



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การพัฒนาเครื่องจักรในระบบการให้อาหาร TMR

Development of Machinery in Total Mixed Ration (TMR) System

โดย

สุวรรณ	หอมหวล
ประสง	ไคลมี
ธรรมบุญ	ทองประไพ
วัฒมา	โพธิ์ทอง

ธันวาคม 2545

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาเครื่องจักรในระบบการให้อาหาร TMR (Development of Machinery in Total Mixed Ration (TMR) System)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|------------------------|--|
| 1. นายสุวรรณ หอมหวล | คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม |
| 2. นายวิชา โพธิ์ทอง | คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม |
| 3. นายประสง ไคลมี | สหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด
อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี |
| 4. นายธรรมบุญ ทองประไพ | องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย
อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี |

สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

Executive Summary

1. **Project Title :** Development of Machinery in Total Mixed Ration (TMR) System

2. **Proposer's Name**

Principal Investigator : Dr. Suwan Homhual

Food Engineering Department, Engineering Faculty

Kasetsart University , Kampangsan Campus,

Nakornpratom 73140

Phone 02-9428010-9 ext. 3521-23 Fax. 034-281099

E-mail fengswh@ku.ac.th

Co Investigator : Mr Tammanoon Tongprapai, Dairy Farming Promotion

Organization of Thailand

Ampur Muaklek Changwat Saraburi 18180

Phone 036-341200 Fax. 036-341425

Adviser : Mr. Prasong Klaimee

303/54 Moo 3 Ampur Muaklek Changwat Saraburi 18180

Phone 036-341239

E-mail prasongk@thailand.com

Company : 1) APP Dairy Farm, Ampur Wangmuang Changwat Saraburi

Contacted Person : Veterinary Doctor Krich Pojanaaree

2) Supachai Mechanical Workshop Tambon Talaw, Ampur Tamuang,

Changwat Kanchanaburi

Contacted Person : Mr. Rawat Wanichsuchai

Phone 034-612200

3. **Problem Statement and Importance**

Most of dairy farms in which the owner have belonged the dairy cows more than 20 cows located in Ampur Wangmuang and Ampur Muak Lek Changwat Saraburi, have faced the problem in feed handling management. Development of an appropriate machinery in Total Mixed Ration (TMR) System is requested for investigation to increase dairy milk productivity while the feed production cost and environmental problem are reduced. Also this fabrication will increase the efficiency of the feed handling management.

4. Objectives

1. To develop and fabricate the appropriate machinery in Total Mixed Ration (TMR) system for dairy farms.

5. Methodology

- Design, modify and fabricate machinery for TMR completed system in APP dairy farm
- Test the efficiency of the developed machinery for TMR completed system.

6. **Expected Output** The appropriated machinery for the TMR system will be promoted and adjusted to the other dairy farms which located near the APP farm.

7. Duration 16 months

8. Budget

Personnel cost	295,000	Baht
Materials and supplies	813,000	Baht
Equipment and Facilities	205,000	Baht
Operations/ travel cost	158,000	Baht
Others	60,000	Baht
Total	1,531,000	Baht
TRF support	1,266,000	Baht
Counterpart fund	265,000	Baht

Keywords : TMR, Feed Handling Management

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยฯ ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้กรุณาสับสนุนทุนในการวิจัย โรงกลิ้งสุกชั้ย และAPP ฟาร์ม ที่ได้กรุณาร่วมสนับสนุนทุนและเชื้อเพื่อสถานที่ในการทำวิจัย นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้เชื้อเพื่ออุปกรณ์และสถานที่ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ จนกระทั่งงานแล้วเสร็จจุล่งไปได้ด้วยดี

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ออกแบบ และสร้างเครื่องจักรในระบบการให้อาหารแบบผสมรวม (TMR) ขึ้นใช้เองภายในประเทศที่เหมาะสมกับฟาร์มเลี้ยงโคนมที่ต้องการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการด้านอาหารและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของฟาร์มเอง โดยเครื่องต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบการให้อาหารแบบ TMR ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย เครื่องตัดสับแบบอยู่กับที่ (แบบสับลงพื้น และแบบพ่นใส่ถังผสม), เครื่องตัดและสับแบบทำงานที่ละแถวใช้กำลังขับเคลื่อนจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก (16 -25 แรงม้า), เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ใช้กำลังขับเคลื่อนจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก และ เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเองใช้กำลังเครื่องยนต์เล็ก 13.5 แรงม้า

ผลการทดสอบพบว่า 1) เครื่องตัดสับแบบอยู่กับที่ชนิดสับลงพื้นทดลองสับพืชสดที่อัตราการป้อนเฉลี่ยประมาณ 1000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สับได้ขนาดเฉลี่ย 8 มิลลิเมตร เมื่อไม่มีโหลดใช้กำลังเฉลี่ย 0.90 แรงม้า ส่วนในขณะมีโหลด ใช้กำลังขณะปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 แรงม้า ส่วนชนิดที่สับและพ่นใส่ถังผสม ทดลองสับข้าวโพดที่อัตราการป้อน 650 - 1200 กิโลกรัม/ชั่วโมง สับได้ขนาดเฉลี่ย 8 - 10 มิลลิเมตร พบว่า เมื่อไม่มีโหลด เครื่องสับใช้กำลังเฉลี่ยระหว่าง 1.6 – 2.0 แรงม้า ส่วนในภาวะมีโหลดใช้กำลังขณะปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.2 - 6.6 แรงม้า 2) เครื่องตัดและสับแบบทำงานที่ละแถว ทดลองตัดและสับใส่เทรลเลอร์เข็นในแปลงที่ปลูกข้าวโพดเป็นแถว ที่ความสามารถประมาณ 2400 กิโลกรัม/ชั่วโมง (ความหนาแน่นการปลูกไม่น้อยกว่า 4 ต้น/ไร่) ไม่นับรวมเวลาที่เลี้ยวระหว่างหัวแปลง สามารถสับได้ขนาดเฉลี่ยน้อยกว่า 1 นิ้ว มีความเร็วรอบของ flywheel cutter หมุนเฉลี่ย 1250 รอบต่อนาที ใช้กำลังขับเคลื่อนที่ PTO รถแทรกเตอร์ขณะปฏิบัติงานเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.67 – 8.77 แรงม้า 3) เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ใช้กำลังขับเคลื่อนจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก สามารถใช้งานสำหรับสูตรอาหาร TMR ในงานวิจัยนี้ ที่น้ำหนักผสมและจ่ายอยู่ระหว่าง 150 -200 กิโลกรัม มีปริมาตรความจุประมาณ 0.9 ลูกบาศก์เมตร ทำงานและคลุกเคล้ากันภายใน 3 นาที ต่อการผสม 1 ครั้งได้ ใช้กำลังขับเคลื่อนสำหรับการคลุกเคล้าและจ่ายมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.3 - 11.2 แรงม้า มีการคลุกเคล้าดีและการเหลือตกค้างในถังผสมน้อยคือไม่เกิน 1 กิโลกรัม 4) เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ชนิดขับเคลื่อนด้วยตัวเอง ใช้งานสำหรับสูตรอาหาร TMR น้ำหนักผสมและจ่ายอยู่ระหว่าง 120 - 150 กิโลกรัมมีความจุประมาณ 0.85 ลูกบาศก์เมตร สามารถผสมและเดินหน้าหรือถอยหลังจ่ายอาหารไปในตัวได้เอง คลุกเคล้ากันภายใน 5 นาที ต่อการผสม 1 ครั้ง โดยลักษณะอาหารที่คลุกเคล้าอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากการกินเหลือของโคนมน้อยมาก

Abstract

The objective of this research is to design and develop the appropriate machinery in Total Mixed Ration (TMR) system for Thai dairy farmers who have necessitated to use the dairy farm machinery for increasing the efficiency of feed handing management. The developed machines in each units comprise of the stationary chopper (chop to the floor and spout to the wagon), the single row harvester for small tractor (15 -25 hp), the TMR mixer and feeder wagon for small tractor, and the self-propel TMR mixer and feeder (using the small engine;13.5 hp).

The investigation of this research can be showed in following: 1) The stationary chopper, when testing with the floor-chop type, could reduce the fresh forage in the average particle size about 8 mm with the feed rate 1000 kg/hr, and the average power requirement is about 0.9 hp and 2.25 hp for the operations during unload and load, respectively. Meanwhile, the spout to the wagon type had given the short chopped forage size in average 8 -10 mm with the feed rate 650-1200 kg/hr, and it took the average power operation about 1.6 - 2.0 hp and 4.67 - 8.77 hp for the unload and load conditions. 2) The single row harvester, equipped with flywheel cutter revolved at the average of 1250 rpm, can be achieved in the capacity of 2400 kg/hr and given the short chopped corn size in less than 25 mm. While, the average power for the operation is 4.67 – 8.77 hp. 3) The feed mixed wagon of horizontal mixing action suitable for small size tractor (15-25 hp) had been developed. It trailed wagon having 2 wheels and loading capacity of 0.9 m³. The power requirement during operated with the TMR (formula 1,2 and 3) at the weight of 150 -200 kg is about 9.3 - 11.2 hp. 4) The self-propel TMR mixer and feeder that is suitable for the TMR formula in this researched experiment can operate at the loading capacity of 0.85 m³ with the mixing weight about 120 –150 kg. In addition, this developed self-driving machine can move in backward and forward direction, and also performed the appropriate mixing time per batch about 5 minutes with the good characteristic of TMR feed.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
ABSTRACT	III
สารบัญเรื่อง	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
1) คำนำ	1
2) วัตถุประสงค์	4
3) การตรวจเอกสาร	5
3.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย และสถานการณ์ในปัจจุบัน	5
3.2 อาหาร การให้อาหาร และความต้องการอาหารของโค	14
3.3 ระบบการให้อาหารผสมรวม	17
3.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องจักรในระบบการให้อาหาร TMR	19
4) วิธีวิจัยและอุปกรณ์	27
4.1 วิธีวิจัย	27
4.2 อุปกรณ์และสถานที่	29
5) ผลการดำเนินงาน	30
5.1 การทดสอบสูตรอาหารต่างๆ (การปรับตัวของโค และสูตรที่ใช้กับเครื่องที่สร้าง)	30
5.2 เครื่องตัดและสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่โดยใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์	32
5.3 เครื่องตัดสับต้นข้าวโพดแบบแถวเดียวใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก	37
5.4 เครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก	42
5.5 เครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง	45
6) สรุปและข้อเสนอแนะ	50
7) ภาคผนวก	52
ภาคผนวก1 (แสดงการเข้าเยี่ยมชมงานของผู้ทรงคุณวุฒิจาก สกว. และเกษตรกร)	52

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 จำนวนโคนม ปริมาณน้ำนมและจังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมมากที่สุดปี 2538	7
3.2 แสดงจำนวนฟาร์มและจำนวนโคนมระหว่างปี 2526 -2539	8
3.3 แสดงผลผลิตน้ำนมดิบของประเทศไทยระหว่างปี 2526 -2539	9
3.4 แสดงผลผลิตนมพร้อมดื่มและการบริโภคในประเทศระหว่างปี 2531 -2539 หน่วย: ตัน	10
3.5 แสดงความต้องการแม่โคนม	11
3.6 แสดงปริมาณการผลิตนมดิบและมูลค่าที่ผลิตได้ในแต่ละปีระหว่าง 2538 -2542	11
3.7 แสดงต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ยทุกขนาดฟาร์ม ราคา ที่ขายได้และผลตอบแทน	13
3.8 แสดงส่วนประกอบโคและน้ำนม	14

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงเครื่องตัดและสับข้าวโพดที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กแบบ single row harvester ใช้ใน ฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่	20
3.2 แสดงเครื่องตัดและสับข้าวโพดที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กแบบ double row harvester ใช้ในฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่	20
3.3 แสดง chopper แบบตัด 2 จังหวะที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กที่ใช้ในฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่	21
3.4 แสดง chopper แบบตัดจังหวะเดียวที่ผลิตในประเทศ	22
3.5 แสดงเครื่องหั่นสับแบบอยู่กับที่ของโรงกลึงสุกช้อย ใช้กำลังจากมอเตอร์ 3 แรงม้าขึ้นไป	22
3.5 แสดงการทำงานของเครื่องผสมและจ่ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ	23
3.6 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ ขนาดใหญ่ของบริษัทที่ผลิตในอเมริกา	24
3.7 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ ขนาดใหญ่ของบริษัทที่ผลิตในเดนมาร์ก	25
3.8 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR แบบเทรลเลอร์ติดรถบรรทุก (Truck mount mixer)	25
4.1 ผังแสดงแนวทางการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบอาหารผสมรวมสำหรับฟาร์ม ขนาดกลางขึ้นไป (วัวรีด > 20 ตัว)	28
5.1 แสดงลักษณะอาหาร TMR ขณะโคกินทดลองในช่วงแรกของโครงการ	30
5.2 แสดงแบบแปลนของเครื่องสับเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ (หน่วย: มิลลิเมตร)	33
5.3 แสดงแบบเครื่องสับเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง	33
5.4 แสดงแบบแปลนของเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบพ่นสู่เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR (หน่วย: มิลลิเมตร)	34
5.5 แสดงแบบเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบพ่นอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง	34
5.5 แสดงการทดสอบเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.6 แสดงการทดสอบเครื่องสับแบบพ่นอยู่กับที่	36
5.7 ผลการทดสอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเฉลี่ยที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องสับพืชสดแบบพ่นกับอัตราการป้อน (กิโลกรัม/นาที่)	36
5.8 แสดงหลักการแบบ Rotary Disc Cutter สำหรับสร้างเครื่อง ตัด และสับต้นข้าว โปดใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก	37
5.9 แสดงแบบแปลนเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพดแบบ Single Row Harvester ที่สร้าง	38
5.10 แสดงแบบเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพดแบบ Single Row Harvester ที่สร้าง	38
5.11 แสดงการต่อ Torque Pick Up เพื่อหาแรงบิดที่เพลลา PTO ขณะหมุนขับเคลื่อนเครื่องตัด สับที่สร้าง	39
5.12 กราฟแสดงกำลังจาก PTO ที่ขับเคลื่อนเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพด โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ยี่ห้อ ISEKI รุ่น TS1610	40
5.13 แสดงการทำงานของเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพด โดยใช้รถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก ยี่ห้อ ISEKI รุ่น TS1610 ที่ APP ฟาร์ม	40
5.14 แสดงการทำงานของเครื่องเมื่อแปลงข้าวโพดค่อนข้างแก่และมีเถาว์วัชพืชปนอยู่มาก	41
5.15 แสดงปัญหาในการพ่นออกและเกิดการบล็อกตัวที่ปล่องพ่น	41
5.16 แสดงแบบของใบกวนที่วางต่อกันเป็นลักษณะ spiral มีระยะพิทช์ของใบกวนไม่เท่ากันที่มีเพลากลมโค้งตัดต่อระหว่างปลายของใบกวน สำหรับกลไกการผสมและจ่ายสำหรับเครื่องที่สร้าง	42
5.17 แสดงแบบแปลนของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก (หน่วย: มิลลิเมตร)	43
5.18 แสดงแบบของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก	43
5.19 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่สร้างและปรับปรุงแล้ว ใช้ต้นกำลังขับเคลื่อนจาก PTO รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กขณะทำการทดสอบที่ Work shop ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	44
5.20 แสดงการทำงานของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR โดยใช้ปริมาณอาหารที่ผสมและจ่ายตามสัดส่วนของส่วนผสมอาหารแต่ละสูตรมากกว่า 200 กิโลกรัมใช้กำลังขับเคลื่อนจาก PTO รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ ที่ APP ฟาร์ม	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.21 แสดงการใช้อุปกรณ์พ่วงประกอบที่สามารถลำเลียงอาหารหยาบเปียกและแห้งสับ และอาหารชั้นเข้าสู่ wagon ของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR	45
5.21 แสดงชุดกล้อกวาดส่วนผสมให้เกิดการคลุกเคล้าโดยการแทนที่ พร้อม auger 2 ตัว ช่วยลำเลียงและคลุกเคล้า	46
5.22 แสดงแบบแปลนของเครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง	47
5.23 แสดงแบบแปลนของเครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง	47
5.24 แสดงการทดสอบการวิ่งบนทางลาดเอียงในขณะที่เครื่องไม่ได้ทำการคลุกเคล้าขณะขับเคลื่อนที่ work shop ของคณะวิศวกรรมศาสตร์	48
5.25 แสดงการทำงานของเครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองขณะวิ่งจ่ายอาหาร TMR ในฟาร์มแต่ละเที่ยว	49
5.26 แสดงการจ่ายอาหาร TMR ลงพื้นที่โคสามารถโผล่หัวจากซองมากินได้โดยเดินเครื่องลักษณะถอยหลังจ่าย	49

1) คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการบริโภคผลิตภัณฑ์นมจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบพร้อมดื่ม ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรส์ นมสเตอริไลส์ นม UHT และในรูปผลิตภัณฑ์อื่น เช่น ไอศกรีม ขนมปัง ฯลฯ แต่การผลิตน้ำนมดิบในประเทศที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์นมรูปแบบต่างๆ ยังไม่พอ จึงต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์นมจากต่างประเทศปีละ 11,604 ล้านบาท (2541) ซึ่งการผลิตน้ำนมดิบในประเทศนั้นมีอัตราการให้น้ำนมดิบต่อตัวต่อวันของโครีตนมอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมากและยังมีขีดจำกัดที่ระบบการเลี้ยง แม้ว่าปัจจุบันจะมีการส่งเสริมการเลี้ยงอย่างมากทั้งโดยหน่วยงานของรัฐ และเอกชนเองก็ตาม จากการสำรวจของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี 2539 พบว่า มีเฉลี่ยเพียง 8.77 กิโลกรัม แม้ว่าในเขตที่มีการจัดการที่ดีที่สุดเช่นเขตมวกเหล็ก ก็ยังให้นมมีเฉลี่ยเพียง 12.9 กิโลกรัม ถ้าเทียบกับจำนวนโคนมในประเทศที่มีจำนวนเกือบ 400,000 ตัว ก็ยังไม่พอเพียงกับการผลิตน้ำนมดิบ อย่างไรก็ตามบนขีดจำกัดของจำนวนโคและทางด้านการจัดการฝูงโคเพื่อให้ได้น้ำนมต่อโคสูง นอกจากพันธุ์โคแล้ว เรื่องอาหารโคนมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เนื่องจากเป็นต้นทุนที่มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการผลิตนม ดังนั้นการมีโปรแกรมการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพจะมีส่วนช่วยให้เกษตรกรมีผลกำไรเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปฟาร์มโคนมที่เลี้ยงในประเทศส่วนใหญ่จะให้อาหารข้นและอาหารหยาบไม่พร้อมกัน ทั้งนี้จะคำนึงถึงระดับของอาหารหยาบในโคที่กำลังรีดนม เพราะว่าการให้อาหารที่น้อยหรือมากเกินไป จะมีผลต่อความสมดุลของปริมาณอาหารที่ให้และน้ำนมที่ได้ สำหรับโคที่กำลังรีดนมจะมีความต้องการอาหารหยาบเพื่อที่จะทำให้ขบวนการย่อยอาหารสำหรับอาหารหยาบที่ใช้ในแถบเขตร้อนมีการผลิตไขมันในน้ำนมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยในสูตรอาหารจะต้องมีเยื่อใย (Acid-Detergent Fiber, ADF) ไม่ต่ำกว่า 19.4 % หรือ 17.3 % เยื่อใยหยาบ (Crude Fiber) เพื่อให้โคสามารถผลิตไขมันในน้ำนมอยู่ในภาวะปกติซึ่งจะมีปริมาณประมาณ 1% ของน้ำหนักโค แต่อย่างไรก็ตามอาหารหยาบจะมีความแตกต่างกันทางด้านคุณค่าโภชนาการซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละชนิด เมื่อสามารถทราบปริมาณอาหารหยาบที่จะให้แก่โคแล้วจึงหาปริมาณอาหารข้นที่จะใช้เสริม เนื่องจากในโครีตนมที่มีศักยภาพการให้น้ำนมสูงจำเป็นต้องให้อาหารข้นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพื่อให้โคได้รับปริมาณอาหารที่มีคุณภาพเพียงพอในการผลิตน้ำนม ดังนั้นการเสริมอาหารข้นต้องคำนึงถึงคุณภาพของอาหารหยาบและอาหารข้น โดยต้องมีการปรับหรือคำนวณสูตรอาหารให้สอดคล้องกับน้ำนมที่โคผลิตในช่วงการรีดนมของโคแต่ละตัว สำหรับความต้องการโภชนาการของโคนม (Nutrients Requirement) ในช่วงให้นมนั้นจะสูงกว่าความต้องการที่ใช้ในการดำรงชีพปกติประมาณ 2-3 เท่า ทำให้การคำนวณสูตรอาหารโคนมหรือการประกอบสูตรอาหารโคนมต้องคำนึงถึงปริมาณพลังงานในรูปของพลังงานสุทธิเพื่อการให้นม (Net Energy, NE) ปริมาณโภชนาการย่อยได้ทั้งหมด (Total Digestible Nutrient, TDN) และปริมาณของโปรตีนหยาบ (Crude Protein, CP) หรือโปรตีนที่ย่อยใช้ประโยชน์ได้ (Digestible-Crude Protein, DCP) ซึ่งมาจากทั้งอาหารข้นและอาหารหยาบเอง

อย่างไรก็ตามมีความเป็นไปได้ที่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศจะใช้ระบบการให้อาหาร โคนมแบบสูตรอาหารสำเร็จหรืออาหารรวม (Total Mixed Ration) ตามความสามารถของฟาร์ม ที่ทำได้ แทนที่จะแยกการให้อาหารข้นและอาหารหยาบต่างเวลากัน และในปัจจุบันสถาบันฝึกอบรมและวิจัยโคนมแห่งชาติ จังหวัดเชียงใหม่ มีการเลี้ยงแบบอาหารผสมรวม (TMR พื้นฐาน) พบว่า โคนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยต่อวันสูงถึงวันละ 22.5 กิโลกรัม (เฉลี่ยในโครีดนมระยะที่สอง) ซึ่งการให้อาหารในระบบนี้เป็นการให้อาหารผสมระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบ ทั้งนี้เพื่อให้ได้น้ำหนักแห้งสูงสุดและคุณภาพสูงสุดด้วย โดยวัตถุดิบที่นำมาผสมอาหารจะต้องดี และรู้ถึงส่วนประกอบที่แน่นอนของส่วนผสมทุกชนิด ที่นำมาประกอบเป็นอาหารสูตรสำเร็จ ซึ่งการให้อาหารก็จะให้ตามกลุ่มของโคที่ให้ผลผลิตแตกต่างกัน สำหรับระบบการให้อาหารลักษณะนี้มีการเพิ่มความนิยมอย่างรวดเร็วทั้งในประเทศ และต่างประเทศ จากงานวิจัยและการนำไปใช้จริงพบว่า ประโยชน์ในการให้อาหารผสมรวมมีดังนี้ 1) เพิ่มปริมาณน้ำนม คือโคนมมีความสามารถเพิ่มน้ำนมได้ 6-8 เปอร์เซ็นต์ 2) ทำให้ลดต้นทุนด้านอาหารสัตว์ โดยมีเหตุผลในการลดจากหลายสาเหตุ เช่น การที่สามารถนำวัตถุดิบที่มีความน่ากินต่ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงนำมาใช้ได้ การสูญเสียในการกินอาหารลดลง 3-5 เปอร์เซ็นต์ บางฟาร์มสามารถลดต้นทุนด้านอาหารได้ถึง 5-7 เปอร์เซ็นต์ 3) เพิ่มปริมาณไขมันในน้ำนม จากการวิจัยที่ให้อาหารผสมรวมวันละ 8-10 ครั้ง ทุก 30 นาที กระเพาะหมักจะอยู่ในสภาวะสมดุล ผลทำให้ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ 4) ช่วยลดการผิดปกติของระบบการใช้อาหารในร่างกาย (metabolic) โคที่แยกอาหารหยาบและอาหารข้นจะมีความผิดปกติของระบบการใช้อาหารในร่างกาย ต้องดึงสารอาหารออกจากร่างกายมาใช้ ถ้าให้อาหารผสมรวมจะทำให้สุขภาพโคดีขึ้น รวมทั้งระบบสืบพันธุ์ดีขึ้นด้วย และประการสุดท้าย 5) สามารถลดแรงงาน จะทำให้คนงานทำงานลดลงวันละ 1-2 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ฟาร์มเลี้ยงโคนมที่จะใช้วิธีการให้อาหารแบบนี้ต้องมีจำนวนโครีดนมหลายตัว และมีการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในกิจกรรมการผลิตและให้อาหารหยาบกับอาหารข้นอยู่แล้ว

สำหรับการนำวิธีหรือระบบการเลี้ยงแบบนี้มาใช้จะเห็นประสิทธิภาพชัดเจนขึ้นเมื่อโคที่เลี้ยงมีจำนวนหลายตัวและมีศักยภาพการให้นมสูง ตลอดจนประสบปัญหาทางด้านแรงงานหรือค่าแรงงานสูง ทั้งนี้ลักษณะอาหารหยาบที่ใช้ในสูตรอาหารรวมควรมีน้ำหนักแห้งสูง เช่น จากหญ้าหมัก (Silage) ของพืชอาหารสัตว์ต่างๆ โดยจะต้องมีขนาดชิ้นระหว่าง 0 -1 นิ้ว (ควรมีการวิจัยขนาดชิ้นของอาหารหยาบที่เหมาะสม เพราะมีผลต่อไขมันในน้ำนม รวมทั้งอาจจะทำให้เครื่องผสมไหลได้ สำหรับพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อน) เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตและจ่ายอาหารผสมรวมแก่โคนมจำเป็นต้องมีเครื่องจักรที่มีความเหมาะสมกับสภาพภายในประเทศเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น เครื่องตัดสับแบบต่างๆ เพื่อเตรียมวัสดุอาหารหยาบ เครื่องผสมและจ่ายอาหารซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต้นกำลังจาการถแทรกเตอร์ หรือขับเคลื่อนด้วยตัวเอง อย่างไรก็ตามข้อจำกัดในการใช้ระบบการเลี้ยงแบบอาหารผสมรวมที่สำคัญก็ยังมีอยู่ถ้านำมาใช้ในประเทศเช่น การคลุกเคล้าให้เข้ากันทำได้ยาก โดยเฉพาะพืชอาหาร ต้องสับให้สั้นประมาณ 0.5-1 นิ้ว, ต้นทุนอุปกรณ์ราคาแพง

โคนม 50 ตัว ในการใช้อาหารระบบผสมรวมนี้ โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง มีราคาประมาณ 600,000-800,000 บาท, ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคอกบางส่วนถ้ามีการปรับนำมาใช้ใน ประเทศ และประการสุดท้าย ต้องให้ความรู้ด้านอาหารสัตว์

ดังนั้นหากมีการผลิตอุปกรณ์ เพื่อใช้ในระบบอาหารผสมรวมได้ในราคาที่เหมาะสมขึ้นใช้เองในประเทศ ทำแบบครบวงจรตั้งแต่การผลิตอาหารหยาบจนถึงขั้นตอนการจ่ายอาหาร โดยสามารถประยุกต์ใช้กับต้นกำลังที่มีอยู่แล้วในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และสามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ผสมทั้งพืชอาหารสัตว์ เศษวัสดุเหลือใช้ รวมทั้งอาหารชั้น ได้ดี จะทำให้ผลกำไรต่อฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสูงขึ้น ภาพรวมการเลี้ยงโคนมในประเทศมีประสิทธิผลสูง และรวมถึงการลดการขาดดุลการค้าได้อีก ลดการนำเข้าผลิตภัณฑ์นม และยังรวมถึงการผสมติดของโคดีขึ้น มีสุขภาพดี ทำให้ช่วยลดการนำเข้าของน้ำเชื้อและผลิตภัณฑ์ยาได้

2) วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนา ออกแบบ และสร้างอุปกรณ์สำหรับระบบอาหารผสมรวม ที่มีประสิทธิภาพและราคาเหมาะสมขึ้นใช้เองภายในประเทศ ประกอบไปด้วย เครื่องตัดสับพืชอาหารหยาบสำหรับทำ TMR แบบอยู่กับที่ เครื่องตัดสับข้าวโพดแบบ Single Row Harvester ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR แบบใช้กำลังจากแทรกเตอร์ และเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR แบบขับเคลื่อนด้วยตัวเอง

3) การตรวจเอกสาร

3.1 การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย และสถานการณ์ในปัจจุบัน

¹การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย เริ่มมาราวพุทธศักราช 2540 โดยชาวอินเดียที่อาศัยอยู่ในประเทศไทยซึ่งนิยมดื่มนมสดเป็นอาหารประจำเป็นผู้นำมาเลี้ยงก่อน โดยมีแหล่งการเลี้ยงที่สำคัญบริเวณรอบๆกรุงเทพมหานคร โคที่เลี้ยงส่วนใหญ่เป็นโคพื้นเมืองหรือโคนำเข้าจากประเทศอินเดีย ซึ่งให้นมในปริมาณที่ต่ำประมาณวันละ 2-3 ลิตร

ต่อมาในสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้เกิดการขาดแคลนนมสำหรับเลี้ยงทารกขึ้น รัฐบาลในขณะนั้นจึงได้จัดตั้งองค์การนมขึ้น ทำหน้าที่รวบรวมนมที่ผลิตได้ในเขตกรุงเทพมหานคร นำมาทำเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงทารกและนมชั้นหวาน ซึ่งประชาชนนิยมบริโภคมากกว่าผลิตภัณฑ์นมชนิดอื่นๆ ครั้นเมื่อสงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุด กิจการองค์การนมก็สลายตัวลง เนื่องจากได้มีการส่งเสริมผลิตภัณฑ์นมราคาถูกจากต่างประเทศมาใช้แทน ในขณะเดียวกัน ได้เริ่มมีการส่งพันธุ์โคนมจากต่างประเทศ คือพันธุ์โฮลสไตน์เข้ามาทดลองเลี้ยงดู และในระยะต่อมาโคนมพันธุ์ดังกล่าวได้แพร่หลายไปในหมู่ผู้เลี้ยงโคนมเมืองไทยอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสามารถให้น้ำนมสูงกว่าโคนมพันธุ์อินเดียมาก ในส่วนของรัฐบาลได้เริ่มหันมาเลี้ยงอีกหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์เจอร์ซี พันธุ์บราวสวิส และพันธุ์เรดซินดี เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคนมเพื่อผลิตน้ำนมในเชิงการค้านั้น ได้เริ่มอย่างจริงจังเมื่อประมาณ 25 ปี มาแล้ว อันมีผลสืบเนื่องมาจากที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช และสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ ได้ทรงเสด็จประพาสทวีปยุโรป เมื่อปีพุทธศักราช 2503 ในระหว่างที่ลี้ภัยทั้งสองพระองค์ทรงประทับแรมอยู่ ณ ประเทศเดนมาร์ก ทรงให้ความสนใจพระทัยเกี่ยวกับกิจการเลี้ยงโคนมของชาวเดนมาร์กเป็นอย่างมาก ทำให้รัฐบาลเดนมาร์กและสมาคมเกษตรกรเดนมาร์กรู้สึกซาบซึ้งในพระมหากรุณาธิคุณเป็นล้นพ้น ที่ได้ทรงโปรดกิจการเลี้ยงโคนม อันเปรียบเสมือนรากเหง้าแห่งความเจริญทางด้านอุตสาหกรรมของชาวเดนมาร์ก ในปีต่อมา รัฐบาลเดนมาร์กและสมาคมเกษตรกรเดนมาร์ก จึงได้ร่วมกันน้อมเกล้าฯถวายโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมให้เป็นของชาวล้านนาทั้งสองพระองค์ และเพื่อให้การดำเนินโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยบรรลุผลสำเร็จตามเจตนารมณ์ที่ตั้งไว้ จึงได้มีการตกลงสัญญาให้ความช่วยเหลือด้านวิชาการและเศรษฐกิจระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลเดนมาร์กขึ้น ในการนี้รัฐบาลเดนมาร์กได้ให้ความช่วยเหลือจัดตั้งฟาร์มโคนมและศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ก ขึ้นที่ ต.มวกเหล็ก จ.สระบุรี พร้อมทั้งจัดส่งผู้เชี่ยวชาญมาร่วมดำเนินการ และจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงานตลอดโครงการเป็นเงินประมาณ 23.5 ล้านบาท

¹ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย : คู่มือการเลี้ยงโคนม(การพัฒนากิจการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย โดยนายเฉลิมชัย เล็กชม และนายณพดล ดันวิเชียร),2531,หน้า1-2

ฟาร์มโคนมและศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ก ได้เริ่มเปิดดำเนินการ เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2505 ภายหลังจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ และสมเด็จพระเจ้าเฟเดอริคที่ 9 แห่งประเทศเดนมาร์ก ได้ทรงประกอบพิธีเปิดอย่างเป็นทางการ 1 วัน จึงนับได้ว่าเป็นวันที่มีความสำคัญยิ่งในประวัติศาสตร์ของการเลี้ยงโคนมเมืองไทย ต่อมาในปีพุทธศักราช 2530 รัฐบาลจึงได้กำหนดให้วันดังกล่าวเป็นวันโคนมแห่งชาติด้วย กิจการฟาร์มโคนมได้วิวัฒนาการขยายตัวเจริญก้าวหน้าไปเป็นลำดับ จวบจนถึงปีพุทธศักราช 2514 รัฐบาลไทยได้รับโอนกิจการฟาร์มโคนมและศูนย์ฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมไทย-เดนมาร์ก จัดตั้งเป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีชื่อว่า องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.)

นอกจากโครงการช่วยเหลือระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลเดนมาร์กดังกล่าว รัฐบาลไทยยังได้รับการช่วยเหลือจากรัฐบาลเยอรมันตะวันตกจัดทำโครงการในลักษณะคล้ายคลึงกับที่เดนมาร์กดำเนินการอยู่ที่มวกเหล็ก โดยเริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่ปี 2507 ใช้เงินงบประมาณ 106 ล้านบาท ขณะเดียวกันกรมปศุสัตว์ได้เริ่มโครงการผสมเทียมโดยใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์โคนม พร้อมได้จัดตั้งสถานผสมเทียมแห่งแรกที่ห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ และแห่งที่ 2 ที่ตำบลหนองโพ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พ่อโคที่ใช้ผสมเทียมชุดแรกเป็นโคนมพันธุ์บราวสวิสซ์ ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากประเทศสหรัฐอเมริกา

²การเลี้ยงโคนมของประเทศไทย ในปัจจุบันได้ก้าวเข้ามาสู่ขั้นตอนการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้สามารถผลิตน้ำนมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากอาชีพการเลี้ยงโคนมได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นอาชีพที่สามารถทำรายได้อย่างต่อเนื่อง สามารถทดแทนอาชีพการเพาะปลูกซึ่งนับวันจะพบปัญหาความไม่แน่นอนของระบบตลาดมากขึ้น รัฐบาลจึงได้ให้การส่งเสริมอย่างจริงจัง โดยประกาศแผนปรับโครงสร้างระบบการผลิตทางการเกษตรเพื่อผลิตผลผลิตที่มีมูลค่าสูงขึ้น เช่น นมโคและเนื้อโคเป็นต้น แผนดังกล่าวเป็นแผน 3 ปี ประกาศใช้ตั้งแต่ปี 2537 ถึง 2539 ในส่วนหนึ่งของแผนได้กำหนดให้เกษตรกรเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้นปีละ 2,000 รายๆ ละ 5 ตัว รวมเป็นโคนม 10,000 ตัวต่อปี ในระยะเวลา 3 ปี จะมีเกษตรกรเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้น 6,000 ราย และมีจำนวนโคนมเพิ่มขึ้น 30,000 ตัว จากแผนนี้ทำให้จำนวนโคนมของประเทศเพิ่มขึ้นตามลำดับ จาก 228,856 ตัว ในปี 2536 เป็น 265,873 ตัว ในปี 2537 และ 288,629 ตัว ในปี 2538 และเพิ่มน้ำนมดิบได้เฉลี่ยวันละ 924 ตัน, 1,040 ตัน และ 1,235 ตัน ตามลำดับ (สถาบันพัฒนาฝึกอบรมและวิจัยโคนมแห่งชาติ 2536, 2537 และ 2538) จำนวนโคนมทั้งประเทศ จำนวนฟาร์ม ปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้ จังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมมากที่สุด 10 อันดับแรกของประเทศในปี 2538 แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

² กรมปศุสัตว์: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2539-2540 ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ สำนักปศุสัตว์เขต 5 (การเพิ่มผลผลิตโคนม โดยการจัดการให้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ โดย สมคิด พรหมมา และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล), 2540, หน้า 74

อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพที่ต้องอาศัยความเอาใจใส่และใช้วิทยาการต่างๆ เพื่อนำมาสนับสนุนการผลิตค่อนข้างมาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ใช้กลไกการส่งเสริม ฝึกอบรม และสาธิต เพื่อให้เกษตรกรได้รับความรู้และนำวิทยาการใหม่ๆ ไปใช้ในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต อันจะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น และสามารถพัฒนาการเลี้ยงโคนมให้ทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้วได้

ตารางที่ 3.1 จำนวนโคนม ปริมาณน้ำนมและจังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมมากที่สุดปี 2538

จังหวัด	จำนวนโคนม (ตัว)	แม่โค (ตัว)	จำนวนฟาร์ม (ราย)	ปริมาณน้ำนม (กก./วัน)	
เรียงตามลำดับ จำนวนโค					เรียงตามลำดับ ปริมาณน้ำนม
1 ราชบุรี	54,169	28,545	4,636	221,341	2
2 นครราชสีมา	53,336	36,701	1,934	221,929	1
3 ลพบุรี	39,696	21,248	2,473	160,525	4
4 สระบุรี	29,684	18,899	2,305	189,302	3
5 ประจวบคีรีขันธ์	16,527	8,910	1,179	66,937	5
6 นครปฐม	11,546	7,183	873	45,000	6
7 สระแก้ว	10,950	7,257	782	44,230	7
8 เชียงใหม่	8,887	4,949	855	43,976	8
9 ขอนแก่น	6,705	3,523	476	19,968	11
10 เพชรบุรี	5,300	2,480	400	18,784	12
11 หนองคาย	4,697	3,013	35	33,513	9
12 อุตรธานี	3,764	2,059	383	17,240	13
13 สุพรรณบุรี	3,650	2,226	297	21,949	10
รวม	288,629	168,472	20,103	1,235,721	

หมายเหตุ : จังหวัดที่ไม่มีการเลี้ยงโคนมคือ สมุทรสงคราม ตราด และอำนาจเจริญ

ที่มา : สถาบันฝึกอบรมและวิจัยแห่งชาติ (2538)

จากการสำรวจจำนวนฟาร์มโคนมในประเทศไทยตั้งแต่ ปี 2526 – 2539 พบว่า มีอัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 15.31 ต่อปี โดยในปี 2526 มีจำนวนฟาร์มทั้งสิ้นประมาณ 3,980 ฟาร์ม และได้มีเกษตรกรเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งในปี 2539 มีจำนวนฟาร์มทั้งสิ้นประมาณ 25,188 ฟาร์ม โดยที่จำนวนโคนมในช่วงเวลาเดียวกันเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 18.78 ต่อปี ซึ่งในปี 2526 มีโคนมจำนวน 37,819 ตัว และเพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ จนถึงปี 2539 มีจำนวนโคทั้งสิ้น 304,165 ตัว หาก

พิจารณาจำนวนโคโดยเฉลี่ยต่อฟาร์มแล้ว อัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 3.01 ต่อปี และในปี 2526 มีจำนวน 9.50 ตัว และในปี 2539 มีจำนวนโคเฉลี่ยต่อฟาร์ม 12.08 ตัว แต่ถ้าพิจารณาเฉพาะจำนวนแม่โคนมเฉลี่ยต่อฟาร์มแล้ว จะมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.43 ต่อปี โดยในปี 2526 มีจำนวนแม่โคนมเฉลี่ยต่อฟาร์ม 5.05 ตัว และปี 2539 มีจำนวนแม่โคนมเฉลี่ยต่อฟาร์ม 6.64 ตัว แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนฟาร์มและจำนวนโคนมระหว่างปี 2526 -2539

ปี	จำนวนฟาร์ม (ฟาร์ม)	โคนมทั้งหมด (ตัว)	จำนวนแม่โคนม เฉลี่ยต่อฟาร์ม(ตัว)	จำนวนโคนมทั้งหมด เฉลี่ยต่อฟาร์ม(ตัว)
2526	3,980	37,819	5.05	9.50
2527	3,940	44,956	6.21	11.41
2528	5,218	52,969	5.40	10.15
2529	5,226	62,402	6.34	11.94
2530	7,426	75,791	5.37	10.21
2531	9,641	93,654	5.25	9.71
2532	11,539	116,457	5.62	10.09
2533	12,029	143,906	6.67	11.96
2534	12,535	178,236	8.19	14.22
2535	12,491	218,457	10.08	17.49
2536	15,320	235,833	8.52	15.39
2537	17,190	259,450	8.41	15.09
2538	22,462	281,423	6.85	12.53
2539	25,118	304,165	6.64	12.08
อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	15.311	18.783	3.431	3.013

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ทั้งหมด เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากปี 2536 – 2539 มีอัตราเพิ่มร้อยละ 22 ต่อปี โดยในปี 2526 ผลิตน้ำนมได้ประมาณ 86 ตันต่อวัน หรือ 31,419 ตันต่อปี และเพิ่มปริมาณ 590 ตันต่อวันหรือประมาณ 215,457 ตันต่อปี ในปี 2535 สำหรับในปี 2539 เพิ่มขึ้นประมาณวันละ 1,041 ตัน หรือประมาณปีละ 380,101 ตัน แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงผลผลิตนํ้านมดิบของประเทศไทยระหว่างปี 2526 -2539

ปี	นํ้านมทั้งหมด		นํ้านมต่อแม่โคทั้งหมด		นํ้านมต่อแม่โครีดนม	
	ตัน/ปี	ตัน/วัน	กก./ตัว/ปี	กก./ตัว/วัน	กก./ตัว/ปี	กก./ตัว/วัน
2526	31,419	86.079	2,214	6.067	2,838	7.775
2527	36,029	98.709	2,076	5.689	2,701	7.400
2528	46,867	128.403	5,104	5.766	2,856	7.824
2529	58,974	161.573	2,241	6.141	3,118	8.542
2530	75,348	206.433	2,457	6.733	3,017	8.266
2531	89,713	245.789	2,456	6.730	2,856	7.825
2532	106,709	292.353	2,359	6.462	2,891	7.921
2533	12,148	535.830	2,219	6.080	2,796	7.660
2534	164,340	450.247	2,360	6.467	2,832	7.759
2535	215,457	590.293	2,445	6.699	2,945	8.068
2536	287,164	786.751	2,280	6.249	2,927	8.019
2537	320,894	879.162	2,457	6.732	3,022	8.279
2538	348,212	954.005	2,262	6.197	2,044	8.340
2539	380,101	1,041.370	2,470	6.767	3,201	8.770
อัตราเพิ่ม						
(ร้อยละ)	22.683		0.812		0.610	

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ประมาณนํ้านมดิบต่อแม่โครีดนม ในช่วงปี 2526 –2539 อัตราการใช้นํ้านมดิบต่อแม่โครีดนม อยู่ในอัตราที่ต่ำ เช่นเดียวกับอัตราการให้นมต่อแม่โคทั้งหมดสืบเนื่องมาจากการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงโคนมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตามตารางที่ 3.2 เกษตรกรที่เริ่มเลี้ยงโคนมรายใหม่ ส่วนใหญ่ยังขาดประสบการณ์ แม้จะได้รับการฝึกอบรมการเลี้ยงโคนมมาแล้วก็ตาม แต่อย่างไรก็ดี แนวโน้มในอนาคตคาดว่าจะมีอัตราสูงขึ้น โดยพิจารณาจากที่ได้มีการพัฒนาการผลิตนํ้านมดิบสูงขึ้นเรื่อยๆ จากเดิม 7.77 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในปี 2526 เป็น 7.97 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในปี 2535 และเพิ่มเป็น 8.77 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในปี 2539 แม้ว่าจะมีการผลิตค่อนข้างช้าไปบ้าง

ความต้องการนํ้านมดิบ เนื่องจากความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่มภายในประเทศเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ปริมาณนํ้านมดิบที่ผลิตได้ในแต่ละปีไม่เพียงพอต่อการนำมาผลิตเป็นนมพร้อมดื่ม ทั้งนี้จะเห็นได้จากอัตราเพิ่มของการบริโภคนมพร้อมดื่มในช่วงปี 2530 – 2539 เฉลี่ยประมาณร้อยละ

ละ 20.15 ต่อปี ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงพอสมควร และคาดว่าจะยังมีแนวโน้มของการบริโภคที่สูงขึ้นไปเรื่อยๆ เนื่องจากอัตราการบริโภคนมพร้อมดื่มของคนไทยในปัจจุบันยังอยู่ในอัตราที่ต่ำเมื่อเทียบกับประเทศที่เจริญแล้ว ดังนั้นในช่วง 5 – 10 ปี ข้างหน้าอัตราการบริโภคของคนไทยจึงยังคงสูงขึ้นอีก แต่ขณะนี้ผลผลิตนํ้านมดิบที่ผลิตได้ในประเทศยังไม่เพียงพอต่อความต้องการผลิตนํ้านมพร้อมดื่ม ซึ่งในปี 2539 สามารถผลิตนํ้านมพร้อมดื่มได้เพียงร้อยละ 56 ของปริมาณการผลิตนม พร้อมดื่มทั้งหมดเท่านั้น โดยส่วนที่ขาดอยู่อีกประมาณร้อยละ 44 ได้จากการนำหางนมผงมาทำเป็นนมดื่มคั้นรูปตามตารางที่ 3.4 โดยหางนมผงดังกล่าวได้จากการนำเข้า เฉพาะที่ใช้ในการผลิตนมพร้อมดื่มเป็นจำนวนมากกว่าสองหมื่นตันต่อปี

ตารางที่ 3.4 แสดงผลผลิตนมพร้อมดื่มและการบริโภคในประเทศระหว่างปี 2531 -2539 หน่วย : ตัน

ปี	ผลผลิตนมพร้อมดื่ม			การบริโภคนมพร้อมดื่ม	อัตราการบริโภคกก/คน/ปี
	จากนํ้านมดิบ	จากหางนม	รวม		
2531	83,615	68,576	152,191	150,213	2.72
2532	99,367	66,700	166,067	163,908	2.93
2533	120,262	77,302	197,564	194,996	3.44
2534	153,170	95,644	248,814	245,579	4.28
2535	200,814	92,855	293,669	289,851	4.99
2536	267,407	84,833	352,240	347,661	5.92
2537	298,816	115,032	413,848	408,468	6.88
2538	325,867	201,600	527,467	520,610	8.68
2539	355,411	280,279	635,690	627,426	10.35
อัตราเพิ่ม%	21.589	17.399	20.145	20.145	18.756

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

นอกจากนี้สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรยังสรุปความต้องการแม่โคนม ว่า หากประเทศไทยต้องการจะผลิตนํ้านมดิบให้เพียงพอต่อความต้องการนำไปผลิตนมพร้อมดื่มสำหรับบริโภคภายในประเทศโดยไม่ต้องใช้หางนมผงซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศมาคั้นรูปเป็นนมพร้อมดื่มเพื่อชดเชยกับส่วนที่ยังขาดอยู่ จะต้องมีการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมให้มีจำนวนมากขึ้นและเพิ่มในอัตราที่สูงกว่าที่เป็นอยู่ในขณะนี้ โดยเฉพาะต้องเร่งผลิตแม่โคนม เพื่อที่ผลิตนํ้านมดิบให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ผลิตนมของแม่โคนมในประเทศไทยในขณะนี้หากจะผลิตนํ้านมดิบให้เพียงพอต่อการผลิตนมพร้อมดื่ม จะต้องมีแม่โคนมมากกว่าที่มีอยู่เดิม ซึ่งในปี 2537 -2539 จะต้องมีแม่โคเพิ่มขึ้นอีก 72,363 146,324 และ 164,029 ตัว หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 50.08 95.07 และ 98.11 ของ

แม่โคที่มีอยู่เดิม ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 3.5 ส่วนตารางที่ 3.6 จะแสดงปริมาณและมูลค่าของ
นํ้านมดิบที่ผลิตได้รวมในประเทศระหว่างปี 2538 -2542

ตารางที่ 3.5 แสดงความต้องการแม่โคนม

ปี	ผลผลิตนํ้านม ดิบ (ตัน)	จำนวนแม่โค นม (ตัว)	ความต้องการ นํ้านมดิบ(ตัน)	ความต้องการ แม่โคนม(ตัว)	ส่วนต่างระหว่าง (2)และ(4)	
					ตัว	ร้อยละ
2531	89,713	50,590	156,757	79,768	29,173	57.68
2532	106,709	64,890	171,049	90,650	25,760	39.70
2533	129,148	80,184	203,490	114,619	34,435	42.94
2534	164,340	102,717	256,278	135,714	32,997	32.12
2535	215,457	125,903	302,479	154,633	28,730	22.82
2536	287,164	130,591	362,807	198,930	68,239	52.25
2537	320,894	144,483	426,264	216,846	72,363	50.08
2538	348,212	153,916	543,291	300,240	146,324	95.07
2539	380,101	167,181	654,461	331,210	164,029	98.11
2540*	417,952	182,050	7725,584	365,961	183,911	101.02
2541**	465,000	212,249	830,180	418,100	205,851	96.98

หมายเหตุ * ประมาณการ

** คาดคะเน

ตารางที่ 3.6 แสดงปริมาณการผลิตนมดิบและมูลค่าที่ผลิตได้ในแต่ละปีระหว่าง 2538 -2542

ศูนย์รวบรวมนํ้านมดิบ	จำนวน (ฟาร์ม)	จำนวนโคนม (ตัว)		ปริมาณนํ้านมดิบ (ตัน)	ปริมาณเฉลี่ยต่อวัน (ตัน)	ราคาเฉลี่ย (บาท/กก.)	มูลค่า
	ทั้งหมด	ทั้งหมด	ที่รีดนม				1000 บาท
2538 รวมทั้งหมด	22,462	230,061	99,456	307,229.00	841.72	8.14	2,501,670.0
รวม อ.ส.ค.ทั้งหมด	5,819	57,285	24,591	70,803.95	193.98	7.97	564,504.7
สหกรณ์โคนมต่าง ๆ	13,790	136,629	59,182	185,612.47	508.53	8.14	1,511,534.4
สถาบันการศึกษา	167	3,011	1,011	3,199.47	8.77	8.16	26,102.5
อื่น ๆ	2,686	33,136	14,672	47,613.11	130.45	8.39	399,528.4
2539 รวมทั้งหมด	25,188	274,613	130,434	343,387.72	940.79	9.19	3,156,890.7

รวม อ.ส.ค.ทั้งหมด	5,898	60,220	24,717	72,930.23	199.81	9.25	674,409.0
สหกรณ์โคนมต่าง ๆ	15,525	165,222	80,876	200,827.27	550.21	9.12	1,832,390.4
สถาบันการศึกษา	179	3,049	1,010	3,248.04	8.90	8.93	28,988.7
อื่น ๆ	3,586	46,122	23,831	66,382.18	181.87	9.36	621,102.5
2540 รวมทั้งหมด	23,646	288,856	126,136	385,728.05	1,056.76	9.39	3,622,573.8
รวม อ.ส.ค.ทั้งหมด	4,361	60,534	22,953	74,776.90	204.87	9.86	737,635.5
สหกรณ์โคนมต่าง ๆ	15,021	169,853	78,639	220,101.50	603.02	9.23	2,032,503.8
สถาบันการศึกษา	79	2,321	624	2,272.86	6.23	9.47	21,506.9
อื่น ๆ	4,185	56,148	23,920	88,576.79	242.68	9.38	830,927.7
2541 รวมทั้งหมด	24,485	287,732	126,779	387,917.86	1,062.79	10.91	4,197,682.3
รวม อ.ส.ค.ทั้งหมด	4,883	61,148	23,974	73,491.36	201.35	11.39	836,563.5
สหกรณ์โคนมต่าง ๆ	15,532	174,694	80,719	228,879.01	627.07	10.61	2,429,058.5
สถาบันการศึกษา	86	2,441	713	2,301.93	6.30	10.77	24,752.2
อื่น ๆ	3,984	49,449	21,373	83,245.56	228.07	10.91	907,308.1
2542 รวมทั้งหมด	24,716	328,008	139,456	442,303.98	1,211.79	11.25	5,008,165.2
รวม อ.ส.ค.ทั้งหมด	5,630	68,390	27,249	92,786.16	254.21	11.68	1,093,637.3
สหกรณ์โคนมต่าง ๆ	15,893	213,019	89,766	260,148.30	712.74	11.04	2,897,152.6
สถาบันการศึกษา	85	2,242	695	2,742.93	7.51	11.45	31,703.2
อื่น ๆ	3,108	44,357	21,746	86,626.59	237.33	11.43	985,672.1

3.1.1 ระบบการเลี้ยงโคนม

ระบบการเลี้ยงโคนมที่เลี้ยงในประเทศไทยมี 3 ระบบ ซึ่งแต่ละระบบมีทั้งข้อดีและข้อเสีย

1. ระบบเลี้ยงแบบปล่อยโคแทะเล็ม
2. ระบบเลี้ยงแบบตัดหญ้าให้โค (ยืนโรง หรือในโรงเรือน)
3. ระบบเลี้ยงแบบให้อาหารสูตรผสมรวม

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยมีความแตกต่างกันดังนี้

ในเขต 1 , 2 , 3 และ 4 ของ อ.ส.ค. จะเลี้ยงดูโคโดยวิธีปล่อยอิสระในโรงเรือน โดยเฉพาะในเขต 1 และเขต 2 ส่วนใหญ่จะไล่ต้อนโคให้ไปกินหญ้าในที่สาธารณะหลังรีดนมเช้าและไล่ต้อนกลับเวลาประมาณเที่ยง(ในกรณีฟาร์มไม่มีแปลงหญ้า)ส่วนฟาร์มที่มีแปลงหญ้ามักพอและพื้นที่บางส่วนไม่ได้ปลูกหญ้าก็จะปล่อยโคลงกินหญ้าธรรมชาติในเวลาหลังรีดนมเช้า-เย็น และจะให้หญ้าที่ตัดมาในเวลาบ่ายและค่ำ ส่วนในเขต 5 ของ อ.ส.ค. และเขตหนองโพส่วนใหญ่จะเลี้ยงแบบผูกคอกยืนโรงกินอาหาร พักผ่อน และรีดนมในโรงเรือนเดียวกัน

3.1.2 ต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบ

จากการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชนมีความแตกต่างกันในเรื่องของตัวเลขต้นทุนการผลิต จึงทำให้มีความสับสนในเรื่องของการกำหนดราคารับซื้อนมดิบของเกษตรกร สามารถแสดงรายงานของผู้ศึกษาที่ผ่านมาดังนี้

1. การศึกษาต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบของเกษตรกรในจังหวัดภาคกลางโดยแยกออกเป็นฟาร์ม 3 ขนาด คือ ขนาดเล็กจำนวนแม่โค 1 – 10 ตัว ฟาร์มขนาดกลางแม่โค 11 – 20 ตัว และฟาร์มขนาดใหญ่ มีแม่โคมากกว่า 20 ตัว พบว่าฟาร์มขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 6.90 , 6.10 , และ 8.60 บาท ต่อ กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งราคาเฉลี่ยราคารับซื้อนมดิบขณะนั้นเท่ากับ 7.70 บาท : พิระศักดิ์ จันทร์ประทีป และ คณะ (2535)
2. การศึกษาต้นทุนการผลิตของเกษตรกรรายย่อยพบว่าหากไม่นำแรงงานในครอบครัวมาคำนวณต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 6.20 บาท ต่อ กิโลกรัม แต่ถ้านำค่าแรงงานของคนในครอบครัวมาคำนวณ จะมีต้นทุนเฉลี่ย 9.20 บาท ต่อ กิโลกรัม : ปรีชญ์ อุดมประเสริฐ (2535)
3. การศึกษาต้นทุนการผลิตของฟาร์มโคนมทั้ง 4 ภาค โดยแบ่งเป็นฟาร์มขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ ซึ่งมีโคนมเฉลี่ย 8 , 15 และ 33 ตัว ตามลำดับพบว่าต้นทุนเฉลี่ย 8.44 , 7.50 และ 6.55 บาท ต่อ กิโลกรัม ตามลำดับ : ภคณี ว่องโชติกุล (2537)
4. การศึกษาในฟาร์ม 3 ขนาด คือขนาดเล็ก (1-10ตัว) ฟาร์มขนาดกลางแม่โค 11 – 20 ตัว และฟาร์มขนาดใหญ่ มีแม่โคมากกว่า 20 ตัว พบว่ามีต้นทุนการผลิต 8.44 , 7.50 และ 6.50 บาทต่อ กิโลกรัมตามลำดับ และราคาต้นทุนเฉลี่ยของฟาร์มทั้ง 3 ขนาด เท่ากับ 7.75 บาท ต่อ กิโลกรัม : ฉัตร จำยอง และ เอื้อ สิริจินดา (2537)
5. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลติดต่อกันมาหลายปีและรายงานผลออกมาแสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ยทุกขนาดฟาร์ม ราคา ที่ขายได้และผลตอบแทน

ปี	ต้นทุน (บาท/กก)	ราคาน้ำนมดิบ (บาท/กก)	ผลตอบแทน (บาท/กก)	ราคาพื้นฐานของน้ำ นมดิบ(บาท/กก)
2535	6.20	7.51	1.31	7.50
2536	6.54	7.98	1.44	7.50
2537	6.57	7.96	1.49	7.50
2538	6.55	7.96	1.41	7.50(ก) , 8.75(ข)
2539	7.25	9.07	1.82	8.75

- ราคาน้ำนมดิบรับซื้อที่ศูนย์รับซื้อน้ำนม(กลุ่มงานเศรษฐกิจปศุสัตว์ 2539)
- (ก) ราคารับซื้อในช่วงต้นปี (ข) ราคารับซื้อในช่วงปลายปี

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2541)

จากข้อมูลต่างๆที่รายงานออกมาจะเห็นว่า การศึกษาโดยนักวิจัยส่วนใหญ่มีข้อมูลที่บ่งชี้ว่าต้นทุนการผลิตนมดิบของเกษตรกรมีราคาสูงกว่าราคานมดิบที่เกษตรกรขายได้ ซึ่งหมายความว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมมีแนวโน้มว่าจะขาดทุน ในขณะที่หน่วยงานของรัฐ กลับเห็นตรงกันข้ามคือ เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมโดยเฉลี่ยยังได้กำไร สาเหตุที่ข้อมูลต่างๆเหล่านี้ไม่ตรงกันน่าจะมีสาเหตุมาจาก

1. วิธีการคำนวณ ในบางการศึกษา มีการรวมเอาค่าแรงของเกษตรกรเข้าไปคิดเป็นต้นทุนผลิตด้วย บางการศึกษา มีการคิดค่าเสื่อมต่างๆค่าเสียโอกาส ฯลฯ วิธีการคำนวณที่ต่างกันจึงทำให้ต้นทุนออกมาต่างกัน
2. ขนาดของฟาร์ม ฟาร์มที่มีขนาดใหญ่มีแนวโน้มว่าจะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า ซึ่งอาจเกิดจากประสิทธิภาพในการจัดการฟาร์มดีกว่าฟาร์มขนาดเล็ก
3. ความแปรปรวนของต้นทุนการผลิตในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะราคาอาหารโคนม ซึ่งเป็นต้นทุนประมาณร้อยละ 65-70 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมดจะมีราคาแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่
4. จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจมีความแตกต่างกัน

3.2 อาหาร การให้อาหาร และความต้องการอาหารของโค

วัตถุประสงค์แรกของการให้อาหารโคนมเพื่อให้แม่โคเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำนมแต่ต้องให้อย่างมีประสิทธิภาพและมีกำไรสูงสุด ในการจัดการนี้ต้องปรับปรุงหลักการให้อาหาร และต้องให้กับโคนมพันธุ์ดี มีสุขภาพสมบูรณ์และมีการจัดการอย่างเหมาะสม ซึ่งในการจัดการด้านอาหารไม่สามารถจะดำเนินการเพียงอย่างเดียว หากแต่ต้องผสมผสานทั้งทางด้านเคมี , ชีวะ , ฟิสิกส์ , จุลชีวะ , กายภาพ , ยา , ยีนส์โมดิฟ , คณิตศาสตร์ และทั้งเซลล์ในร่างกาย , พฤติกรรมของสัตว์ และนิเวศวิทยา โดยส่วนประกอบของร่างกายมีสัดส่วนกว้างไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับอายุและระยะทางโภชนาการแสดงตามตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงส่วนประกอบโคและน้ำนม

โค : อายุหรือระยะ ต่างๆ	น้ำหนัก(กก)	น้ำ(%)	ไขมัน(%)	โปรตีน(%)	(%)
ลูกโคแรกคลอด	31.1	74.4	2.5	19.0	4.1
ลูกโคหย่านม	204.5	69.0	9.0	18.0	4.0
แม่โค	500.0	60.0	18.0	17.5	4.5
โคขุน	477.3	53.5	26.0	17.0	3.5
น้ำนม	-	87.7	3.6	3.3	0.8

* 1. เปรียบเทียบส่วนประกอบร่างกายในขณะกระเพาะและลำไส้ว่าง

2. นมโค มี แลคโตส 4.7 %

อาหารสำหรับใช้เลี้ยงโคนม แบ่งตามลักษณะได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(ก) อาหารหยาบ (Roughage) ได้แก่อาหารที่มีเยื่อใยอาหารสูงกว่า 18% ส่วนมากได้จากพวกพืช และเศษเหลือจากพืชต่างๆ เช่น หญ้าสด , หญ้าแห้ง , หญ้าหมัก , ฟางข้าว , ต้นถั่วต่างๆ , เปลือกถั่วต่างๆ , ต้นข้าวโพด , ต้นข้าวฟ่าง , เปลือกสับประรด ฯลฯ

(ข) อาหารข้น (Concentrate) เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเยื่อใยต่ำโดยสามารถย่อยและนำไปใช้ประโยชน์ได้สูง ผลิตจากวัตถุดิบพวกเมล็ดธัญพืชและผลพลอยได้จากโรงงานต่างๆ เช่น กากถั่วเหลือง , กากเมล็ดฝ้าย , กากเมล็ดนุ่น , ข้าวโพด , มันเส้น , รำละเอียด ฯลฯ ใช้เสริมอาหารหยาบ เพื่อให้โคสุขภาพสมบูรณ์เพิ่มผลผลิต ได้แก่ เจริญเติบโตเร็ว และนมสูง

อาหารข้นมีความสำคัญต่อการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยเป็นอย่างมากจากการทดลองของ Professor B.R. Watkin ที่ อ.ส.ค. พบว่าให้โคกินหญ้าสดเพียงอย่างเดียว(เสริมแร่ธาตุ) โคให้นมได้สูงสุดเพียง 9.4 กิโลกรัม ซึ่งในการทดลองนี้ใช้หญ่กินนี้คุณภาพดีเยี่ยม อายุไม่เกิน 30 วัน และปล่อยให้โคแทะเล็มทั้งวัน

วิธีการให้อาหารโคนมมีวิธีการพื้นฐาน 3 วิธี ซึ่งทั้ง 3 วิธีนี้ ให้ผลผลิตสูง ประหยัด ถ้ามีการจัดการได้ถูกต้อง ได้แก่

1. แยกให้อาหารระหว่าง หญ้าแห้ง , ไซเลจ และอาหารข้น
2. แยกให้อาหารหยาบเพียงชนิดเดียว และอาหารข้น
3. ให้อาหารผสมสูตรรวม (TMR)

มีปัจจัยจำนวนมากที่มีผลต่อปริมาณการให้อาหารข้นได้แก่

■ ชนิดของพืชอาหารสัตว์

พืชจำพวกถั่วจะมีโปรตีนและแคลเซียมสูงกว่าพืชอื่นๆ

ข้าวโพดหมักมีโปรตีนและแร่ธาตุต่ำมีพลังสูง

■ ปริมาณของพืชอาหารสัตว์ที่กิน

มีผลกระทบต่องานโภชนาศาสตร์ในการคำนวณสูตรอาหารข้น

พืชอาหารสัตว์ที่ถูกกินหลายครั้งมีคุณภาพไม่แน่นอน

■ ปริมาณนมและส่วนประกอบ

ความเข้มข้นของสารอาหารเช่นโปรตีนมีความต้องการแตกต่างกันในแต่ละฝูง

การให้อาหารที่ต่างชนิดกันในโคแต่ละตัว ปฏิบัติได้ยาก

การจัดการที่สามารถทำได้คือ

- แบ่งชนิดของ TMR และใช้คอมพิวเตอร์จ่ายอาหาร
 - เพิ่มอาหารสำหรับโคนมมาก
 - ในบางครั้งโคให้นมมากต้องการอาหารที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าโคให้นมน้อย
- โดยเฉพาะการใช้ร่วมกับข้าวโพดหมักคุณภาพดี

-บางครั้งโคให้นมสูงต้องการอาหารที่มีความเข้มข้นสูง โดยเฉพาะในการใช้ร่วมกับพืชตระกูลถั่ว

- โคที่ให้นมมีไขมันและโซลิดสูงต้องการอาหารชั้นมากขึ้น

ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายอาหารชั้นสำหรับโครีดนมจะขึ้นกับปัจจัยหลัก 2 อย่าง คือ

- ปริมาณโปรตีนในอาหารหยาบ
- ระดับการให้นมของฝูงโคนม

ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญในการประมาณการในการตัดสินใจซื้อวัตถุดิบอาหารชั้น การคำนวณอาหารนั้นคำนวณจากส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ซึ่งอาจจะ ได้จากการนำวัตถุดิบที่ใช้ซึ่งอาจจะได้จากการนำวัตถุดิบไปวิเคราะห์หรือประมาณค่า

ทั้งนี้กระเพาะผ้าชีวหรือ กระเพาะหมัก (Rumen) ในโคนม จะเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ (แบคทีเรีย และ โปรโตซัว) แรกสลายอาหาร อาหาร(หญ้า , หญ้าแห้ง , พืชหมัก , อาหารผสม , น้ำ และน้ำลาย) เป็นแหล่งอาหารให้แบคทีเรียและโปรโตซัว จะเปลี่ยนแป้ง(แป้ง,เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส) เป็นกรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acid VFAs) ซึ่งจะถูกผนังกระเพาะดูดซึมไปใช้เป็นพลังงานหลักของโค แบคทีเรียจะย่อย โปรตีนเป็น กรดคีโต (keto acid) และกรดอะมิโน (amino acid) จุลินทรีย์จะใช้แอมโมเนียและกรดคีโตสร้างเป็นโปรตีนสำหรับเจริญเติบโตหลังจากนั้นจุลินทรีย์เหล่านี้จะถูกโคย่อยเป็นอาหารอีกทีหนึ่ง ส่วน แร่ธาตุ , เกลือ , บัฟเฟอร์ และ เยื่อใยที่มีความสำคัญในการช่วยควบคุม ph ในกระเพาะหมัก ซึ่งช่วยให้แบคทีเรียและ โปรโตซัว ย่อยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ที่ ph 6.0 – 7.0 อาหารที่มีเยื่อใยสูงจะให้ไขมันสูงแบคทีเรียย่อยแป้ง , น้ำตาล , อาหาร ที่มีเมล็ดธัญพืชสูง ที่ ph 5.3 – 6.0 อาหารที่มีแป้งมากจะให้ไขมันที่มีไขมันต่ำ อาหารที่มีอาหารหยาบคุณภาพดี (หญ้าแห้งและข้าวโพดหมัก) จึงมีความจำเป็นเพื่อให้ไขมันสูงกว่า 3.5% ซึ่งอาหารจะถูกย่อยในกระเพาะหมัก 60 – 90 %

3.2.1 ปัญหาด้านสุขภาพจากการให้อาหาร

ในระบบการให้อาหารที่ใช้เลี้ยงโคนมในประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงในระบบปล่อยแปลง ยืนโรง หรือแบบปล่อยอิสระ วิธีที่นิยมคือการให้อาหารหยาบกับอาหารชั้นแยกจากกันเป็นมื้อๆ โดยจะให้อาหารชั้นในช่วงเช้ามีดก่อนรีดนม หรือขณะรีดนม หลังจากนั้นจึงจะเป็นอาหารหยาบและอาจจะมีการให้อาหารชั้นอีก 2 – 3 ครั้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการอาหารชั้นในแต่ละวันการให้อาหารหยาบจะมีการเติมให้เมื่อเริ่มหมด ในการให้อาหารแบบนี้จะไม่ได้ผลดีกับโคที่ให้นมไม่มากนักเพราะมีการให้อาหารชั้นในปริมาณที่น้อยหรือในกรณีที่ฟาร์มสามารถจัดหาอาหารหยาบคุณภาพดีให้ได้กินได้อย่างสม่ำเสมอประสิทธิภาพในการย่อยอาหารและนำไปใช้จะไม่ถูกรบกวนจากการให้อาหารแบบนี้แต่ถ้าโคนมมีความสามารถในการให้นมสูงขึ้นปริมาณของอาหารชั้นจำเป็นต้องให้สูงขึ้นเพื่อให้มีสารอาหารมากเพียงพอที่โคนมจะนำไปใช้ในการสร้างน้ำนม โดยเฉพาะในฟาร์มที่มีการจัดการอาหารหยาบที่ไม่ดีพอ เช่น ไม่สามารถจัดหาอาหารหยาบคุณภาพดี

ภาพดีให้โคนมกินได้ตลอดปี อาหารหยาบมีคุณภาพต่ำ เช่น ฟางข้าว อาหารหยาบมีไม่เพียงพอ ทำให้มีปริมาณอาหารชั้น ก็ยังจำเป็นต้องให้มากขึ้นในบางฟาร์มอาจจำเป็นต้องมีการให้อาหารชั้นมากกว่า 60 % ของปริมาณอาหารที่โคกินในแต่ละวัน ซึ่งที่ระดับนี้ถือว่าเป็นจุดวิกฤติของระบบการย่อยอาหารในกระเพาะผ้าชีวรี่ของโคนม เนื่องจากปริมาณอาหารชั้นที่เพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดต่างในร่างกายซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียดังนี้

1. ความเป็นกรดต่างในกระเพาะผ้าชีวรี่จะเปลี่ยนไป โดยปกติค่า pH ในกระเพาะผ้าชีวรี่ของโคนมที่กินอาหารปกติ จะอยู่ในช่วงระหว่าง 6 ถึง 6.5 ความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลเสียต่อระบบการย่อยอาหารของโคนมโดยเฉพาะการย่อยอาหารหยาบจะลดประสิทธิภาพลง พบว่าถ้า pH ลดลงจาก 6.6 ไปเป็น 5.9 ถึง 6.2 ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารจะลดลงตั้งแต่ 5.8 ถึง 10.4%

2. สุขภาพของสัตว์เสื่อมลง ในสภาพความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้สัตว์อยู่ในสภาวะร่างกายเป็นกรด เนื่องจากการสะสมของกรดไขมันที่มีความเป็นกรดสูงในร่างกายเป็นจำนวนมากทำให้ระบบการรักษาความเป็นกรด-ด่างในร่างกายสูญเสียไป เป็นสาเหตุให้สัตว์ป่วยและอาจตายได้นอกจากนี้อาจมีผลข้างเคียงไปทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนเช่นอาการตับอักเสบ

3. ปริมาณไขมันนมจะลดลงอันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของกรดไขมันระเหยได้ที่โคนมใช้สร้างไขมันมีปริมาณลดลง

จากผลเสียทั้ง 3 ข้อ ที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้มีการแก้ไขเพื่อลดการสูญเสียที่เกิดขึ้น จึงมีผู้นำเอาการให้อาหารในรูปของอาหารสำเร็จมาใช้ และได้พบว่าสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งอาหารลักษณะนี้ ได้มีการนำมาใช้เลี้ยงโคนมในประเทศต่างๆ เป็นเวลายาวนานมากกว่า 20 ปี ปัญหาที่สำคัญที่ทำให้โคให้นมน้อยคือโคกินอาหารไม่พอดังนั้น³ ดังนั้นควรให้อาหารแก่โคบ่อยๆเมื่อโคต้องการกิน ผลจากการวิจัยในฟาร์มพบว่าโคให้นมมาก ต้องการกินอาหารหลังรีดนม และโคจะกินอาหาร 65 – 70 % ในเวลากลางวัน

3.3 ระบบการให้อาหารผสมรวม

อาหารสูตรผสมรวม(TMR -Total Mixed Ration หรือ Complete ration) เป็นส่วนผสมของวัตถุดิบอาหารสัตว์คำนวณให้พอต่อความต้องการ ของโค ซึ่งจะให้โคกินเต็มที่ถ้ามีการจัดสัดส่วนและมีการผสมที่เหมาะสมแล้ว ระบบนี้มีข้อดีหลายประการ ดังนี้

1. ในการกินแต่ละคำจะมีส่วนประกอบอาหารครบถ้วนสมดุล ซึ่งจะช่วยป้องกันการเลือกกินของโคที่เป็นสาเหตุไขมันในนมต่ำกรณีกินอาหารชั้นมาก

³ Rick Grant and Jeff Keown ; Management Dairy Cattle For Comfort and Maximum Intake ,
<http://www.wianr.unl.edu/pubs/dairy/g1256.htm>

2. สามารถใช้วัตถุดิบที่มีความน่ากินต่ำ แต่มีคุณภาพสูงและราคาถูก โดยผสมรวมกับวัตถุดิบอื่นที่มีความน่ากินสูง
3. สามารถเลือกวัตถุดิบได้หลากหลาย ทำให้ได้เปรียบเรื่องต้นทุนและไม่เสี่ยงต่อการขาดแคลน
4. สามารถให้ได้วันละหลายๆครั้งซึ่งจะทำให้ pH ในกระเพาะหมัก คงที่ประสิทธิภาพการย่อยเพิ่มขึ้น
5. ความต้องการกินอาหารช่วงรีดนมหมดไป ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายในระบบลำเลียงเมล็ดธัญพืช , เครื่องลัดฝุ่น , และเครื่องทำความสะอาดเมล็ด และทำให้การรีดนมได้เร็วขึ้น เพราะไม่ต้องรอให้โคกินเมล็ดธัญพืชหมดก่อนในโคให้นมมาก
6. ลดค่าใช้จ่ายโรงเรือนและอุปกรณ์ให้อาหาร จากการที่สามารถจ่ายอาหารได้ตลอดวัน จึงลดพื้นที่อาหารสำหรับโคลงได้

ปัจจัยที่จะให้อาหารผสมรวมได้สำเร็จ ได้แก่ การให้อาหารหลากหลายชนิด , การจัดกลุ่มโคตามผลผลิต , การเสริมอาหารสำหรับโคยืนโรง และการจัดการที่นอนที่ให้อาหารที่เหมาะสม โดยการให้อาหารสูตรผสมรวมขยายต่ออย่างต่อเนื่องในฟาร์มโคนม ปี 1993 Hoard's Dairy รายงานว่า ในฟาร์มโคนมใช้ระบบนี้ ถึง 29.2 % ในการใช้ระบบการให้อาหารแบบผสมรวม ควรจะสำรวจโดยตั้งคำถาม (1) ขนาดฟาร์มเหมาะสมหรือยัง (2) ขนาดฟาร์มที่จะให้ประโยชน์สูงสุดเป็นฟาร์มขนาดไหน (3) ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นหลังจากเปลี่ยนเป็นระบบอาหารรวมได้เท่าไร จากการสำรวจพบว่า

ฟาร์มที่มีโคน้อยกว่า 100 ตัว ยากในการที่จะจัดการที่เหมาะสมในระบบการให้อาหารผสมรวม แต่สามารถลดค่าใช้จ่ายได้โดยออกแบบโรงเรือนใหม่และเครื่องมือที่ใช้แล้ว

ฟาร์มที่มีโคน้อยกว่า 200 ตัว จะเป็นฟาร์มที่ดีที่สุดค่าใช้จ่ายต่ำสุดสำหรับระบบการให้อาหารระบบนี้ ซึ่งมีต้นทุนที่ตัวละ 52,000 บาท (คิด 40 บาทต่อดอลลาร์)

สำหรับฟาร์มที่มีขนาดใหญ่กว่า 300 ตัว พบว่าต้องเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น

อย่างไรก็ตามฟาร์มที่มีขนาดโคมากกว่า 200 ตัว มีความเหมาะสมในการใช้ระบบอาหารผสมรวมนี้ แต่การใช้ระบบนี้ยังมีจำกัดดังนี้

1. เครื่องผสมชนิดเคลื่อนที่ได้ หรือตั้งอยู่กับที่กับอุปกรณ์ฟ่งต่างๆ เช่น เครื่องขัง เครื่องลำเลียง มีราคาแพง
2. ต้องจัดกลุ่มโคตามผลผลิต เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพ สูงสุด
3. ระบบนี้อาจไม่เหมาะในบางฟาร์ม ซึ่งเป็นเพราะตัวโรงเรือนขนาดฟาร์มที่เล็กไม่สามารถแยกประเภทโคได้ รวมทั้งผสมอาหารแต่ละสูตรได้น้อยเกินไป
4. ในช่วงเริ่มต้นโคจะเข้ารีดนมยาก ต้องใช้เวลาปรับสภาพ 2 – 3 สัปดาห์
5. หญ้าแห้งฟ่อนหรือฟางยาวๆ ผสมยากต้องสับซึ่งต้องเพิ่มแรงงาน

เครื่องผสม TMR เป็นส่วนหนึ่งในความสมดุลของระบบการให้อาหารผสมรวมจากการคำนวณสัดส่วนที่สมดุลหมายถึง การให้อาหารด้วยปริมาณของพลังงาน , โปรตีนและแร่ธาตุ ที่เหมาะสม ซึ่งการให้อาหารผสมรวมนี้จะทำให้ได้ผลผลิตสูงสุดจากส่วนผสมที่สำคัญ คือ ไซเลจหญ้าแห้งเมล็ดธัญพืช และ วัตถุดิบอื่นๆ เครื่องผสมจะคลุกเคล้าวัตถุดิบให้เข้ากัน ทำให้สามารถใช้เศษวัสดุเหลือใช้ต่างๆที่มีพลังงานและโปรตีนสูง เช่น วัสดุเหลือใช้จากมะเขือเทศ เมล็ดฝ้ายและอื่นๆ ถึงแม้เศษวัสดุบางตัวไม่มีความน่ากินแต่เมื่อผสมรวมแล้วโคจะกินได้ทั้งหมด⁴ เศษวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมเยื่อใยจะเรียกรวมกันว่า “Co products” เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูงในขณะที่มีราคาต่ำเหมาะสำหรับเป็นอาหารสำหรับโคนม

⁵การใช้เศษวัสดุเป็นอาหารโคนมมีประโยชน์อย่างน้อย 2 ประการคือ

1. สามารถช่วยลดต้นทุนด้านอาหารสัตว์ทั้งนี้ขึ้นกับราคาเศษวัสดุนั้นๆ
2. ช่วยลดมลภาวะจากการทิ้งเศษวัสดุนั้นๆ

ดังนั้นถ้านำระบบการให้อาหารผสมรวมมาใช้สามารถสรุปเป็น 2 ส่วนที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ

1. การคำนวณสูตรอาหารผสมให้เหมาะสมสำหรับโคซึ่งมีความจำเป็นต้องคำนวณให้เหมาะสมในโคแต่ละกลุ่มที่แบ่งไว้ เพราะหากโภชนาไม่เพียงพอโคจะให้ผลผลิตน้อยลงและมีผลต่อสุขภาพด้านอื่นๆ เนื่องจากต้องดึงธาตุอาหารจากร่างกายมาผลิตเป็นน้ำนม
2. เครื่องจักรอุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ เครื่องผสม , เครื่องจ่าย นอกจากนี้ยังต้องมีส่วนประกอบอื่นที่จำเป็นได้แก่เครื่องเก็บเกี่ยว เครื่องสับ,ระบบลำเลียงเข้า-ออกเครื่องผสม ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบอุปกรณ์เหล่านี้ครบวงจร

3.4 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องจักรในระบบการให้อาหาร TMR

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้กับระบบการให้อาหาร TMR นี้จะเกี่ยวข้องกับเครื่องมือเตรียมอาหารหยาบ และเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR สำหรับเครื่องที่ใช้ในต่างประเทศจะมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 เครื่องตัดและสับต้นข้าวโพดหรือพืชอาหารหยาบ

เครื่องที่ใช้กันอยู่จะมีหลายยี่ห้อเช่น TAARUP, JF, New Holland ฯ จะใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดมากกว่า 90 แรงม้าขึ้นไป สามารถตัดต้นข้าวโพดหรือพืชอาหารหยาบและลำเลียง

⁴ J.W. Schroeder ; By . products and Regionally Available Alternative Feedstuffs for Dairy Cattle ; <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/dairy/dairyext/byprobul.htm>, p.1

⁵ Donna M.Amaral-Phillips and R.W.Hemken ; Using Byproducts to Feed Dairy Cattle ; <http://www/ea.uky.edu/agc/pubs/asc/asc136.htm> ,p.1

ผ่านชุด chop ในตัวเครื่องเดียวกัน (ขนาดที่สับ 0.5 – 1.5 นิ้ว) โดยมีกลไกแตกต่างกันตามแต่ละบริษัท ซึ่งพืชอาหารหยาบที่ตัดและสับจังหวะที่สองนี้จะถูกนำมาให้โคนมกินสด หรือนำมาผสมเป็นส่วนอาหารหยาบของอาหาร TMR ก็ได้ สามารถแสดงเครื่องตัดสับข้าวโพด หรือ forage harvester ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องตัดและสับข้าวโพดที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กแบบ single row harvester ใช้ใน ฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่



รูปที่ 3.2 แสดงเครื่องตัดและสับข้าวโพดที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กแบบ double row harvester ใช้ในฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่

นอกจากนี้ยังมีเครื่องเก็บเกี่ยวที่มีลักษณะการตัดแบบจังหวะเดียว single chop โดยใช้ใบมีดแบบ flail ที่ใช้หลักการแบบกระแทกตี (Impact cutting) สามารถเก็บเกี่ยวพืชอาหารหยาบเลี้ยงสัตว์อย่างอื่นเช่น หญ้ารูซี่ หญ้าขน หญ้าเนเปียร์ฯ ได้ ปัจจุบันเครื่องต้นแบบลักษณะนี้ทั้งที่เป็นแบบ chop จังหวะเดียวและแบบ chop 2 จังหวะที่ใช้กันในต่างประเทศแสดงดังรูป 3.3 และได้มีการนำมอลอกแบบและดัดแปลงสำหรับเครื่องที่ใช้การ chop แบบจังหวะเดียวเพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ที่ผลิตโดย อู่ช่างอ่อง โรงงานศุภชัย ฯ ล ฯ โดยทำขายกันในราคา 37,000-40000 บาทสำหรับเครื่องเล็กที่เหมาะสมกับแทรคเตอร์ขนาดเล็ก และราคา 75,000-80,000 บาทสำหรับแทรคเตอร์ขนาด 60 แรงม้าขึ้นไปแสดงดังรูปที่ 3.4

อย่างไรก็ตามการตัดแบบกระแทกตีจะเหมาะสำหรับการตัดและสับจังหวะเดียวที่ใช้กับพืชจำพวกหญ้า แต่ยังมีข้อจำกัดคือขนาดชิ้นพืชที่สับมีความไม่แน่นอนสูงมากถ้าใช้การตัดจังหวะเดียวดังรูปที่ 3.4 รวมถึงไม่สามารถนำมาใช้ในการตัดและ chop ต้นข้าวโพดที่จะนำมาทำเป็นอาหาร TMR เนื่องจาก ในขณะที่ตัดต้นข้าวโพดจะล้มทำให้มีการสูญเสียสูง และมีขนาดไม่สม่ำเสมอ

สำหรับการตัดสับแบบอยู่กับที่ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมหลายรายก็ได้้นำเครื่องที่มีลักษณะดังรูปที่ 3.5 ไปใช้ในกิจกรรมการให้อาหารหยาบในฟาร์ม โดยเครื่องลักษณะเช่นนี้จะใช้คนคอยป้อนพืชสับสดเข้าไป มีลักษณะการทำเป็นชิ้นย่อยแบบหั่นสับ (cut and shear) ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์เล็กก็ได้ โดยมีผู้ประกอบการหลายรายผลิตจำหน่ายแก่ผู้ใช้ เช่น โรงกลึงศุภชัย นำเฮง เค แมชีนเนอรี ฯ ล ฯ



รูปที่ 3.3 แสดง chopper แบบตัด 2 จังหวะที่ผลิตในประเทศเดนมาร์กที่ใช้ในฟาร์มโคนมทั่วไป โดยใช้ต้นกำลังจากแทรคเตอร์ขนาดใหญ่



รูปที่ 3.4 แสดง chopper แบบตัดจังหวะเดียวที่ผลิตในประเทศ



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องหั่นสับแบบอยู่กับที่ของโรงกลึงศุภชัย ใช้กำลังจากมอเตอร์ 3 แรงม้าขึ้นไป

3.4.2 เครื่องผสมและจ่ายอาหาร

เครื่องผสมและจ่ายอาหาร หรือ Feed Mixing Wagon นี้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์หรือแบบใช้เครื่องยนต์ขับเคลื่อนด้วยตัวเองสำหรับการนำไปใช้ต้องมีวิธีการที่เหมาะสมกับสถานะของฟาร์มในการนำวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารรวมผ่านเข้าอุปกรณ์นี้ก่อนที่จะนำไปให้โคนมกิน โดยระบบการเลี้ยงแบบนี้จะเห็นประสิทธิภาพชัดเจนขึ้น เมื่อโคที่เลี้ยงมีจำนวนหลายตัวและมีศักยภาพการให้นมสูง ตลอดจนประสบปัญหาทางด้านแรงงานหรือค่าแรงงานสูง ทั้งนี้ลักษณะอาหารหยาบที่ใช้ในสูตรอาหารรวมควรมีน้ำหนักแห้งสูง เช่น จากข้าวโพดสับ หญ้าหมักหรือข้าวโพดหมัก (Silage) พืชอาหารสัตว์สับสดหรือแห้งต่างๆ โดยจะต้องมีขนาดชิ้นไม่ควรยาวเกิน (ควรมีการวิจัยขนาดชิ้นของอาหารหยาบที่เหมาะสม เพราะมีผลต่อไขมันในน้ำนม รวมทั้งอาจจะทำให้เครื่องผสมไหลได้ สำหรับพืชอาหารสัตว์ในเขตร้อน)

นอกจากนี้แล้วเครื่องผสมและจ่ายอาหารสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฟาร์มโคนมที่เลี้ยงโคนมที่ยังไม่ให้ผลผลิตเช่น โคนสาวหรือโคนมในช่วงแห้งนม ฯ ที่มีฝูงละหลายตัวโดยการปรับสูตรอาหารสำเร็จให้เหมาะสมกับความต้องการทางโภชนาของโค และสามารถนำรถแทรกเตอร์วิ่งจ่ายอาหารตลอดแนวความยาวของรั้วจ่ายอาหารได้ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการขึ้น ทั้งนี้ลักษณะโรงเรือนต่าง ๆ หรือสภาพฟาร์มจะไม่แตกต่างกันมาก เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะที่มีการเลี้ยงแบบให้อาหารชิ้นกับอาหารหยาบไม่พร้อมกัน โดยโรงเรือนหรือคอกสำหรับจ่ายอาหารต้องมีความกว้างระหว่างรางจ่ายอาหาร หรือบริเวณที่รถแทรกเตอร์สามารถวิ่งจ่ายอาหารได้อย่างสะดวก สามารถแสดงการจ่ายอาหารของ Feed Mixing Wagon ที่ลักษณะการเลี้ยงแบบ Loose housing กรณีที่แยกโรงเรือนหรือคอกสำหรับกินอาหารออกจากโรงนอนหรือพักผ่อนซึ่งอาจเป็นรางคู้หรือเดี่ยวก็ได้ โดยเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศราคามากกว่า ล้านบาท ใช้งานประจำที่สถาบันพัฒนา ฝึกอบรมและวิจัยโคนมแห่งชาติที่ จ.เชียงใหม่ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของเครื่องผสมและจ่ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ในการนำอาหารหยาบไปให้โคกินนี้ต้องมีการเพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางโภชนาสูงคืออาหารข้น โดยการทำเป็นอาหารแบบสูตรสำเร็จซึ่งการผสมและจ่ายลงไปในรางจ่ายอาหารก็แตกต่างกันไปตามระบบการให้อาหาร แต่ถ้าไม่จ่ายอาหารเป็นแบบอาหารรวมคือจ่ายอาหารหยาบและอาหารข้นไม่พร้อมกันก็สามารถใช้ Feed Mixing Wagon เป็นอุปกรณ์ช่วยจ่ายอาหารข้นอย่างเดียวได้

สำหรับเครื่องผสมและจ่ายที่ใช้กันในประเทศมีหลายบริษัทเป็นผู้ผลิต เช่น ยี่ห้อ Taarup , Knight, GEHL ฯลฯ ส่วนใหญ่จะมีราคาใกล้เคียงกันโดยแปรผันตามขนาด มีกลไกการคลุกเคล้าและจ่ายที่แตกต่างกัน มีทั้งแบบที่ใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ 90 แรงม้าขึ้นไปแสดงดังรูปที่ 3.7 และ 3.8 ส่วนแบบขับเคลื่อนด้วยตัวเองใช้เครื่องยนต์ไม่ต่ำกว่า 20 แรงม้าหรือแบบเทรลเลอร์ติดรถบรรทุก (Truck mount mixer) แสดงดังรูปที่ 3.9 และแบบผสมอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์ หรือ เครื่องยนต์ ทั้งนี้ความสามารถในการผสมและจ่ายต่อ batch (Mixing capacity) ส่วนใหญ่จะมีความจุไม่ต่ำกว่า 80 ลูกบาศก์ฟุต ซึ่งความหนาแน่นของอาหาร TMR ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 15 -18 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต โดยคำนวณจากพื้นฐาน 70 % อาหารหยาบ (Haylage หรือ ข้าวโพดหมัก) และ 30 % อาหารข้น (ความชื้นสูง) ทั้งนี้ Capacity ของเครื่องผสมจากการสำรวจเครื่องและราคาที่ขายกันในตลาดของอเมริกาในปี 1998 พบว่าราคาเครื่องมีความสัมพันธ์กับ mixer capacity : $\text{mixer cost} = 52\$ \times \text{Mixer capacity (ลูกบาศก์ฟุต)} + 8757\$$ ทั้งนี้ mixer capacity มีขนาดเล็กสุดที่ 100 ลูกบาศก์ฟุต นั้นหมายความว่า ถ้ามีการสั่งนำเข้ามายังไม่รวมค่าขนส่งและภาษี ราคาที่ตกไม่ต่ำกว่า 500,000 บาทสำหรับขนาดเล็กสุด



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ ขนาดใหญ่ของบริษัทที่ผลิตในอเมริกา



รูปที่ 3.8 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ที่ใช้กำลังจากแทรกเตอร์ ขนาดใหญ่ของ บริษัทที่ผลิตในเดนมาร์ค



รูปที่ 3.9 แสดงเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR แบบเทรลเลอร์ติดรถบรรทุก (Truck mount mixer)

สำหรับโครงการวิจัยที่ดำเนินงานนี้จะช่วยในการลดการนำเข้าของเครื่องจักรทั้งระบบตั้ง แต่เครื่องตัดสับ เครื่องผสม เครื่องจ่าย ฯ ที่มีมูลค่าหลายล้านบาท ซึ่งทำให้การขาดดุลการค้าอย่างมากและถาวรแล้ว ยังต้องมีการนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และการจัดการฟาร์มของประเทศซึ่งเกษตรกรทำฟาร์มโคนมส่วนใหญ่จะไม่มีความพร้อมทางการลงทุน เช่นต้องใช้แทรกเตอร์ขนาดใหญ่ เหมือนฟาร์มรายใหญ่ อย่างฟาร์มโชคชัย หรือ ซี พี ฯ ถึงแม้ว่าเครื่องที่นำเข้าจะมีมาตรฐานและผ่านกระบวนการทดสอบในระดับสากลก็ตามแต่ก็ยังไม่คุ้มกับการลงทุน สำหรับ การออกแบบ ดัดแปลง ประยุกต์ และสร้างเครื่องจักรกลการเกษตรที่ใช้ในฟาร์มโคนมนั้นส่วนใหญ่ ไม่ได้ใช้เทคโนโลยีในระดับสูงมากผลิต เทคนิคไม่ซับซ้อนมากเหมือนการผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ หรือ เครื่องยนต์ ฯ ทำให้ผู้ออกแบบ ผู้ผลิต ผู้ใช้ สามารถสร้างและปรับใช้เพื่อนำมาเพิ่มประสิทธิภาพของฟาร์มได้ โดยมีหลักคิดที่จะทำอย่างไรให้มีกำไรของน้ำนมต่อทั้งฟาร์มสูงสุดบนฐานที่ต้องลดต้นทุนในขณะที่ฟาร์มมีโคนมฝูงใหญ่ขึ้นของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในประเทศ รวมถึงจะมีผลให้ปริมาณน้ำนมดิบโดยรวมของประเทศสูงขึ้นด้วย

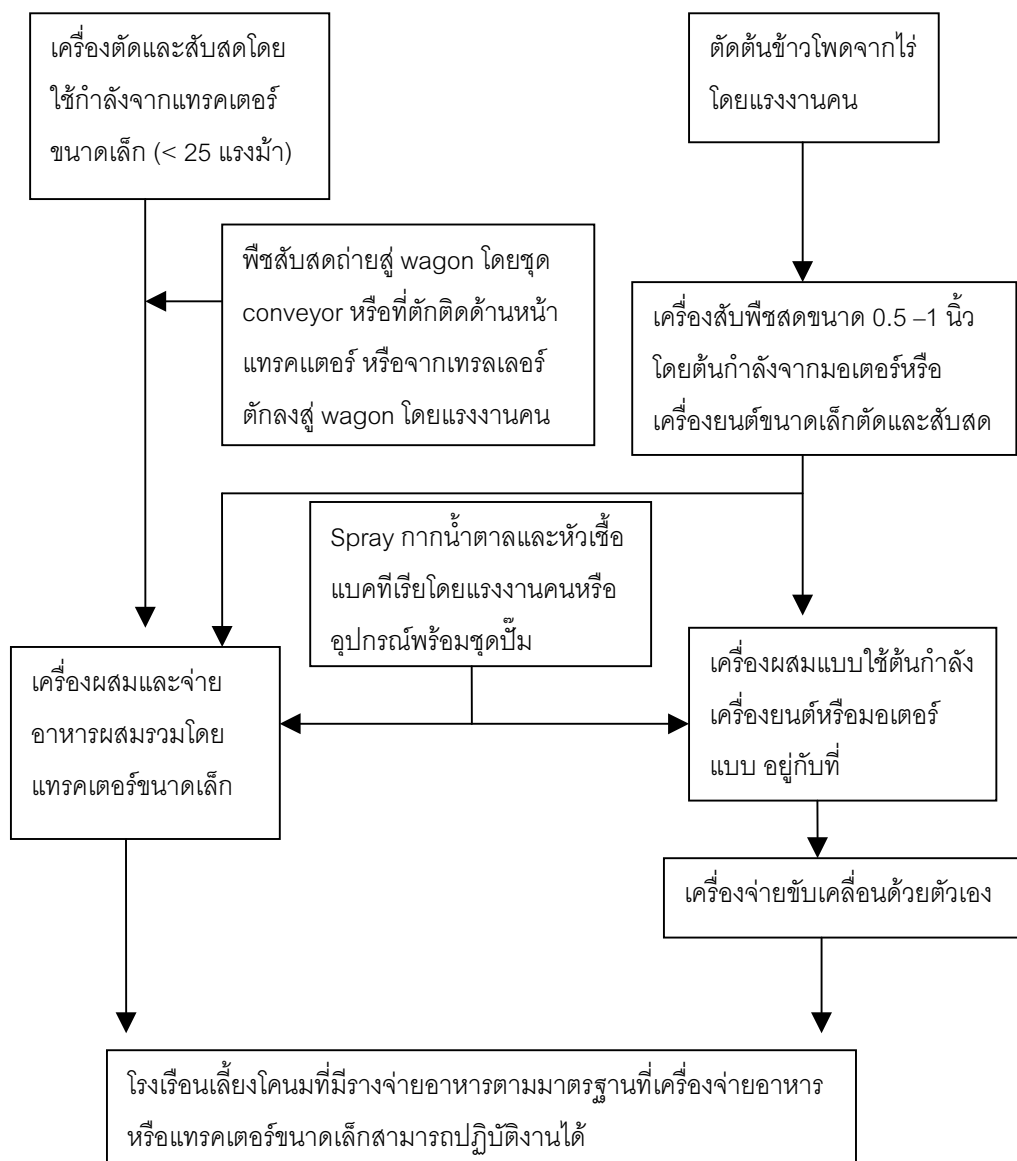
4) วิจัยและอุปกรณ์

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบ ดัดแปลงและสร้างอุปกรณ์ เพื่อใช้ในระบบอาหารผสมรวมในฟาร์มโคนมแบบครบวงจร รวมถึงการทดสอบอุปกรณ์ที่สร้างในระบบอาหารผสมรวม ให้ใช้ได้กับวัตถุดิบหลายชนิดทั้งพืชอาหารสัตว์ เศษวัสดุเหลือใช้ และอาหารชั้น ที่นำมาทำเป็นสูตรอาหารผสมรวมสำหรับฟาร์มโคนมที่ร่วมโครงการ ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องมีวิธีและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการดังนี้

4.1 วิจัย

- 4.1.1 ทดลองกับโคนมที่ APP ฟาร์ม เพื่อปรับสภาพของโคให้เคยชินกับอาหารแบบนี้ก่อนที่เครื่องจะสร้างเสร็จและนำไปทดสอบจริง โดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ในฟาร์มร่วมโครงการ และแรงงานคนเป็นหลักในการเตรียมอาหารส่วนนี้ในช่วงที่เครื่องต่างๆ ที่สร้างในงานวิจัยนี้ยังไม่เสร็จ โดยทดลองอาหารผสมสูตรต่างๆ จากวัสดุต่างกัน ที่ APP ฟาร์มใช้เป็นอาหารโคนมอยู่แล้ว
- 4.1.2 ออกแบบ ดัดแปลงและสร้างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบการให้อาหาร TMR โดยแต่ละหน่วยที่จะใช้ระบบการให้อาหารแบบสูตรผสมรวมนี้ ได้ออกแบบไว้สำหรับฟาร์มที่มีจำนวนโคนมมากกว่า 20 ตัว ที่พบว่าส่วนใหญ่มีต้นทุนกำลังเป็นของตนเอง อย่างไรก็ตาม ฟาร์มที่มีขนาดเล็กกว่าก็สามารถนำระบบการให้อาหารแบบนี้ไปประยุกต์ใช้เฉพาะบางอุปกรณ์ที่เข้าไปเกี่ยวข้องด้วยได้ แสดงดังแผนภูมิที่ 4.1
- 4.1.3 สร้าง อุปกรณ์ และเครื่องสำหรับกระบวนการให้อาหารแบบ TMR สามารถแบ่งเป็นแต่ละหน่วยได้ดังนี้
 - เครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์
 - เครื่องตัดและสับต้นข้าวโพดสดโดยใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก
 - เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR แบบใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก
 - เครื่องผสมและจ่ายอาหารแบบใช้กำลังจากเครื่องยนต์ขนาดเล็ก
- 4.1.4 ทดสอบการใช้งานของเครื่องที่สร้าง
 - ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ ทำที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยทดสอบ power requirement
 - ทดสอบในสภาพการใช้งานจริงในฟาร์มโคนม ในการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ได้สร้างใช้ในระบบอาหารผสมรวม กับสูตรอาหารต่างๆ ที่ทดลองได้ผลดี โดยดูการทำงาน ในรูปของ capacity, power requirement รวมถึงดูแลและบันทึกจุดที่ต้องแก้ไขและปรับปรุงสำหรับการพัฒนาเครื่องรุ่นต่อไป

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงแนวทางการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบอาหารผสมรวมสำหรับ
ฟาร์มขนาดกลางขึ้นไป (วัวรีด > 20 ตัว)



4.2 อุปกรณ์และสถานที่

4.2.1 อุปกรณ์ หรือเครื่องมือกลต่างๆที่ใช้ในการดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องต่างๆ
ในโครงการวิจัยนี้ ใช้อุปกรณ์และสถานที่ของ

- โรงกลึงศุภชัย อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี
- Work shop ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

4.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเครื่องที่สร้างในระดับห้องปฏิบัติการ และใน
ฟาร์มที่ร่วมโครงการ

- Torque pickup ขนาด 3000 μE / 60 kg.m
- Self- balance indicator (load cell indicator)
- Tachometer
- Power meter
- นาฬิกาจับเวลา และตลับเมตร
- ที่ชั่งน้ำหนัก
- คอมพิวเตอร์
- ชิ้นที่เกี่ยวข้องสำหรับการทดสอบการทำงานโดยรวมของการให้อาหารผสมรวม
สำหรับเครื่องจักร อุปกรณ์ทั้งหมดที่สร้าง

5) ผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยของโครงการสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆโดยเริ่มจากการการเลือกใช้สูตรอาหาร การออกแบบ ประยุกต์แนวทางการทำงาน และสร้างเครื่องต่างๆสำหรับระบบการให้อาหาร TMR จนถึงทดสอบ และนำไปใช้จริงที่ฟาร์มร่วมโครงการสามารถแสดงดังนี้

5.1 การทดสอบสูตรอาหารผสมต่างๆ (การปรับตัวของโค และสูตรที่ใช้กับเครื่องที่สร้าง)

เป็นการทดลองใช้อาหาร TMR และทดลองเครื่องจักร ซึ่งเน้นในทางปฏิบัติ ไม่เน้นเจาะลึกด้านโภชนาการ เพื่อให้โคสามารถปรับสภาพการกินได้ จากการทดสอบกับอาหาร TMR ในช่วง 4 เดือนแรกตั้งแต่เริ่มโครงการ โดยใช้แรงงานคนเตรียมอาหาร แสดงลักษณะอาหารขณะโคกินทดลองในช่วงแรกดังรูปที่ 5.1 พบว่าโครีดนมที่นำมาทดลองยังไม่พบความแตกต่างของปริมาณน้ำนมที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง โดยเทียบกับความสามารถในการให้น้ำนมของโคชุดเดียวกันที่เคยกินอาหารแบบแยกการให้อาหารข้น และอาหารหยาบ



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะอาหาร TMR ขณะโคกินทดลองในช่วงแรกของโครงการ

อย่างไรก็ตามการดำเนินโครงการอย่างเต็มรูปแบบโดยใช้เครื่องจักรที่สร้างในงานวิจัยนี้ ได้ใช้สูตรอาหารTMR ที่ได้ทำการปรับลงเหลือเป็น 3 สูตร คือ TMR 1 , TMR 2 และ TMR 3 แสดงดังตาราง โดยใช้วัตถุดิบที่เป็นทั้งอาหารข้น และอาหารหยาบที่ฟาร์มใช้ประจำอยู่แล้ว เริ่มดำเนินการจริงพร้อมกับแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องจักรที่สร้างและทดสอบใช้ทั้งระบบตั้งแต่เดือนที่ 10 เป็นต้นไป ของระยะเวลาโครงการ ซึ่งสูตรอาหาร TMR ทั้ง 3 และสัดส่วนโดยน้ำหนักที่ใช้ในการเตรียมอาหารต่อการจ่ายหรือนำไปใช้ 1 ครั้ง ตั้งแต่ 150 กก. ถึง 300 กก. ต่อการผสม 1 ครั้งแสดงดังนี้

สูตร TMR 1

	ส่วนผสม	%DM	%prot. (DM)	TDN (DM)	ราคา บ./กก.	สัดส่วน (แห้ง)	150 กก.	200 กก.	300 กก.	ตัวละ
1	ยูเรีย	99	260	0	8	0	-	-	-	-
2	ต้นข้าวโพด	25	8	60	1.2	20	71.05	94.74	142.11	14.21
3	อาหารข้น	90	21	70	4.5	60	59.21	78.95	118.42	11.84
4	ต้นถั่วลิสง	90	12	35	2	20	19.74	26.32	39.47	3.95
5	กากน้ำตาล	70	1.5	80	3	0	-	-	-	-
		59.21	16.6	61	3.34	100	150	200	300	30.00

ปริมาณที่ให้กิน 20 - 30 กก./ตัว/วัน

สารที่ได้รับ 20 กก. 11.84 3.32 12.20

สารที่ได้รับ 30 กก. 17.76 4.98 18.30

หมายเหตุ:

1 อาหารข้น:อาหารหยาบ= 60 : 40

2 อาหารหยาบสด : อาหารหยาบแห้ง = 1 : 1

3 อาหารหยาบสดที่ใช้ ได้แก่ ต้นข้าวโพดสด หรือ ต้นข้าวโพดหมัก และยอดอ้อย

4 อาหารหยาบแห้งที่ใช้ ได้แก่ ฟาง หรือ หญ้าแห้ง หรือ เปลือกถั่วลิสง

สูตร TMR 2

	ส่วนผสม	%DM	%prot. (DM)	TDN (DM)	ราคา บ./กก.	สัดส่วน (แห้ง)	150 กก.	200 กก.	300 กก.	ตัวละ
1	ยูเรีย	99	260	0	8	0	-	-	-	-
2	ต้นข้าวโพด	25	8	60	1.2	15	58.27	77.70	116.55	11.65
3	อาหารข้น	90	21	70	4.5	60	64.75	86.33	129.50	12.95
4	ต้นถั่วลิสง	90	12	35	2	25	26.98	35.97	53.96	5.40
5	กากน้ำตาล	70	1.5	80	3	0	-	-	-	-
		64.75	16.8	59.75	3.38	100	150	200	300	30.00

ปริมาณที่ให้กิน 20 - 30 กก./ตัว/วัน

สารที่ได้รับ 20 กก. 12.95 3.36 11.95

สารที่ได้รับ 30 กก. 19.42 5.04 17.93

หมายเหตุ:

1 อาหารข้น:อาหารหยาบ = 60:40

2 อาหารหยาบสด : อาหารหยาบแห้ง = 1 : 1.7

3 อาหารหยาบสดที่ใช้ ได้แก่ ต้นข้าวโพดสด หรือ ต้นข้าวโพดหมัก และยอดอ้อย

4 อาหารหยาบแห้งที่ใช้ ได้แก่ ฟาง หรือ หญ้าแห้ง หรือ เปลือกถั่วลิสง

สูตร TMR 3

	ส่วนผสม	%DM	%prot. (DM)	TDN (DM)	ราคา บ/กก.	สัดส่วน (แห้ง)	150 กก.	200 กก.	300 กก.
1	ยูเรีย	99	260	0	8	0	-	-	-
2	ต้นข้าวโพด	25	8	60	1.2	10	42.86	57.14	85.71
3	อาหารข้น	90	21	70	4.5	60	71.43	95.24	142.86
4	ต้นถั่วลิสง	90	12	35	2	30	35.71	47.62	71.43
5	กากน้ำตาล	70	1.5	80	3	0	-	-	-
		71.43	17	58.5	3.42	100	150	200	300

ปริมาณที่ให้กิน 20 - 30 กก./ตัว/วัน

สารที่ได้รับ 20 กก. 14.29 3.40 11.70

สารที่ได้รับ 30 กก. 21.43 5.10 17.55

หมายเหตุ:

1 อาหารข้น:อาหารหยาบ = 60:40

2 อาหารหยาบสด : อาหารหยาบแห้ง = 1 : 3

3 อาหารหยาบสดที่ใช้ ได้แก่ ต้นข้าวโพดสด หรือ ต้นข้าวโพดหมัก และยอดอ้อย

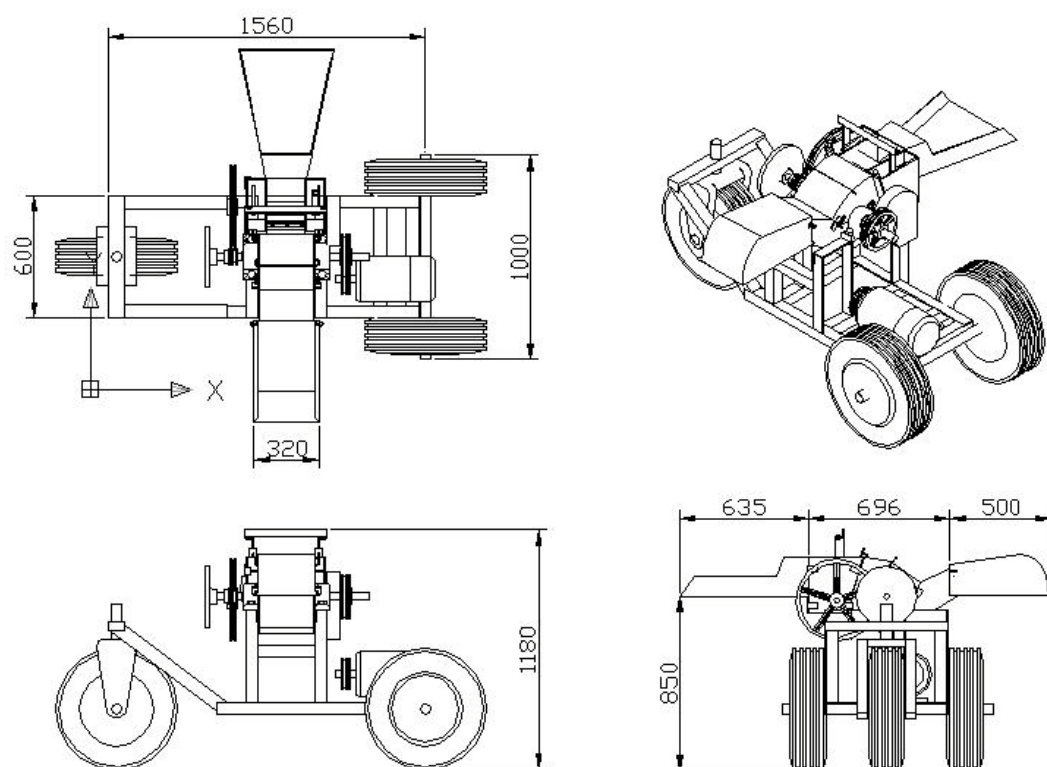
4 อาหารหยาบแห้งที่ใช้ ได้แก่ ฟาง หรือ หญ้าแห้ง หรือ เปลือกถั่วลิสง

5.2 เครื่องตัดและสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่โดยใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์

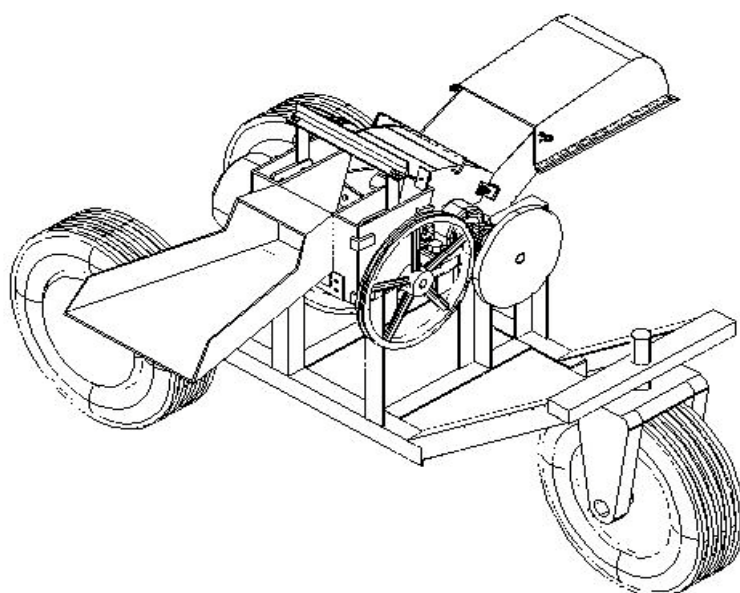
5.2.1 การออกแบบและสร้าง

ต้นพืชอาหารหยาบที่ถูกตัดเป็นต้นจะป้อนเข้าสู่ชุดกงล้อใบมีดสับที่สามารถสับได้ขนาด 0.5 – 2 นิ้ว สามารถปรับขนาดการสับเฉลี่ยได้ ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์น้อยกว่า 5 แรงม้า หรือเครื่องยนต์ขนาดเล็ก เครื่องสับแบบอยู่กับที่ในงานวิจัย ใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูกลำเลียงพืชเข้าใบมีดสับที่ปรับขึ้นลงได้เอง กงล้อใบมีดในแนวนอนเคลื่อนที่เป็นวงกลม และวางเฉียงกับแนวตัดที่สามารถปรับระยะห่างระหว่างเฉียงกับใบมีดตัดได้ทำการสับพืชและพ่นออกด้านหน้า เครื่องตัดและสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ในงานวิจัยนี้เป็นรูปแบบที่สร้างและจำหน่ายโดยโรงกลึงศุภชัย (ผู้ประกอบการร่วมโครงการ) งานวิจัยนี้จะเป็นการทดสอบและออกแบบเพิ่มเติม โดยปรับปรุงเพื่อให้ใช้กับระบบการให้อาหาร TMR สำหรับฟาร์มขนาดเล็กที่ต้องการทำ TMR เอง และมีการเคลื่อนย้ายได้ง่าย เครื่องที่สร้างสามารถแสดงแบบของเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ดังรูป 5.2 และ 5.3

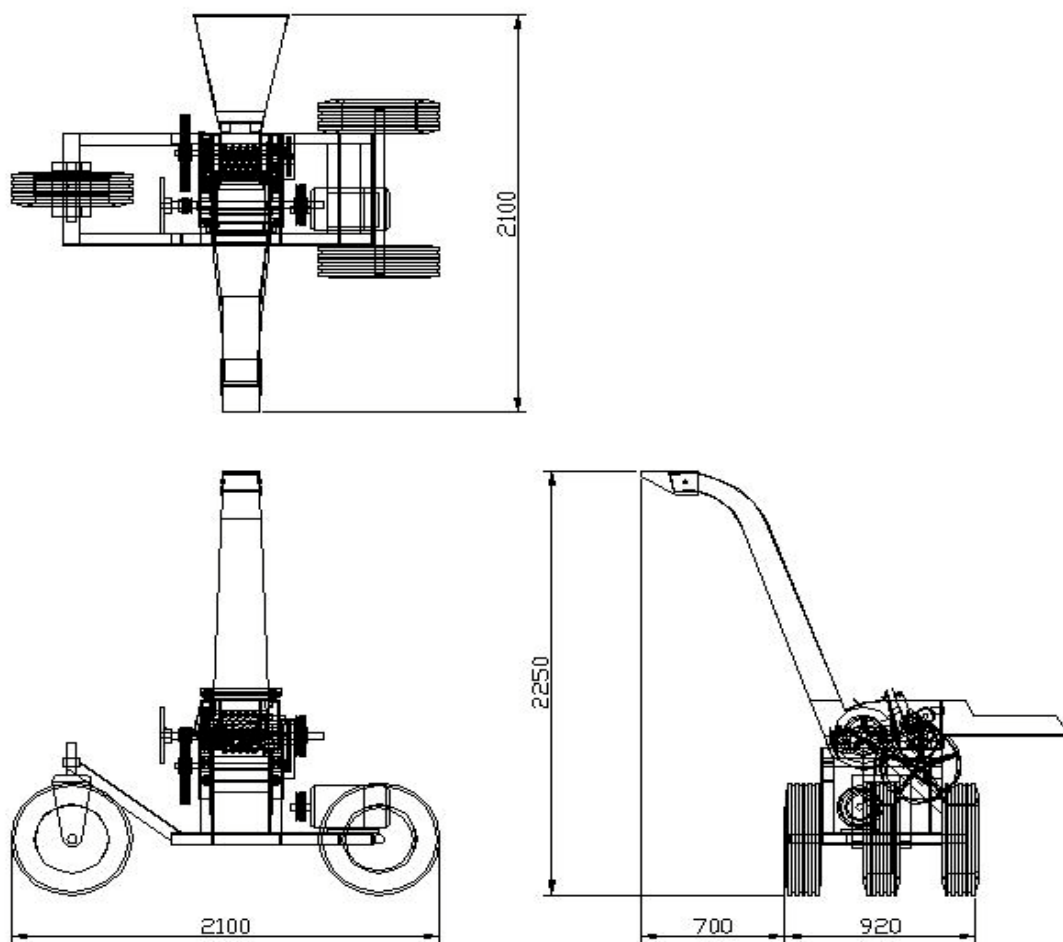
นอกจากนี้โครงการได้ดำเนินการปรับปรุงเครื่อง เพื่อให้พืชอาหารหยาบที่สับแล้วเข้าสู่เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR ได้เลย โดยไม่ต้องใช้แรงงานคนขนถ่ายพืชสับสดเข้าสู่ถังผสมของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR โดยทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะของใบมีดสับและพา รวมถึงปรับปรุงในส่วนของประกับด้านข้างในห้องสับเพื่อให้พ่นจากปล่องเข้าสู่ถังผสมได้ สามารถแสดงแบบแปลนของเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบพ่นดังรูปที่ 5.4 และ 5.5



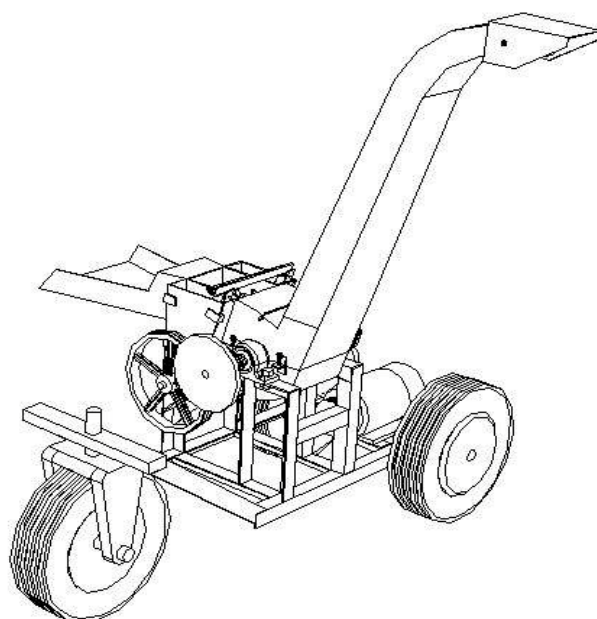
รูปที่ 5.2 แสดงแบบแปลนของเครื่องสับเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ซึ่งกำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ (หน่วย: มิลลิเมตร)



รูปที่ 5.3 แสดงแบบเครื่องสับเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ซึ่งกำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง



รูปที่ 5.4 แสดงแบบแปลนของเครื่องสับฟีดอาหารหยาบแบบพ่นสู่เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR (หน่วย: มิลลิเมตร)



รูปที่ 5.5 แสดงแบบเครื่องสับฟีดอาหารหยาบแบบพ่นอยู่กับใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง

5.2.2 การทดสอบ

เครื่องสับพืชอาหารหยาบที่สร้างเสร็จตามแบบแปลนรูปที่ 5.2 และ 5.3 เมื่อทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่า ใช้ต้นกำลังขับเคลื่อนจากมอเตอร์ 3 เฟส 4 สาย ความเร็วรอบ 1450 rpm ขนาด 3 แรงม้า พบว่าที่ความเร็วรอบใบสับหมุนเฉลี่ย 1120 รอบต่อนาที เครื่องสับใช้กำลังเฉลี่ย 0.90 แรงม้า ส่วนการทดสอบโดยใช้สับพืชสับสด (ข้าวฟ่าง) ที่ความชื้นเฉลี่ย 78.5 % ที่อัตราการป้อนเฉลี่ย 16.2 กิโลกรัมต่อนาที สามารถสับได้ขนาดเฉลี่ย 8 มิลลิเมตร และใช้กำลังขณะปฏิบัติงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.25 แรงม้า ที่ความเร็วรอบของใบสับหมุนเฉลี่ย 1160 รอบต่อนาที ซึ่งการทดสอบแสดงดังรูปที่ 5.6

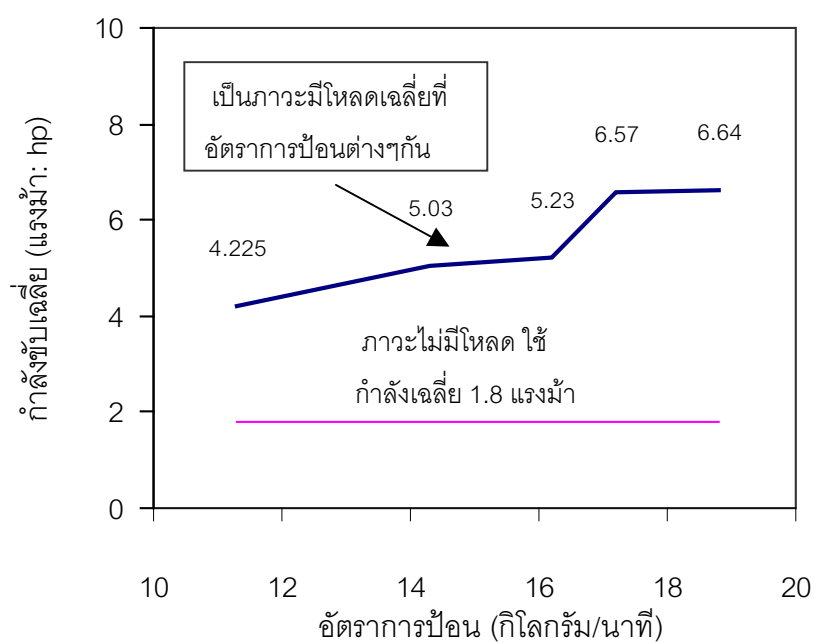


รูปที่ 5.5 แสดงการทดสอบเครื่องสับพืชอาหารหยาบแบบอยู่กับที่ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์หรือเครื่องยนต์ที่สร้าง

ส่วนเครื่องสับพืชอาหารหยาบที่สร้างเสร็จตามแบบแปลนรูปที่ 5.4 และ 5.5 ที่ได้ปรับปรุงต่อมา เพื่อให้พืชอาหารหยาบที่สับแล้วเข้าสู่เครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR เลยโดยไม่ต้องใช้แรงงานคนขนถ่ายพืชสับสดเข้าสู่ถังผสมของเครื่องผสมและจ่ายอาหาร TMR เครื่องที่สร้างใหม่นี้มีการปรับปรุงในส่วนของประกับด้านข้างของห้องสับและใบมีดสับพาพ่นออกจากปล่องให้เข้าสู่ถังผสม ทดสอบโดยใช้กำลังขับเคลื่อนจากมอเตอร์ 3 เฟส 4 สาย ขนาด 10 แรงม้า ดังรูปที่ 5.6 พบว่า เมื่อทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่า เครื่องสับใช้กำลังเฉลี่ยระหว่าง 1.6 – 2.0 แรงม้า ส่วนการทดสอบในภาวะมีโหลดสับข้าวโพด ความชื้นเฉลี่ยประมาณ 75 % โดยเปรียบเทียบที่อัตราการป้อนต่าง ๆ กัน กับกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนขณะปฏิบัติงานเฉลี่ย ที่ความเร็วรอบของใบสับหมุนเฉลี่ย 1400 รอบต่อนาที สามารถสับได้ขนาดเฉลี่ย 8 - 10 มม. สามารถแสดงผลทดสอบดังกราฟรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.6 แสดงการทดสอบเครื่องสับแบบพ่นอยู่กับที่



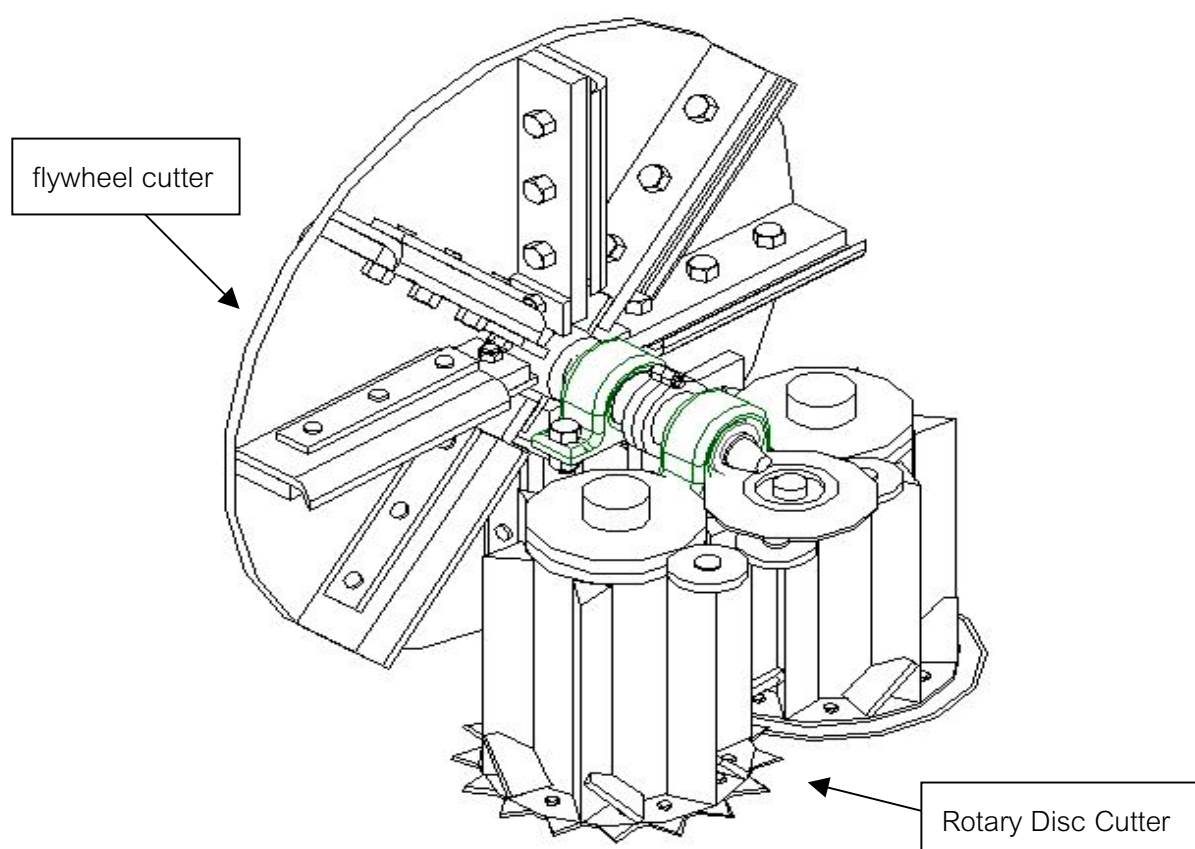
รูปที่ 5.7 ผลการทดสอบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเฉลี่ยที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องสับพืชสดแบบพ่นกับ อัตราการป้อน (กิโลกรัม/นาฬิกา)

5.3 เครื่องตัดสับต้นข้าวโพดแบบแถวเดียวใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก

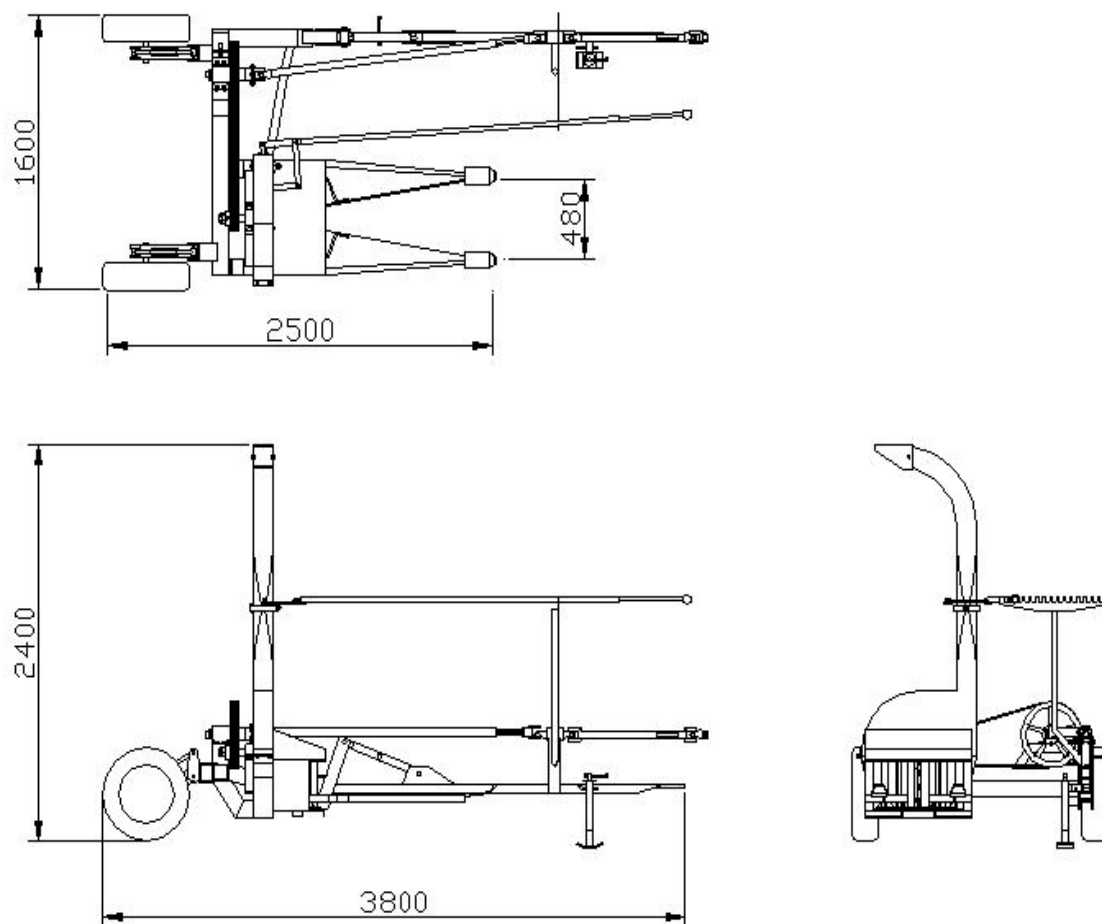
5.3.1 การออกแบบและสร้าง

สำหรับเครื่องตัด และสับต้นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ต้นกำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็กในกระบวนการออกแบบ และสร้างปรับปรุงแก้ไข จะใช้แนวทางออกแบบและดัดแปลงจากเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ เครื่องที่สร้างใช้ต้นกำลังจาก Power Take Off (PTO) แทรกเตอร์ขนาดเล็กขนาดเล็ก 15 - 25 แรงม้าทำงานได้ มีการตัดแบบแถวเดียว การทำงานเริ่มจากการตัดโคนต้นพืชอาหารหยาบ เช่น ข้าวโพดฯ ที่ปลูกเป็นแถว โดยเครื่องสามารถปรับระดับความสูงการตัดได้ มีลักษณะการตัดขาดแบบ Rotary Disc Cutter แสดงหลักการดังรูปที่ 5.8 เมื่อต้นข้าวโพดที่ถูกตัดและป้อนโดยใช้ลูกกลิ้งลำเลียงในแนวตั้ง ผ่านกลไกการสับให้มีขนาดไม่เกิน 1 นิ้วได้ ซึ่งใบมีดสับใช้หลักการแบบ flywheel cutter จำนวน 8 ใบ หมายความว่าใบมีดจะสับได้ประมาณ 11,000 ครั้งใน 1 นาที โดย flywheel cutter จะให้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางข้าวโพดสับพ่นออกทางปล่องพ่นสู่เทลเลอร์ สามารถเรียกชื่อตามการทำงานได้ที่ละแถวปลูกว่า Single Row Harvester สามารถแสดงแบบแปลนเครื่องที่สร้างดังรูปที่ 5.9 และ 5.10

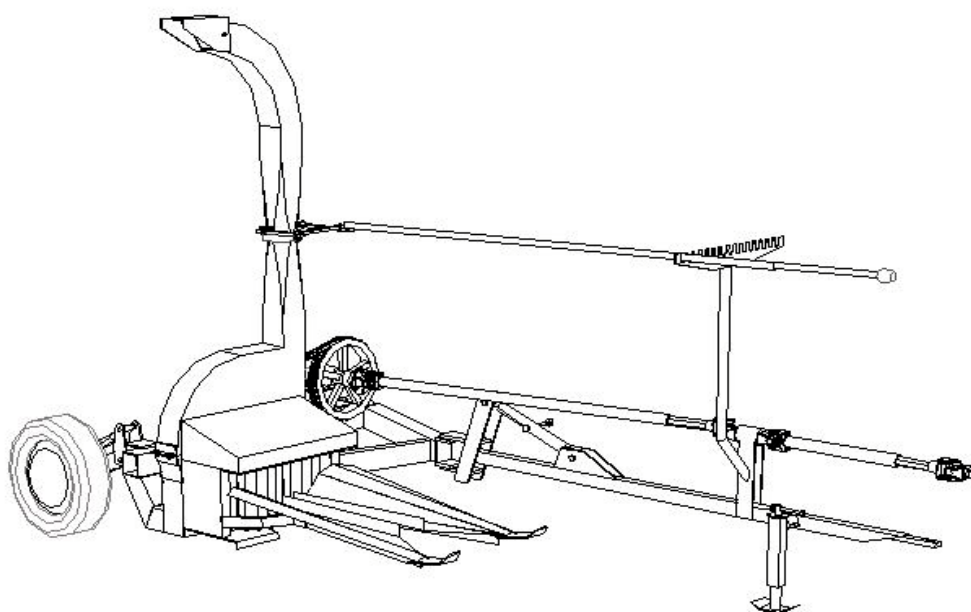
สำหรับการใช้การตัดและลำเลียงต้นข้าวโพดสับสดแบบนี้ คือใบมีดตัดโคนต้นข้าวโพดแบบ rotary อยู่ด้านล่างจะเป็นแบบที่ประหยัดชิ้นส่วนและลดขนาดของเครื่องจักรให้ต้นทุนต่ำลงด้วย



รูปที่ 5.8 แสดงหลักการแบบ Rotary Disc Cutter สำหรับสร้างเครื่อง ตัด และสับต้นข้าวโพดใช้กำลังจากแทรกเตอร์ขนาดเล็ก



รูปที่ 5.9 แสดงแบบแปลนเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพดแบบ Single Row Harvester ที่สร้าง



รูปที่ 5.10 แสดงแบบเครื่องตัด สับ ต้นข้าวโพดแบบ Single Row Harvester ที่สร้าง