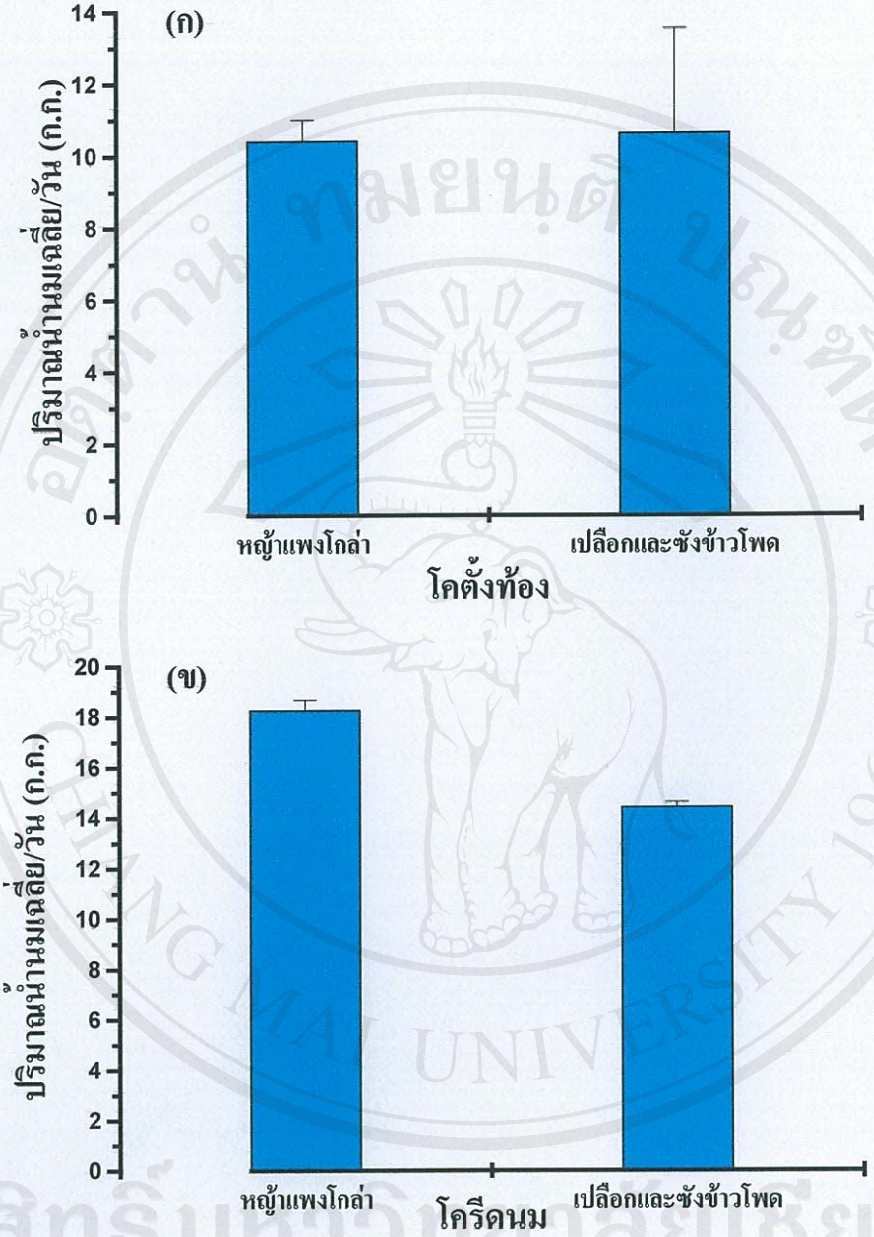
| | แหล่งอาหารหยาบ | ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย/วัน ±S.E. (n=25) |
|---|---|---|
| **โคตั้งท้อง:** | | |
| นำโชค | หญ้าแพงโกล่า | 9.85 ±0.09 |
| จอย | เปลือกและซังข้าวโพดสด | 7.73 ±0.20 |
| ทองดี | หญ้าแพงโกล่า | 10.98 ±0.48 |
| ท๊อป | เปลือกและซังข้าวโพดสด | 13.52 ±0.22 |
| **โครีดนม:** | | |
| แสงจันทร์ | เปลือกและซังข้าวโพดสด | - |
| แรมจันทร์ | เปลือกและซังข้าวโพดสด | 14.416 ±0.18 |
| แนน | หญ้าแพงโกล่า | 18.6538 ±0.27 |
| ลูกพลับ | หญ้าแพงโกล่า | 17.88 ±0.19 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-12.** แสดงการเพิ่มน้ำหนักตัวของโครีดนมในระยะตั้งท้อง (ก) และรีดนมระยะไม่ตั้งท้อง (ข) เมื่อได้รับอาหารหยาบที่เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



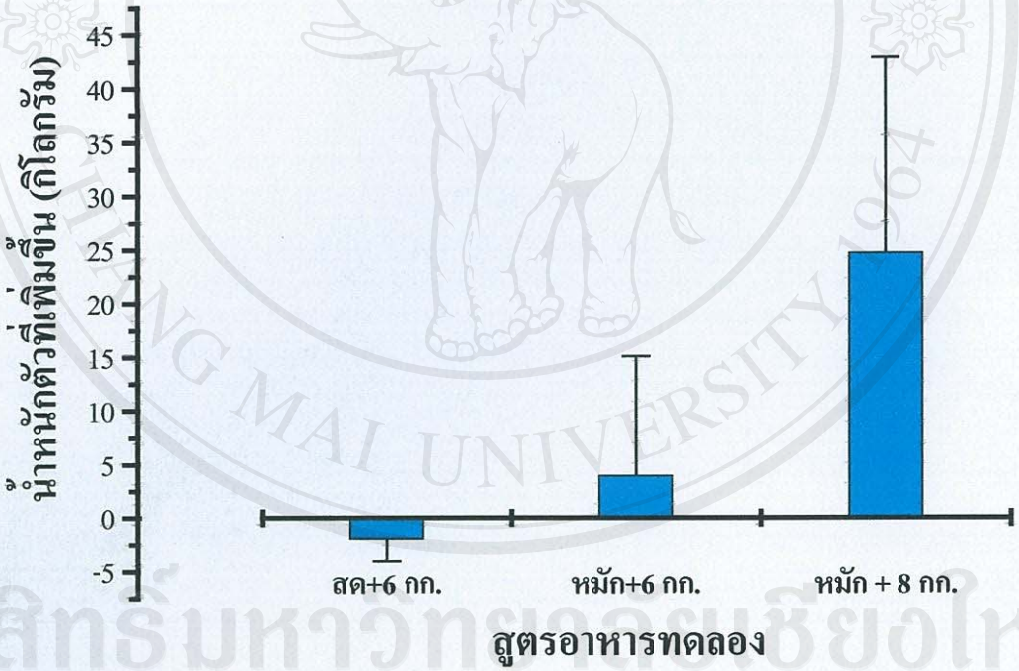

**รูปที่ 3-13.** แสดงการผลิตน้ำนมของโครีดนมในระยะตั้งท้อง (ก) และรีดนมในระยะไม่ตั้งท้อง (ข) เมื่อได้รับอาหารหยาบที่เป็นหญ้าแพงโกล่าและเปลือกและซังข้าวโพด.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

### 3.7 ผลการทดลองหาระดับอาหารข้นที่เหมาะสม

**3.7.1 ผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น** จากการวัดน้ำหนักตัวโดยใช้สายวัดความยาวรอบอกแล้วคำนวณน้ำหนักตัวจากสมการเส้นตรงพบว่า (รูปที่ 3-14) กลุ่มโครีดนมได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสดและอาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมเอง 6 กก./ตัว/วันมีน้ำหนักตัวลดลงเฉลี่ย 2 กก.เปรียบเทียบกับการใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักและอาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมเอง 6 กก./ตัว/วัน มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 4 กก. และเมื่อเพิ่มอาหารข้นเป็น 8 กก./ตัว/วัน ทำให้น้ำหนักโคเพิ่มขึ้นเป็น 24.7 กก./ตัว/วัน

**3.7.2 ผลต่อปริมาณน้ำนมที่ผลิตต่อวัน** (รูปที่ 3-15) กลุ่มโครีดนมได้รับเปลือกและซังข้าวโพดสดและอาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมเอง 6 กก./ตัว/วัน และกลุ่มที่ใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักและอาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมเอง 6 กก./ตัว/วัน มีผลผลิตน้ำนมเท่ากัน (12.1 กก./ตัว/วัน) ในขณะที่กลุ่มโครีดนมได้รับเปลือกและซังข้าวโพดหมักและอาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมเอง 8 กก./ตัว/วัน ให้ผลลิตน้ำนม 13.0 กก./ตัว/วัน



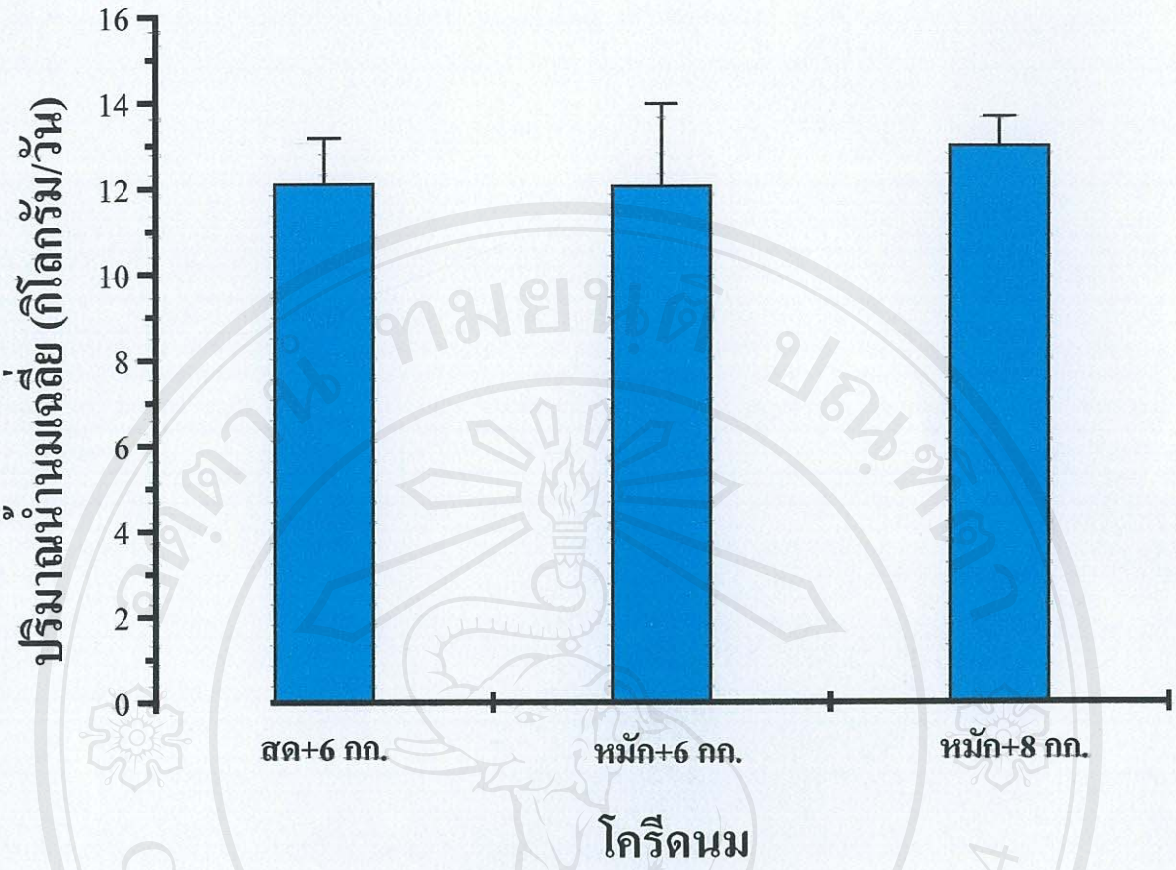

**รูปที่ 3-14.** แสดงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม) ในโครีดนม (n=3) จากฟาร์มคุณวิเชียร อินต๊ะไชย

(1) สด + 6 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) หมัก + 6 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นจำนวน 6 กก.

(3) หมัก + 8 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นจำนวน 8 กก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**รูปที่ 3-15.** แสดงปริมาณน้ำนมเฉลี่ย (กิโลกรัม) โครีดนมในฟาร์มคุณวิเชียร อินต๊ะไชย

(1) สด + 6 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดสด + อาหารข้นที่เกษตรกรเตรียมใช้เอง

(2) หมัก + 6 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นจำนวน 6 กก.

(3) หมัก + 8 กก. = เปลือกและซังข้าวโพดหมัก + อาหารข้นจำนวน 8 กก.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# บทที่ 4

# วิจารณ์ผล

## 4.1 การอบแห้งเปลือกและซังข้าวโพด:

ผลการทดลองอบแห้งเปลือกและซังข้าวโพดที่ได้จากเศษเหลือจากโรงงานทำข้าวโพดหวานโดยใช้เครื่องอบลำไยจากเกษตรกรผู้ปลูกลำไยในเขตจังหวัดลำพูนพบว่าการอบแห้งเป็นรูปที่มีคุณภาพดี มีกลิ่นหอมและโคนมชอบกินมากและเป็นรูปที่เก็บไว้ได้นานเหมาะสำหรับการเก็บสำรองให้กับโคนมในระยะช่วงระหว่างเดือนตุลาคม~มิถุนายนในปีถัดไป เห็นช่วงที่อาหารหยาบในธรรมชาติขาดแคลนและเป็นที่ต้องการของผู้เลี้ยงโคนมและโคขุน แต่ปัญหาอยู่ที่ว่าต้นทุนค่าพลังงานที่อบแห้งด้วยก๊าซหุงต้มแพงเกินไป (3.7 บาท/กก.) **ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้จึงควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการอบแห้งให้เหลือประมาณ 0.80 ด้วยการเปลี่ยนแหล่งพลังงานเป็นฟืนหรือถ่านหินร่วมกับการพัฒนากระบวนการอบวิธีใหม่ๆ**

## 4.2การเตรียมเปลือกและซังข้าวโพดหมัก:

การทดลองครั้งนี้เปลือกและซังข้าวโพดมีความชื้นที่ 84 เปอร์เซ็นต์ คำนวณจากเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง 16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3-1) เนื่องจากที่มาของวัตถุดิบผ่านการล้างน้ำเพื่อทำความสะอาดก่อนการแยกเมล็ดข้าวโพดเพื่อบรรจุกระป๋อง ถ้าเป็นการใช้ต้นข้าวโพดสับอาจจะทำได้ที่ความชื้นประมาณร้อยละ 65~70 ตามคำแนะนำของ Jones, Heinrichs, Roth, and Ishler (2003) ในขณะที่อีกการทดลองหนึ่งที่คณะผู้วิจัยได้ทดลองทำต้นข้าวโพดทั้งต้นรวมฝักที่มีความชื้นอยู่ที่ 65~70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวัดใช้ระดับของกรดไขมันที่ระเหยได้ในพืชหมักเป็นดัชนีชี้วัดเห็นได้ชัดเจนว่ามีคุณภาพตามมาตรฐานที่รายงานโดย Casper (2002) ในขณะที่เปลือกและซังข้าวโพดหมักจากการทดลองครั้งนี้ให้ค่าความเข้มข้นของ Lactic acid ต่ำกว่ามาตรฐาน (0.35 % เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน > 4.0 %) ดังนั้นการเตรียบเปลือกและซังข้าวโพดหมักในครั้งต่อไปจำเป็นต้องลดความชื้นลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ให้เหลือประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ด้วยการผึ่งแดดจนกระทั่งความชื้นเหลือประมาณร้อยละ 30 จึงทำการหมัก.

## 4.3 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม:

**4.3.1 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ** สูตรแร่ธาตุหลักและปลีกย่อยสำหรับโคนมที่แสดงในตารางที่ 3-3 เป็นสูตรที่ไม่มีขายในตลาดอาหารสัตว์ กล่าวคือ แร่ธาตุก้อนที่ขายตามร้านอาหารสัตว์เป็นแร่ธาตุปลีกย่อย ส่วนแร่ธาตุหลัก เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเกลือแกงที่เพียงพอตามความต้องการของโคมีอยู่ในอาหารข้นที่เกษตรกรซื้อจากบริษัทอาหารสัตว์ ดังนั้นเมื่อเกษตรกรหาแหลงอาหารข้นอื่นมาทดแทนที่ต้องซื้อจากบริษัท มะเขือเทศ ถั่วแระ มะเขือ egg plant ที่เหลือจากโรงงานอาหาร แล้วลดการใช้อาหารข้นจากบริษัทจะทำให้ขาดแร่ธาตุหลักที่กล่าวถึงข้างต้น เกษตรกรที่เป็นสมาชิกสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด ได้ผสมแร่ธาตุตามสูตรในตารางที่ 3-3 ด้วยต้นทุน 6~7 บาท/กก. และสามารถจำหน่ายได้ 12 บาท/กก. เกิดมูลค่าเพิ่มประมาณ 70~100 %

**4.3.2 การประกอบสูตรอาหารข้น** ผลการประกอบสูตรอาหารข้น (ตารางที่ 3-4) ที่มีสัดส่วนโปรตีน 14, 16 และ 21 เปอร์เซ็นต์ที่มีราคา 5.23, 5.58, และ 6.45 บาท/กก. ตามลำดับ วัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่เป็นความพยายามที่จะใช้วัตถุดิบจากท้องถิ่นให้มากที่สุด เช่น เปลือกถั่วเหลืองที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากการสีเอาเฉพาะเมล็ดถั่วไปเป็นอาหารคนมีโปรตีน 12 % เท่ากับรำอ่อนและมีราคาถูกกว่ารำอ่อน 1.9 บาท/กก. อย่างไรก็ตาม การประกอบสูตรครั้งนี้ใช้วัตถุดิบส่วนใหญ่จากกลุ่มอาหารที่ใช้กับสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น ไก่และสุกรเป็นอาหารคุณภาพดีแต่มีราคาสูง เนื่องจากแหล่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกกว่าและสัตว์เคี้ยวเอื้องใช้ได้มากกว่า เช่น กากฝ้าย กากมะพร้าว และกากปาล์ม มีแหล่งผลิตอยู่ที่ภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคใต้การสั่งซื้อวัตถุดิบอาหารเหล่านี้จะต้องสั่งซื้อเป็นลำรถซึ่งขนาดการผลิตอาหารสัตว์ของสหกรณ์โคนมแม่วาง จำกัด ยังไม่ใหญ่ขนาดนั้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้น เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อาจจำเป็นต้องมีการจัดตั้งเครือข่ายของกลุ่มสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมเพื่อร่วมกันจัดซื้อวัตถุดิบอาหารสัตว์ดังกล่าวข้างต้น.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**4.3.3 การประกอบสูตรอาหารสำเร็จรูป** เพื่อให้ง่ายสำหรับการจัดการในสภาพฟาร์มจึงได้ออกแบบสูตรอาหารเป็น 2 ชนิดเท่านั้น (สำหรับ โคผลิตนม $\leq$ 19 และ $\geq$ 20 กก/วันม, ตารางที่ 3-5) จากสูตรดังกล่าวจำเป็นต้องแยกระหว่างเปลือกและซังข้าวโพดหมักกับอาหารส่วนอื่นเนื่องจากเปลือกและซังข้าวโพดหมักมีความชื้นสูง ทำให้ไม่ค่อยสะดวกนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เปลือกและซังข้าวโพดแห้งที่สามารถผสมเข้ากันได้เลย.

**4.3.4 การใช้อาหารสำเร็จรูปกับโคนมในระยะต่างๆ**

**ลูกโค ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว** (รูปที่ 3-3) ถึงแม่ว่าผลการทดลองจะไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในการเพิ่มจำนวนโคทดลองในสภาพฟาร์ม แต่ผลที่ได้ชี้อย่างชัดเจนว่าลูกโคไม่ค่อยชอบเปลือกและซังข้าวโพดหมักเมื่อเปรียบเทียบกับรูปสด อาจเป็นเพราะว่าคุณภาพของเปลือกและซังข้าวโพดหมักอาจไม่ค่อยดีนักสำหรับลูกโค การทดลองครั้งต่อไปควรมีการเปรียบเทียบกับข้าวโพดสับทั้งต้นหมักที่มีคุณภาพดีกว่า (ตารางที่ 3-2) หรือเปลือกและซังข้าวโพดที่ลดความชื้นลงอีก (เหลือประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์) รวมถึงการลดขนาดของเปลือกและซังข้าวโพดสับลงชิ้นละประมาณ 3/8~1/2 นิ้ว (Jones *et al.*, 2003).

**โครุ่น ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว** (รูปที่ 3-4) เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการทดลองกับลูกโค และคำอธิบายหนึ่งดังปรากฏในรูปที่ 3-5 ที่**โคกินอาหารหยาบ**ในรูปเปลือกและซังข้าวโพดหมักน้อยกว่ากลุ่มอื่น ส่วนความแตกต่างเล็กน้อยในส่วนของการใช้เปลือกและซังข้าวโพดสดที่เสริมอาหารข้นจากที่เกษตรกรผสมใช้เองกับที่ซื้อในรูปอาหารเม็ดจากบริษัทระหว่างโครุ่นจากฟาร์มของคุณดวงแก้ว จากัน กับคุณบุญเชิด เมืองมูลนั้นอาจเกิดจากปัจจัยเนื่องจากตัวโคทดลองและสภาพการจัดการ ข้อคิดเห็นและเสนอแนะเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวถึงในส่วนของลูกโค.

**โคสาว ผลต่อการกินอาหารและการเพิ่มน้ำหนักตัว**เป็นเช่นเดียวกันกับโครุ่น.

**โครีดนม** โครีดนมมีการกินเปลือกและซังข้าวโพดหมักแตกต่างจากลูกโค โครุ่นและโคสาวอย่างสิ้นเชิง (รูปที่ 3-9) โดยมีการกินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก (กลุ่มอาหารสำเร็จรูป) ในปริมาณพอๆกับการกินเปลือกและซังข้าวโพดสด (กลุ่มอาหารข้น) เป็นผลให้การเพิ่มน้ำหนักตัวของโครีดนมพอๆกันระหว่างโคที่กินเปลือกและซังข้าวโพดรูปสดสดและรูปหมัก (กลุ่มอาหารข้นเปรียบเทียบกับกลุ่มอาหารสำเร็จรูป ในรูปที่ 3-8) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำนมที่โคผลิต/วัน (รูปที่ 3-11) ที่ใกล้เคียงกันทำให้ได้ข้อสรุปว่าถ้าโคกินอาหารหยาบได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันจะได้ผลการผลิตที่ใกล้เคียงกัน และชี้ให้เห็นว่าโครระยะรีดนมมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับอาหารหมักได้ดีกว่าโคในระยะอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่าในการผลิตน้ำนมนั้นโคต้องการอาหารเป็นปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากเมื่อเปรียบเทียบกับโครระยะอื่นๆ และเพื่อความอยู่รอดจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไป.

ในส่วนของ**อาหารข้นที่ใช้:** (ตารางที่ 3-10) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เอง (กลุ่มอาหารข้นและอาหารสำเร็จรูป) กับอาหารเม็ดจากบริษัท (กลุ่มอาหารบริษัท) เมื่อพิจารณาจากความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปยูเรียเห็นได้อย่างชัดเจนว่าอาหารเม็ดจากบริษัทให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนในรูปยูเรียมากกว่าอาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองแสดงว่าคุณภาพของโปรตีนในอาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองสูงกว่าคุณภาพของโปรตีนในอาหารเม็ดที่ซื้อจากบริษัท คำอธิบายเรื่องนี้น่าจะเป็นเพราะว่าแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ เช่น กากถั่วเหลือง และรำ มีคุณภาพสูงกว่าที่บริษัทใช้ เช่น กากฝ้าย กากมะพร้าว และกากปาล์ม แต่อย่างไรแหล่งอาหารที่บริษัทใช้มีต้นทุนที่ต่ำกว่าและแข่งขันได้ดีกว่า.

**การใช้หญ้าแพงโกล่าเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโครีดนมระยะท้องว่างและระยะตั้งท้อง:** ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคนมทั้งระยะท้องว่างและระยะต้องท้องในกลุ่มที่กินหญ้าแพงโกล่ามีการเพิ่มน้ำหนักตัวมากกว่าการกินเปลือกและซังข้าวโพดสดอย่างเห็นได้ชัด (รูปที่ 3-12) และในกลุ่มโครระยะรีดนมที่ท้องว่างการกินหญ้าแพงโกล่าให้น้ำนมมากกว่าการกินเปลือกและซังข้าวโพดสดเช่นเดียวกัน (รูปที่ 3-13) อธิบายได้จากส่วนประกอบในตารางที่ 3-1 ที่หญ้าแพงโกล่ามีเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งมากกว่า ( 87.8 เปรียบเทียบกับ 18.1 %) ทำให้การกินอาหารในรูปวัตถุแห้งได้ปริมาณมากกว่า บทเรียนจากการศึกษาครั้งนี้บอกว่ายังมีช่องว่างสำหรับการปรับปรุงเปลือกและซังข้าวโพดได้อีกโดยเฉพาะเรื่องความชื้นของอาหารหยาบโดยการพัฒนาเครื่องมือในการอบแห้งที่มีต้นทุนต่ำจะช่วยให้การใช้ประโยชน์จากเปลือกและซังข้าวโพดได้ดียิ่งขึ้น

**การทดลองหาปริมาณอาหารข้นที่เหมาะสมสำหรับการให้ร่วมกับอาหารหยาบ** จากการทดลอง ณ ฟาร์มคุณวิเชียร อินต๊ะไชย เมื่อใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักการเสริมอาหารข้นจาก 6 กก./ตัว/วันเป็น 8 กก./ตัว/วัน ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำนมที่แม่โคผลิตได้จะใกล้เคียงกัน (รูปที่ 3-15) แต่ถ้าพิจารณาจากการเพิ่มน้ำน้ำหนักตัวจาก 4 กก. เป็น 25 กก. เมื่อให้อาหารข้นเพิ่มจาก 6 กก./ตัว/วันเป็น 8 กก./ตัว/วัน แสดงให้เห็นว่าการให้อาหารข้นเสริมกับเปลือกและซังข้าวโพดหมักจะดูเฉพาะการผลิตน้ำนมอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอจำเป็นต้องดูการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคด้วยเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของร่างกายให้เพียงพอสำหรับการสืบพันธุ์เป็นปรกติ อย่างน้องจากการทดลองครั้งนี้ ภายใต้เงื่อนไขของการจัดการฟาร์มของคุณวิเชียร อินต๊ะไชย เมื่อให้เปลือกและซังข้าวโพดหมักแก่โคนมควรเสริมอาหารข้น 8 กก./ตัว/วัน.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

# บทที่ 5

# สรุป

**5.1 รูปแบบของเปลือกและซังข้าวโพด:**

**5.1.1เปลือกและซังข้าวโพดในรูปอบแห้ง** มีคุณภาพดี มีความน่ากินสูงกว่าในรูปหมักแก่โคระยะให้นมแต่ปัญหาคอขวดคือต้นทุนการทำให้แห้งสูงเกินไป

**5.1.2 ข้าวโพดทั้งต้น** หลังจากสับแล้วมีคุณภาพที่หมักแล้วใกล้เคียงกับมาตรฐาน

**5.1.3 เปลือกและซังข้าวโพดหมัก** หลังจากสับแล้วมีคุณภาพที่หมักแล้วใกล้เคียงกับมาตรฐานยกเว้นระดับของกรดแลคติค

**5.2 การประกอบสูตรอาหารแร่ธาตุ อาหารข้น และอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนม ได้สูตรแร่ธาตุ**

**5.2.1** หลักและแร่ธาตุปลีกย่อย สูตรอาหารข้นที่มีโปรตีนระดับ 14, 16 และ 21 % และสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับโคนมที่ผลิตน้ำนม $\leq$ 19 และ $\geq$ 20 กก./วัน ทั้งหมดนี้เกษตรกรสามารถผสมได้ด้วยตนเอง.

**5.2.2** เมื่อใช้ดัชนีชี้วัดเป็นระดับปริมาณไนโตรเจนในรูปยูเรียในน้ำนม อาหารข้นที่เกษตรกรผสมใช้เองมีคุณภาพดีกว่าอาหารเม็ดจากบริษัท

**5.3 ผลการให้เปลือกและซังข้าวโพดกับโคนมระยะต่างๆ:**

**5.3.1** ลูกโค โครุ่น และโคสาวไม่ค่อยชอบกินเปลือกและซังข้าวโพดหมัก แต่โครระยะรีดนมกินได้พอๆกับรูปสด

**5.3.2** ลูกโค โครุ่น และโคสาวที่กินเปลือกและซังข้าวโพดหมักมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นต่ำกว่าการกินกินเปลือกและซังข้าวโพดสด

**5.3.3** โครระยะรีดนมสามาถใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักสำหรับการเพิ่มน้ำหนักตัวและการผลิตน้ำนมได้เท่าเทียมกันกับการใช้กินเปลือกและซังข้าวโพดสด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**5.3.4** การใช้เปลือกและซังข้าวโพดหมักกับโครยะรีดนมควรคำนึงถึงการให้อาหารข้นในปริมาณที่เพียงพอเพื่อรักษาความสามารถในการสืบพันธุ์ของโคด้วย

**5.4 หญ้าแพงโกล่า** ที่เกษตรกรจากอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปางปลูกขายเป็นอีกแหล่งอาหารหยาบหนึ่งที่มีคุณภาพดีสำหรับการเลี้ยงโคนม.

## เอกสารอ้างอิง


พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และ เพทาย พงษ์เพียจันทร์. 2535. การจัดการฟาร์มด้วยลิเนีย โปรแกรมมิ่ง. โอเดียนสโตร์, วังบูรภา, กรุงเทพมหานคร. 178 หน้า.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia 222.9 USA. P. 69-90.

Berthetot MPE. Report Chem Apply. 1859, 1:284.

Casper, D.P. (2002). Forage fermentation profiles. AGRI-KING. http://www.agriking.com/articles.asp.

Jones, C.M., Heinrichs, A.J., Roth, G.W. and Ishler, V.A. (2003). From Harvest to Feed: Understanding Silage Management. http://www.das.psu.edu/dcn/CATFORG/PDF/silageguide.pdf.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition, 381 pp.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved