

ผลการเปรียบเทียบการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนมดิบ

ชวลิต พิมมะศรี

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเปรียบเทียบการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนมดิบ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 16 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2560 ซึ่งมีการเปรียบเทียบกรรมวิธีการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติ (Automatic milking systems: AMS) และการรีดนมแบบดั้งเดิม (Conventional milking systems: CMS) พบว่าผลผลิตน้ำนมที่ได้จากกรรมวิธีทั้งสองนั้น ด้าน คุณภาพน้ำนม ซึ่งประกอบไปด้วย อาทิ %Fat, %Protein, %Casein, และ %Lactose, ในทั้งสองกรรมวิธี ในการรีดน้ำนม ไม่แตกต่างกัน มากนัก แต่ในส่วนของผลการศึกษานี้กลับพบว่า ระดับ Somatic cell score มีความแตกต่างกัน, ความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมระบบ AMS สูงกว่าระบบ CMS, ปริมาณผลผลิตน้ำนมระบบ AMS สูงกว่าระบบ CMS เล็กน้อย, ลักษณะ การแข็งตัวของน้ำนมระบบ AMS ใช้เวลาในการแข็งตัวนานกว่าเล็กน้อย และกรดไขมันในระบบ AMS สูงกว่าระบบ CMS ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าทั้งระบบ AMS และ CMS นั้นสามารถนำมาใช้งานได้ไม่มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของน้ำนม ทั้งนี้ควรพิจารณา หลายๆปัจจัยร่วมด้วย เช่น ขนาดของฟาร์ม เงินทุน ความพร้อมในการลงทุนและแรงงาน เป็นต้น

คำสำคัญ : ระบบรีดนมอัตโนมัติ, ระบบรีดนมแบบดั้งเดิม, คุณภาพน้ำนมดิบ

บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตน้ำนม มีความสำคัญมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากน้ำนมเป็นแหล่งโภชนาการที่สำคัญ มีสารอาหารที่จำเป็น และมีความต้องการของน้ำนมดิบเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระบบรีดนมแบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดมากมาย โดยเฉพาะ การขาดแคลนแรงงาน ต้นทุนการผลิตสูง ให้ผลผลิตต่ำ เกิดโรคเต้านมอักเสบ และความสะอาดของเต้านม ผู้ผลิตจึงมีการพัฒนาเครื่องรีดนมอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบ ถึงแม้ระบบรีดนมอัตโนมัติจะประสบความสำเร็จในการใช้ทดแทนระบบรีดนมแบบดั้งเดิมในเวลาต่อมา แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าในส่วนของคุณภาพการใช้ระบบรีดนมอัตโนมัติจะให้ผลต่อคุณภาพน้ำนมดิบดีกว่าหรือไม่เมื่อเทียบกับระบบรีดนมแบบดั้งเดิม

จึงเป็นที่มาของการศึกษากรรมวิธีในการรีดนม 2 แบบ คือระบบรีดนมอัตโนมัติและระบบรีดนมแบบดั้งเดิม ขบวนการรีดนมแบบดั้งเดิมคือการรีดนมด้วยมือเป็นวิธีการที่ละเอียดอ่อนซึ่งรีดได้ช้า (ปัญญุตติ, มปป.) การรีดนมด้วยมือเป็นการใช้แรงงานคนทั้งหมดในขบวนการรีดนม การรีดนมด้วยมือมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อเข้าไปในเต้านม อาจส่งผลให้เกิดเป็นโรคเต้านมอักเสบ แต่ขบวนการรีดนมด้วยระบบอัตโนมัติหมายถึงการทำให้เต้านมไม่หลวมจากเต้านมสัตว์โดยที่ไม่มีการใช้แรงงานคนในการรีด ระบบรีดนมอัตโนมัติได้กลายเป็นจุดสนใจของผู้ที่ผลิตน้ำนมดิบ ซึ่งเป็นหนึ่งในความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำนม (Helgren and Reinemann, 2006) ระบบรีดนมอัตโนมัติทำให้ผู้ผลิตน้ำนมมีโอกาสเพิ่มปริมาณน้ำนมมากขึ้น และเพิ่มความถี่ในการรีดจากรีดสองครั้งต่อวันเป็นสามครั้งต่อวันโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มแรงงานคน (Rossing et al., 1997) และสิ่งสำคัญของสองวิธีนี้ให้มาซึ่งน้ำนมดิบ แต่สิ่งที่ต้องการศึกษาคือการเปรียบเทียบกรรมวิธีของการใช้ 2 ระบบนี้ว่ามันให้คุณภาพซึ่งแตกต่างกันหรือไม่ ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอผลการเปรียบเทียบของกรรมวิธีในการรีดน้ำนม 2 แบบ คือระบบรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำนม

มาตรฐานน้ำนมดิบ

มาตรฐานคุณภาพน้ำนมของประเทศไทยในปัจจุบันกำหนด โดย 2 หน่วยงาน คือ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และสำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) แสดงมาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบตามประกาศ มกอช.

รายการ	2558		
	Premium	Good	Standard
โปรตีน, %	> 3.4	> 3.2-3.4	3.0-3.2
ไขมัน, %	> 4.0	> 3.6-4.0	3.2-3.6
เนื้อม, %	> 12.7	> 12.5-12.7	12.3-12.5
จุดเยือกแข็ง, °C	< -0.525	< -0.525	<-0.525
SCC, เซลล์/มิลลิลิตร	< 200,000	200,000-<350,000	350,000-<500,000

เครื่องรีดนม (Milking machine)

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เอาน้ำนมที่อยู่ภายในเต้านมออกมาภายนอกแล้วลำเลียงไปเก็บที่ถังรีดนม หรือถังรวบรวมน้ำนม ชุดเครื่องมือนี้ได้รับการพัฒนาเพื่อนำมาใช้แทนการรีดนมด้วยมือ อาศัยหลักการดูด น้ำนมของลูกโค โดยการล่อที่ฐานเต้านมไม่ให้น้ำนมไหลย้อนกลับไปในเต้านมแล้วเพิ่มความดันภายใน หัวดูดเต้านมมากขึ้น จนทำให้น้ำนมไหลออกมาตามจังหวะการดูดที่ถูกจำลองมาจากพฤติกรรมดูดนมจากเต้า ของลูกโค ดังนั้น การทำงานของเครื่องรีดนมจึงใช้ความแตกต่างระหว่างสุญญากาศที่อยู่ภายในและภายนอก ของหัวนมโดยมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ทำให้ปลายหัวนมมีการเปิดและปิด รวมทั้งควบคุมจังหวะการเปิด-ปิด อีกด้วย (อริญ จันทรกุล, มปป)

กรดไขมัน (Fatty acids)

คือ โครงสร้างของกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) ซึ่งมีสายโซ่เป็นแบบโซ่ตรงหรือแตกกิ่ง (aliphatic hydrocarbon) โดยกรดไขมันที่เสถียรจะมีคาร์บอนเป็นเลขคู่ และมักจะประกอบคาร์บอนตั้งแต่ 12 ถึง 26 อะตอม แต่ที่พบมากทั้งในชนิดอิ่มตัว และไม่อิ่มตัว คือ คาร์บอน 16 และ 18 อะตอม โดยทั่วไป กรด ไขมันสามารถสร้างพันธะกับโมเลกุลอื่นๆ ได้ ตัวอย่างเช่น โมเลกุลของไตรกลีเซอไรด์ แต่เมื่อใดก็ตามที่ โมเลกุลของกรดไขมันนั้นๆ ไม่ได้ไปทำปฏิกิริยา หรือเชื่อมต่อกับโมเลกุลอื่นๆ เมื่อนั้นมันจะถูกเรียกว่า กรด ไขมันอิสระ (Free fatty acid) (วิชัย กนกพิทยาทร และ อุดมชัย จินะดิษฐ์, 2549)

คุณสมบัติการแข็งตัวของน้ำนม (Coagulation properties)

เอนไซม์ที่ทำให้น้ำนมแข็งตัว คือ เอนไซม์ที่มีคุณสมบัติทำให้น้ำนมแข็งตัวและมีคุณสมบัติในการ ย่อยโปรตีนพร้อมๆ กัน โดยมีความสามารถในการทำให้น้ำนมแข็งตัวมากกว่าความสามารถในการย่อยสลาย โปรตีน เอนไซม์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวเรียกว่า เรนิน ซึ่งในปัจจุบันเอนไซม์กลุ่มนี้มีประโยชน์และสำคัญ ในทางอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเนย เอนไซม์ที่ทำให้น้ำนมแข็งตัวที่ทำให้น้ำนมแข็งตัวดี ที่สุด คือ กลุ่มแอสปาเตดโปรตีเอส ได้แก่ เปปซิน, คาเทปซิน และโคโมซิน (เรนิน) โดยในอุตสาหกรรม เนยนั้นนิยมใช้ โคโมซิน มากที่สุดการแข็งตัวของน้ำมนอกจากเป็นบทบาทของเอนไซม์ที่ทำให้น้ำนม แข็งตัวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณไอออนแคลเซียมด้วย จากความสัมพันธ์ดังกล่าวทำให้เราอาจพัฒนาชุด วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมในน้ำนมสดโดยใช้วิธีเอนไซม์ได้ ซึ่งอาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการวิเคราะห์ ปริมาณแคลเซียมเชิงคุณภาพในน้ำนมการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของน้ำนมสดนั้นมีหลายปัจจัย แต่ละปัจจัยนั้นมีทั้งที่ควบคุมง่ายและยากที่จะควบคุม ทำให้การพัฒนาวิธีวิเคราะห์แคลเซียมในน้ำนมจากเอนไซม์นั้นมีความยุ่งยากมากขึ้น สำหรับปัจจัยหลักที่มี ผลต่อปฏิกิริยาการแข็งตัวของน้ำนม ได้แก่ ชนิดและปริมาณของเอนไซม์, เเคซีนใน น้ำนม, ปริมาณแคลเซียม และรูปแบบการจับกันของพันธะระหว่างแคลเซียมและเคซีน ส่วนปัจจัยรอง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง แหล่งที่มาและฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างของน้ำนม (ภูริชญ์ บรรจิบ และจิรัชญ์ ยูซุฟี, 2551)

ผลของการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนม

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่างานของ Marchi et al. (2017) ได้ทำการทดลองการใช้ระบบ Automatic milking systems (AMS) และ Conventional milking systems (CMS) เพื่อดูผลผลิต คุณภาพน้ำนม คุณสมบัติการแข็งตัว และกรดไขมันในน้ำนม เก็บตัวอย่าง 10,476 ตัวอย่างจากวัวนมโฮลสไตน์ - ฟรีเซีย 918 ตัว ใน 8 กลุ่ม

จากตารางที่ 1 ผลผลิต น้ำนม ในการรีดนมโดยระบบ AMS ผลิตน้ำนมสูงขึ้น (1กก./ วัน) เปรียบเทียบกับนมที่รีดด้วยระบบ CMP แต่งานวิจัยของ Nogalski et al. (2011) กลับพบว่าไม่พบความแตกต่างในทั้งสองกรรมวิธีในการรีดนมซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Keeper and et al. (2017) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลำดับครอก (Parity) ที่มีผลต่อการให้ผลผลิตไม่ต่างกันจึงทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน ลำดับครอกที่มีการให้น้ำนมสูงคือลำดับครอกที่มีการให้บุตรมาแล้วจะให้น้ำนมสูงกว่าแม่โคที่มีการให้น้ำนมบุตรแรก Marchi et al. (2017)

จากตารางที่ 1 คุณภาพน้ำนม Fat,% Protein,% Casein, % Lactose,% และ Somatic cell score ในทั้งสองระบบไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Johansson et al. (2017) และ Innocente and Biasutti (2013) และ ยกเว้นความเป็นกรด-ด่างที่ได้จากระบบ AMS แตกต่างและมี pH สูงกว่าระบบ CMP เล็กน้อย (6.64 กับ 6.63) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง เนื่องจากองค์ประกอบเช่น casein, albumin, globulin, citrate, phosphate และ CO₂ รวมทั้งเกลือแร่ต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำนม แต่ค่ามาตรฐาน pH น้ำนมวัวในธรรมชาติมีความเป็นกรดเล็กน้อยหรือที่ระดับค่อนข้างเป็นกลาง คือที่ pH 6.6-6.8 และ โคนมที่เป็นโรคเต้านมอักเสบจะมีฤทธิ์เป็นด่าง (อรรถยา และคณะ, 2550)

จากตารางที่ 1คุณสมบัติการแข็งตัวของน้ำนม จะเห็นได้ว่าระบบ AMS ใช้เวลาในการแข็งตัวนานกว่าเล็กน้อยอาจเป็นผลมาจากอุณหภูมิในการจับเวลาที่แตกต่างกัน การทำงานของเอนไซม์ ปริมาณไอออนแคลเซียม ที่เป็นปัจจัยในการแข็งตัวของน้ำนม (ภุริชญ์ บรรจบ และจิรัชฐ์ ยูชูฟิ, 2551) ในขณะทำงานทดลองของ Innocente and Biasutti (2013) กล่าวว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระบบ AMS และ CMP สำหรับคุณสมบัติการแข็งตัวของน้ำนม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ เวลาในการแข็งตัวของน้ำนม ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่นความเป็นกรด (Formaggioni, P. and et al. 2001)

จากตารางที่ 1กรดไขมันในระบบ AMS ให้ผลทางองค์ประกอบของ FA C16: 0 และ FFA สูงกว่าระบบ CMS สอดคล้องกับ Justesen and Rasmussen (2000) ในขณะทำงานทดลองของ Nogalski et al. (2011) พบว่าการรีดในระบบ CMS ให้ปริมาณไขมันที่สูงกว่าระบบ AMS แต่งานทดลองของ Marchi et al. (2017) กลับพบว่าทั้งสองระบบให้ผลทางกรดไขมันไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเพิ่มความถี่ในการรีดนมสามารถเพิ่มกรดไขมันอิสระ(FFA) Klei et al. (1997), Klungel et al. (2000), Wiking et al. (2006) อ้างโดย Marchi et al. (2017)

ตารางที่ 1 ผลของการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนม

ตัวชี้วัดคุณภาพ	ระบบการรีดนม		
	AMS	CMP	Statistical significance
Milk yield, kg/d	30.7 ^a	29.7 ^b	*
Fat, %	3.78	3.76	NS
Protein, %	3.39	3.36	NS
Casein, %	2.64	2.62	NS
Lactose, %	4.78	4.78	NS
Somatic cell score	3.17	3.03	NS
pH	6.64 ^a	6.63 ^b	*
Coagulation properties			
RCT, min	23.9 ^a	22.7 ^b	*
k ₂₀ , min	6.90	6.83	NS
a ₃₀ , mm	21.6	22.7	NS
Fatty acids, g/100 g milk			
SFA	2.72	2.68	NS
UFA	1.18	1.20	NS
MUFA	0.91	0.94	NS
PUFA	0.06	0.06	NS
C14:0	0.41	0.40	NS
C16:0	1.19 ^a	1.14 ^b	*
C18:0	0.35	0.34	NS
ΣC18:1	0.73	0.74	NS
FFA, mmol/100 g milk fat	0.64 ^a	0.48 ^b	*

^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**=P<0.01, *=P<0.05, NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ที่มา: Marchi et al. (2017)

ตารางที่ 2 ผลของการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนม

ตัวชี้วัดคุณภาพ	ระบบการรีดนม		
	AMS	CMS	Statistical significance
Number of primiparous cows (head)	220	161	-
Milking frequency per day	2540	1673	-
Maximum daily yield (kg)	26.5	26.8	NS
Daily yield per 100 days of lactation (kg)	2331	2543	NS
Daily yield per 305 days of lactation (kg)	7231 ^a	6490 ^b	*
Milk fat content (%)	4.08 ^a	3.97 ^b	**
Milk protein content (%)	3.43 ^a	3.47 ^b	*
Somatic cell count (SCC) (Ln)	12.4 ^a	12.9 ^b	**

^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**=P<0.01, *=P<0.05, NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ที่มา: Nogalski et al. (2011)

ตารางที่ 3 ผลของการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนม

Parameter	Milking system (n = number of herds)			
	AMS (n = 51)		CMS (n = 53)	
	Average	Average	P-value	Statistical significance
Total protein (g/100 g)	3.55 ^a	3.63 ^b	0.005	*
Total fat (g/100 g)	4.29	4.49	0.102	NS
Free fatty acids (mmol/100 g)	0.43	0.38	0.146	NS
Somatic cell count (x10 ³ cells/ml)	230 ^a	182 ^b	0.002	*
pH	6.71 ^a	6.70 ^b	0.040	*
Protein fractions as % of total protein				
Total casein	82.05 ^a	84.25 ^b	0.001	*
Total whey protein	13.88 ^a	11.50 ^b	0.001	*
α _s 1-casein	29.60	29.47	0.662	NS
α _s 2-casein	6.40	6.47	0.737	NS
β-casein	37.53 ^a	39.33 ^b	0.001	*

K-casein	7.41	7.45	0.891	NS
α -lactalbumin	2.75 ^a	2.34 ^b	0.001	*
β -lactoglobulin	11.12 ^a	9.15 ^b	0.001	*
Proteolytic activities:				
Plasmin (PL; U/ml)	3.63 ^a	4.35 ^b	0.004	*
Plasminogen (PG; U/ml)	88.96 ^a	94.64 ^b	0.003	*
Total activity of PL and PG (U/ml)	92.59 ^a	98.99 ^b	0.001	*
Total proteolysis (eq. mM leucine)	26.50 ^a	15.35 ^b	0.001	*

^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

*=P<0.05, NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ที่มา: Johansson et al. (2017)

ตารางที่ 4 ผลของการใช้เครื่องรีดนมอัตโนมัติและการรีดนมแบบดั้งเดิมต่อคุณภาพน้ำนม

ตัวชี้วัดคุณภาพ	ระบบการรีดนม		
	AMS	CMS	Statistical significance
Somatic cell count (log cells/mL)	5.29	5.18	NS
casein	77.13	77.19	NS
Lactose	4.98	4.89	NS
Protein (%)	3.28	3.34	NS
Fat (%)	3.82	3.72	NS

^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

**=P<0.01, *=P<0.05, NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ที่มา: Innocente and Biasutti (2013)

สรุป

สรุปผลการศึกษาของกรรมวิธีในการรีดนมในทั้งสองระบบคุณภาพน้ำนม Fat%, Protein%, Casein %, Lactose%, Somatic cell score และผลผลิตน้ำนมในทั้งสองระบบไม่แตกต่างกัน แต่ระดับความเป็นกรด-ด่างในระบบ AMS สูงกว่าระบบ CMS เล็กน้อย ลักษณะ การแข็งตัวของน้ำนมระบบ AMS ใช้เวลาในการแข็งตัวนานกว่าเล็กน้อย และกรดไขมันในระบบ AMS ให้ผลทางองค์ประกอบของกรดไขมันสูงกว่าระบบ CMS จากการศึกษาปัจจุบันชี้ให้เห็นว่า AMS สามารถนำมาใช้ได้งานได้ ไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อคุณสมบัติของน้ำนม แต่ในการเลือกใช้ระบบการรีดนมของ 2 ระบบนี้ก็ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความพร้อมในการลงทุน แรงงาน การจัดการ และความเหมาะสม เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- บัญญัติ เศรษฐฐิติ. มปป. เครื่องรีดนมโค. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูริชญ์ บรรจบ และจิรณัฐ ยูชูพี. 2551. การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์ที่ทำให้น้ำนมแข็งตัว . ภาควิชาชีวเคมี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล .
- วิโรจน์ ภัทรจินดา และวชิระ ศรีคำมี. 2539. คู่มือปฏิบัติการการทดสอบคุณภาพน้ำนม. ขอนแก่น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชัย กนกพิทยาพร และอุดมชัย จินะดิษฐ์. 2549. การทดสอบสมรรถนะเครื่องย่นต์ดีเซลเล็กที่ใช้ น้ำมันสุญ์ดำเป็นเชื้อเพลิง . ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน : นครราชสีมา.
- อรัญ จันท์ลุน. มปป. เครื่องรีดนม.ขอนแก่น. ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อรรถยา เกียรติสุนทร, จินตนา ภูติวรนาถ และวิภาณันท์ หวังอนุรักษกุล. 2550. คุณภาพน้ำนมรื่องนำรู้. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ .
- Formaggioni, P. and et al. 2001. "Milk with abnormal acidity. VI. The role of phosphorus content and the rennetcoagulation properties of Italian Friesian herd milks". **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Parma**, 21, 261-268.
- Helgren, J.M. and Reinemann D.J. 2006. "Survey of Milk Quality on U.S. Dairy Farms Utilizing Automatic Milking Systems". **American Societies of Agricultural and Biological Engineers**. 49 (2): 551-556.
- Innocente, N. and Biasutti M. 2013. "Automatic milking systems in the Protected Designation of Origin Montasio cheese production chain: effects on milk and cheese quality". **J DairySci**. 96:740–751.

- Johansson, M. and et al. 2017. "Composition and enzymatic activity in bulk milk from dairy farms with conventional or robotic milking systems" **Journal of Dairy Research**. 84: 154-158.
- Justesen P., Rasmussen M.D., 2000. Improvements of milk quality by the Danish AMS selfmonitoring programme. In: H. Hogeveen, A. Meijering (Editors). Proceedings of the International Symposium Robotic Milking. Lelystad (The Netherlands), pp. 83-88
- Marchi, M.D, Penasa M. and Cassandro M. 2017 "Comparison between automatic and conventional milking systems for milk coagulation properties and fatty acid composition in commercial dairy herds". **Italian Journal of Animal Science**. 16(3): 363-370.
- Penasa, M. and et al. 2014. "A comparison of the predicted coagulation characteristics and composition of milk from multi-breed herds of Holstein-Friesian, Brown Swiss and Simmental cows". **International Dairy Journal**. 35: 6-10.
- Nogalski, Z. Czerpak K and Pogorzelska P. 2011. "Effect of automatic and conventional milking on somatic cell count and lactation traits in primiparous cows". **Ann. Anim.Sci**. 11(3): 433-441.
- Rossing, W., and et al. 1997. "Robotic milking in dairy farming". **Netherlands Journal of Agricultural Science**. 45: 15-31.
- Wiking, L. and Nielsen J.H. 2007. "Effect of automatic milking systems on milk quality". **Journal of Animal and Feed Sciences**. 16: 108–116.