



การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค

Study of Factors Affecting the Compression of Urea Molasses Mineral Blocks for Cows

สุกัญญา ทองโยธี^{1*}, ปรีชา จุพันธ์¹, ปากิน วงษ์นาหล้า¹

Sukanya Thongyothee^{1*}, Preecha Chunan¹, Pakin Vongnala¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40000

¹Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Campus Khonkaen, Khonkaen 40000, Thailand

*Corresponding author: Tel: +66-8-1444-0833, E-mail: Sukanya.tn@rmu.ac.th, jelly_to@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและลักษณะทางกายภาพของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค รวมทั้งทดสอบและประเมินผลเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมจากการศึกษากระบวนการผลิตของเกษตรกร พบว่า วัตถุดิบและส่วนผสม ได้แก่ กากน้ำตาล 40 kg รำละเอียด 36 kg แร่ธาตุฟอสฟอรัส 5 kg ปูนซีเมนต์ 10 kg ปูนขาว 4 kg และปุ๋ยยูเรีย 5 kg ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.80 cm ความสูง 9.09 cm น้ำหนัก 2.14 kg Block⁻¹ ค่าการสูญเสียโดยน้ำหนัก 2.72% เกษตรกรสามารถผลิตก้อนแร่ธาตุได้เดือนละ 3,840 Blocks จากนั้นได้ออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ ชุดโครงสร้าง ชุดกระบอกบรรจุ ชุดไฮดรอลิก และชุดต้นกำลัง จากการทดสอบประเมินผลการทำงานของเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค พบว่า เกจวัดแรงดันไฮดรอลิกที่เหมาะสมอยู่ที่ 1,800 psi ใช้เวลาเฉลี่ยในการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุ 91.30 s Block⁻¹ ค่าการสูญเสียโดยน้ำหนัก 1.5% เมื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ในแง่ของการรับจ้างอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมที่ก้อนละ 2 Baht ได้จุดคุ้มทุนที่ 29,606 kg year⁻¹ หรือ 640 Block day⁻¹

คำสำคัญ: กระบวนการผลิต, วัตถุดิบ, ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม

Abstract

The objective of the present research was to study the production process and physical characteristics of Urea Molasses Mineral Blocks for cows. This included the study on factors affecting the compression of Urea Molasses Mineral Blocks for cows, as well as testing and assessing the performance of the compression machine. Based on conventional procedures of farmers, each batch of raw materials consist of 40 kg of molasses, 36 kg of rice bran, 5 kg of mineral premix, 10 kg of cement, 4 kg of lime, and 5 kg of urea fertilizer. The average dimensions of a sample is 12.80 cm in diameter and 9.09 cm in height, with the weight of 2.14 kg Block⁻¹; time for bridging loss is 2.72%. Around 3,840 block month⁻¹ mineral blocks could be produced by farmers. For the machine, it consists of for making the mineral blocks for cows is developed. The structural components of the machine consist of frame-the main structure, filling cylinder, hydraulics system, and power unit. Optimal hydraulic compression force for mineral blocks is noted to be 1,800 psi; the productivity is 91.30 s Block⁻¹ and weight loss is 1.5%. Based on economic evaluation, if the operating cost is 2.0 Baht, the break-even point would be at the production capacity of 29,606 kg year⁻¹ or 640 Block day⁻¹.

Keywords: Production process, Raw materials, Urea Molasses Mineral Blocks

Received: August 5, 2022

Revised: December 21, 2022

Accepted: January 16, 2023

Available online: August 30, 2023

1 บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรหันมาเลี้ยงโคเพื่อการค้ามากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีความรู้ด้านโภชนาการอาหาร เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนตามสภาวะอาหารและความต้องการของโค อาหารจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลี้ยงโค (ชัยพร, 2562) มักพบปัญหาการขาดแคลนอาหารในฤดูแล้ง ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน จะมีการให้หญ้าสดสลับกับหญ้าแห้ง จากเดิมที่ให้เฉพาะหญ้าสดทำให้อาหารมีคุณภาพต่ำ และมีคุณค่าทางอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการของโค ส่งผลให้โคขาดการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตไม่สมบูรณ์ การผลิตก้อนแร่ธาตุคุณภาพสูง UMMB : Urea Molasses Mineral Block เป็นอาหารเสริมช่วยในการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะ ทำให้การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบดีขึ้น เกษตรกรจึงหันมาใช้ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมขายตามท้องตลาด จากการศึกษาก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคขายตามท้องตลาดราคา 45 Baht Block⁻¹ ก้อนละ 2 kg ซึ่งทางศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ตั้งอยู่ที่อำเภอเชียงยืน มีส่วนส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมใช้เอง โดยใช้สูตรแร่ธาตุอาหารเสริม UMMB : Urea Molasses Mineral Block เป็นชนิดก้อนสำหรับให้โคเลี้ยงกินช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร และขดเคี้ยวอาหารที่ขาดในหญ้า ในการผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมใช้เอง เพื่อลดการจัดซื้อก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมขายตามท้องตลาด ในกระบวนการผลิตใช้วิธีนำแร่ธาตุอาหารเสริมลงในบล็อกแล้วอัดให้แน่น และนำก้อนแร่ธาตุที่ได้ไปตากแดดให้แห้งใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ใช้เวลาในกระบวนการผลิตก้อนแร่ธาตุ 150 s Block⁻¹ หรือ 192 day⁻¹ แต่เกษตรกรมีความต้องการก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมเดือนละ 5,000 Block (จักรพรรณ และคณะ, 2555) โดยแขวนก้อนแร่ธาตุให้สัตว์เลี้ยงกินได้ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมไม่เพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกร (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม, 2562)

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวจึงมีแนวคิดศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคให้เพียงพอต่อความต้องการของฟาร์มและเกษตรกร โดยศึกษาส่วนผสมที่มีความเหมาะสม, ความชื้นของส่วนผสมแต่ละอย่าง, กระบวนการผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม และแรงที่ใช้ในการกดต่อการขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน และประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ให้กับกลุ่มสมาชิกเกษตรกรในชุมชน

2 อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาระบวนการผลิต และลักษณะทางกายภาพก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมใช้เอง จากสูตร

UMMB: Urea Molasses Mineral Block ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค ทดสอบและประเมินผลเครื่องอัดก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม โดยมีชุดไฮดรอลิกในการอัดก้อนแร่ธาตุและใช้เกจวัดแรงดันเป็นค่าในการขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุ ซึ่งมีวิธีการและอุปกรณ์ดังนี้

2.1 ศึกษากระบวนการผลิตของเกษตรกร

เพื่อให้ทราบถึง ความสามารถการทำงานของเกษตรกรในการผลิต และลักษณะทางกายภาพของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค โดยศึกษาค่าแรงกดของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคขายตามท้องตลาดเป็นมาตรฐานของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมเพื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมของเกษตรกร และก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมของเครื่องขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค ใช้ตัวอย่างก้อนแร่ธาตุจำนวน 5 ตัวอย่าง ทำการทดสอบ 3 ซ้ำและใช้เกจวัดแรงดันเริ่มค่าที่ 1,500-2,000 psi ในการทดสอบจึงมีรายละเอียดการศึกษาส่วนผสม โดยการนำวัสดุซึ่งน้ำหนักตามสูตรแร่ธาตุอาหารเสริมคือ ส่วนผสมของกากน้ำตาล ยูเรีย และแร่ธาตุเป็นอาหารเสริมที่ทำให้โคมีสุขภาพดีเป็นสูตรที่เหมาะสม ประหยัด หาแหล่งวัตถุดิบง่าย ขั้นตอนการผสมไม่ยุ่งยาก มีรายละเอียดดังนี้ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม, 2562)

กากน้ำตาล เป็นผลพลอยได้จากโรงงานมีความเหนียวไม่ผสมน้ำช่วยผสมส่วนผสมให้เข้ากัน ทั้งยังมีกลิ่นหอมหวาน

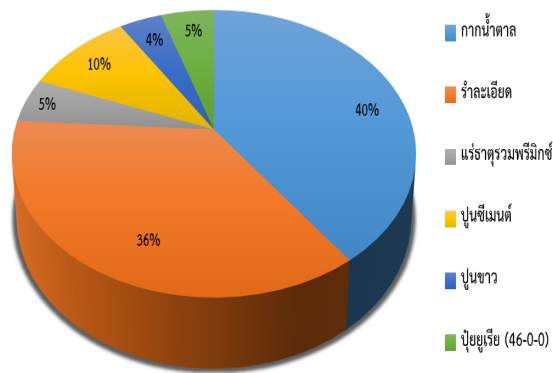
รำละเอียด เป็นตัวดูดซับกากน้ำตาลช่วยให้แข็งตัวเร็วขึ้น มีคุณสมบัติเกาะยึดได้ดี ทำให้อัดก้อนเรียบแน่น และเป็นแหล่งพลังงานเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

แร่ธาตุรวมพรีเม็กซ์ เป็นแร่ธาตุผสมประกอบด้วยแร่ธาตุตามความต้องการของโค

ปูนซีเมนต์ ปูนขาว ใช้เป็นตัวผสมเพื่อให้ส่วนผสมจับตัวเป็นก้อนแข็ง รวมทั้งเป็นแหล่งแร่ธาตุบางตัว เช่น แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม เป็นต้น

ยูเรีย เป็นแหล่งโปรตีนในการให้อาหารยูเรียร่วมกับหญ้าแห้ง วัตถุดิบและอัตราส่วนผสมของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคมีดังนี้ ดัง

1. กากน้ำตาล	จำนวน 40 kg
2. รำละเอียด	จำนวน 36 kg
3. แร่ธาตุรวมพรีเม็กซ์	จำนวน 5 kg
4. ปูนซีเมนต์	จำนวน 10 kg
5. ปูนขาว	จำนวน 4 kg
6. ยูเรีย หรือ ปุ๋ยยูเรีย สูตร (46-0-0)	จำนวน 5 kg



ก) Mixture ratio of Urea Molasses Mineral Blocks

Figure 1 Materials and mixture of Urea Molasses Mineral Blocks



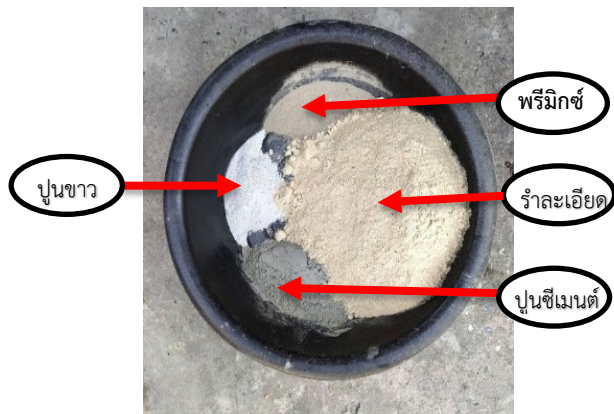
Figure 2 Urea Molasses Mineral Blocks



ข) Weight mixture ratio of Urea Molasses Mineral Blocks



Figure 3 Dimensions of Urea Molasses Mineral Block samples



ค) Mixture ratio of Urea Molasses Mineral Blocks

การทดสอบแรงกด (Compression test) เป็นการทดสอบการตอบสนองของวัสดุเมื่อมีแรงกด (Compression force) มากระทำ การทดสอบแรงกดเป็นวิธีที่ใช้การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analysis) ของวัสดุ โดยการใช้แรงกดหรือแรงอัดในแนวตรง ทำให้วัสดุเปลี่ยนรูปร่าง (Deformation) มีความสูงหรือความยาวหดสั้นเข้าตามทิศทางของแรงที่กระทำ ดังแสดง Figure 4 (Panmanas, 2022) การทดสอบเนื้อสัมผัสด้วยการกดใช้หัววัดที่มีลักษณะเป็นจานแบนกดลงบนตัวอย่าง หัววัดใช้ในการทดสอบมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของตัวอย่าง วางขึ้นทดสอบให้อยู่กึ่งกลางของหัววัดจะใช้หลักการเพิ่มแรง (Force, N) หรือความเค้นกดอย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ จากนั้นวัดค่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Deformation, mm) ซึ่งก่อนแร่ธาตุเป็นวัสดุที่มีความเหนียว เกิดการโป่งพองออกด้านข้างไม่มีการเปราะและแตกหัก ดังแสดง Figure 5



ง) Mixture ratio of Urea Molasses Mineral Blocks

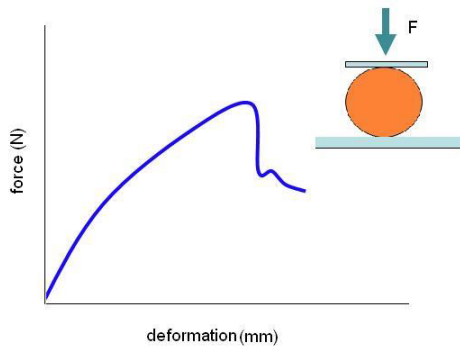


Figure 4 Concept of compression test

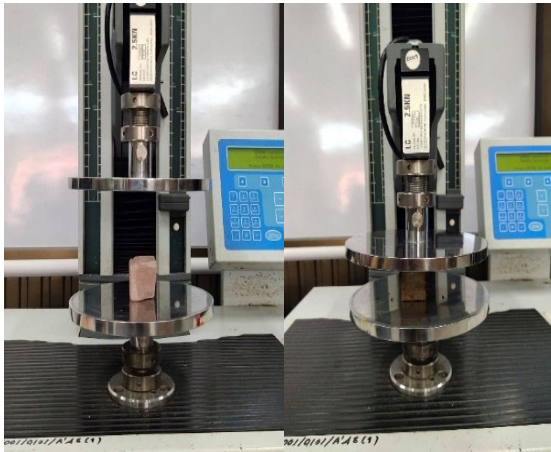


Figure 5 Universal testing of Urea Molasses Mineral Blocks

2.2 การออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค

ได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคของเกษตรกร ทำการออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1) ชุดโครงสร้าง 2) ชุดกระบอบกรู 3) ชุดไฮดรอลิก 4) ชุดต้นกำลัง ดังแสดง Figure 6 และก้อนแร่ธาตุให้มีลักษณะทางกายภาพ และความหนาแน่น โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำหนักรที่ใกล้เคียงกับก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมของเกษตรกร



Figure 6 Mineral briquette production machine

2.3 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ใช้การประเมินจุดคุ้มทุนและระยะเวลาคืนทุนเป็นตัวชี้วัด ซึ่งวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจุดคุ้มทุนรายได้และกำไร และผันแปรไปตามปริมาณการผลิต (กฤษณ์, 2561) โดยคำนวณราคาแรงซื้อของเครื่องและค่าเสื่อมราคา ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร และค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษากระบวนการผลิต

ส่วนผสมโดยน้ำหนักซึ่งน้ำหนัก ตามสูตรแร่ธาตุอาหารเสริม คือ ส่วนผสมของกากน้ำตาล ยูเรีย และแร่ธาตุ เป็นอาหารเสริมที่ทำให้โคมีสุขภาพดี เป็นสูตรที่เหมาะสม ประหยัด หาแหล่งวัตถุดิบง่าย ก้อนแร่ธาตุมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.80 cm ความสูง 9.09 cm และน้ำหนัก 2 kg ความสามารถของเกษตรกร 150 s Block⁻¹ สามารถผลิตก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมได้วันละ 192 Block day⁻¹ หรือ 3,840 Block month⁻¹ ส่วนการอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องใช้เวลาเฉลี่ย

91.30 s ได้ 640 Block day⁻¹ โดยทำงานวันละ 8 h และความสามารถในการทำงาน 80 Block h⁻¹ ดังแสดง Figure 7 เครื่องสามารถขึ้นรูปได้มากกว่าการอัดขึ้นรูปของเกษตรกร

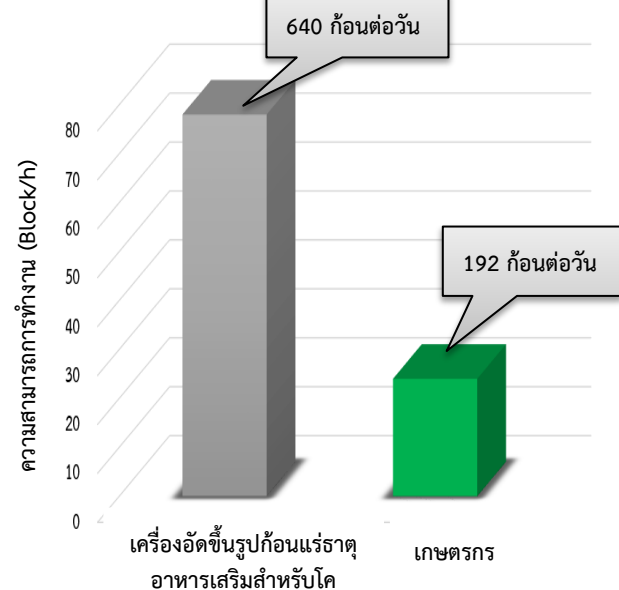


Figure 7 Comparison of results by machine and farmers

3.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริม

สำหรับโคใช้ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมจำนวน 5 ตัวอย่างและค่าแรงจืดแรงดันที่เหมาะสม โดยค่าแรงจืดแรงดัน 1,500-2,000 psi (เพิ่มค่าแรงจืดแรงดันครั้งละ 100 psi) ได้ค่าความแข็งของก้อนแร่ธาตุ 14.14 HB ที่แรงจืดแรงดัน 1,800 psi ค่าที่ได้จากการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกัน

ใกล้เคียงกับค่าที่ขายตามท้องตลาดของบริษัท บิ๊ก เคมีคอล ดังแสดง Figure 8, Table 1, Table 2

Table 1 Hardness of commercial Urea Molasses Mineral Blocks

ก้อนแร่ธาตุ	ค่าความแข็งของก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมขายตามท้องตลาด (HB)
1	14.86
2	14.82
3	14.75
4	14.83
5	14.81
ค่าต่ำสุด	14.77
ค่าสูงสุด	14.86
ค่าเฉลี่ย	14.82

(บริษัท บิ๊ก เคมีคอล จำกัด, 2562)

Table 2 Hardness of Urea Molasses Mineral Blocks of this study

เกจวัดแรงดัน (psi)	ค่าเฉลี่ยความแข็งก้อนแร่ธาตุของเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค (HB)
1,500	8.60
1,600	9.85
1,700	12.16
1,800	14.14
1,900	15.95
2,000	17.89

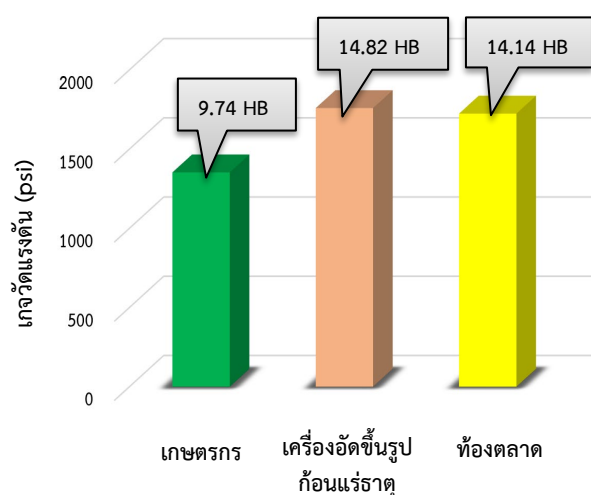


Figure 8 Hardness values of Urea Molasses Mineral Blocks

ผลการศึกษาค่าการสูญเสียการขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุของเครื่องอัดก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค โดยน้ำหนักแร่ธาตุอาหารเสริมก่อนอัด 2 kg พบว่าน้ำหนักก้อนแร่ธาตุหลังอัด 1.97 kg มีค่าการสูญเสียโดยน้ำหนัก 1.5% ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมติดค้าง

ภายในกระบอบบรรจุ และค่าการสูญเสียก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคของเกษตรกรอัดขึ้นรูป มีค่าการสูญเสียโดยน้ำหนัก 2.72% ซึ่งค่าการสูญเสียโดยน้ำหนักการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุของเครื่องจะน้อยกว่าค่าการสูญเสียการอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุของเกษตรกร ดังแสดง Figure 9

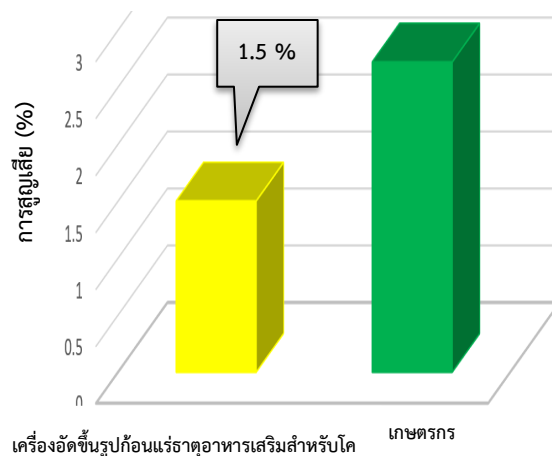


Figure 9 Comparison of Losses of Urea Molasses Mineral Blocks produced by machine and farmers.

3.3 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

โดยคิดราคาค้นทุนเครื่อง 18,100 Baht และค่าเสื่อมราคาของเครื่องพบว่าจะระยะเวลาคืนทุน จากการรับจ้างอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโคก้อนละ 2 Baht สามารถคืนทุนได้ 29,606 kg year⁻¹ หรือ 70 day ดังแสดง Figure 10

จุดคุ้มทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ของเครื่องขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุ

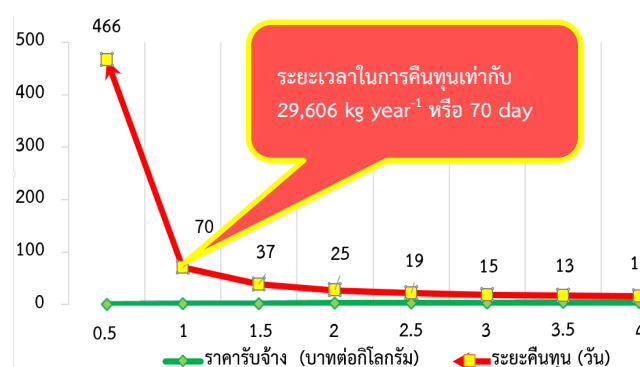


Figure 10 Break even-point

4 สรุป

การศึกษาระบบการผลิตและลักษณะทางกายภาพก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค มีส่วนประกอบของวัตถุดิบและส่วนผสมที่เหมาะสม ผลการทดสอบและประเมินผลเครื่องอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค พบว่าใช้เวลาในการอัดขึ้นรูปเฉลี่ย 91.30 s Block⁻¹ หรือ 640 Block day⁻¹ ได้ค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง 12.18% ทำให้การอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหาร

เสริมมีความหนาแน่นเกาะตัวกันดี และสามารถลดการสูญเสียการอัดขึ้นรูปของเครื่องโดยน้ำหนัก 1.5% การประเมินความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ 29,606 kg year⁻¹, ความสามารถเครื่อง 1 year รายได้จากการรับจ้าง 188,160 Baht year⁻¹, กำไร 111,564 Baht year⁻¹ รับจ้างอัดขึ้นรูปก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมก้อนละ 2 Baht ระยะเวลาในการคืนทุนเท่ากับ 29,606 kg year⁻¹ หรือ 70 days

5 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่นที่สนับสนุนสถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัย

6 เอกสารอ้างอิง

- ภุชงค์ คงเจริญ. 2561. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์. แหล่งข้อมูล: <https://research.ku.ac.th/forest/Search.aspx?keyword>. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564.
- จักรพรรณ แสนแก้ว, ภัทรพล พาคำ, อภิสิทธิ์ โพธิ์หล้า. 2555. เครื่องอัดธาตุอาหารเสริมก้อน. ปรินิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น.
- ชัยพร ดอกสี. 2562. การเลี้ยงโค. แหล่งข้อมูล: <https://www.technology.chaoban.com>. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564.
- บริษัท บิ๊ก เคมีคอล จำกัด. 2562. ก้อนแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค. แหล่งข้อมูล: <https://www.kokointertrade.com>. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม. 2562. แร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค UMMB : Urea Molasses Mineral Block ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ถนนขอนแก่น-ยางตลาด ตำบลเชียงยืน อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม. เอกสารคู่มือแร่ธาตุอาหารเสริมสำหรับโค กลุ่มเกษตรกร ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ มหาสารคาม.
- Panmanas Sirisomboon. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง Mechanical Properties of Biological Materials, Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand. แหล่งข้อมูล: <https://www.foodnetworksolution.com>. เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2565.