ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ณ สหกรณ์โคนมโคกก่อ จังหวัดมหาสารคาม

An Information System for a Milk Collection Center at Khok-kho Cooperative, Mahasarakham

มนกานต์ อินทรกำแหง[1]

Manakant Intrakamhaeng[1]

Received: 2 May 2019 ; Revised: 19 July 2019 ; Accepted: 16 August 2019

บทคัดย่อ

ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมน้ำนมดิบจากเกษตรกร ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณและคุณภาพเพื่อนำไปคำนวณเงินค่านมให้เกษตรกร ในแต่ละวันจะต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำนมที่ได้รับจากเกษตรกรแต่ละราย ณ ศูนย์รับน้ำนม เช่น การตกตะกอนของแอลกอฮอล์ ตรวจการเปลี่ยนสีของเมธิลีนบลู ตรวจปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนมด้วยวิธี CMT นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติการ เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อน และคุณภาพด้านองค์ประกอบน้ำนม โดยเฉพาะปริมาณของแข็งรวม (Total Solid : TS) และปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว (Somatic Cell Count : SCC) การบันทึกข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำนมดิบในปัจจุบันเป็นการบันทึกด้วยมือลงบนกระดาษแล้วจึงนำไปบันทึกผ่านคอมพิวเตอร์ไว้ในไฟล์ Excel เพื่อนำไปคำนวณเงินค่าน้ำนมให้เกษตรกรต่อไป ปัญหาสำคัญยิ่งที่เกิดขึ้นคือ ความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลด้วยมือ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการคำนวณเงินค่าน้ำนมให้เกษตรกรเนื่องจากต้องมาติดตามแก้ไขข้อมูลย้อนหลัง การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญสองประการ คือ 1) การสร้างนวัตกรรมสำหรับศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบโดยนำระบบสารสนเทศมาใช้การบันทึกข้อมูล 2) ลดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลและลดเวลาในการบันทึกข้อมูล โดยได้พัฒนาระบบสารสนเทศตามหลักสถาปัตยกรรม Model View Control (MVC) ซึ่งอำนวยประสิทธิภาพในการพัฒนาระบบสารสนเทศให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นคือมีความยืดหยุ่นสามารถรองรับการขยายตัว (Scalability) ของระบบในอนาคต ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การบันทึกข้อมูลสะดวก แม่นยำ สามารถลดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล และลดเวลาในการบันทึกข้อมูลอย่างมีนัยยะสำคัญ

คำสำคัญ: ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ การตรวจสอบคุณภาพน้ำนม การควบคุมคุณภาพน้ำนม ระบบสารสนเทศ

Abstract

Milk collection centers collect raw milk from farmers and measure both its quantity and quality. Both data are used to calculate payments to farmers. Daily operations at the center include quality assessment, i.e. alcohol test, methylene blue test and somatic cell count. Laboratory assessment includes pasteurized count, total solid and somatic cell count. At present, the results of assessment are manually recorded on paper and are then inserted into an Excel file for money calculation. The serious problem with this method is that their errors occur during manual recording, delaying the calculation process because the workers must trace back and correct the errors. This research aims at 1) developing an innovation for milk collection centers by deploying information technology, and 2) reduce error and time during the data collection. We developed an information system following Model View Control (MVC) architecture, which allows for rapid development of the system, and, more importantly, support further scalability in the future. The developed system provides both convenience and precision in the data recording process, and helps reduce errors and time consumption significantly.

Keywords: Milk collection center, milk quality assessment, milk quality control, Information System.

---

[1] *Assistant Professor, The Food Contaminants Research Unit (FCRU), Faculty of Veterinary Science, Mahasarakham University, Muang District, Mahasarakham Province 44000, Thailand.*

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีโปรแกรมประยุกต์ (Application) ใช้งานในด้านต่างๆ มากมาย รวมทั้งมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่ถูกพัฒนาให้รองรับการใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์เพิ่มมากขึ้น ในยุคที่เทคโนโลยีทันสมัย ระบบสารสนเทศมีบทบาทอย่างมากในการปรับรูปแบบการบันทึกข้อมูลจากกระดาษสู่การบันทึกข้อมูลแบบดิจิตอลหรือการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ ทำให้เกิดความสะดวกสบายและลดปัญหาการจดบันทึกความผิดพลาดได้เป็นอย่างมาก การบันทึกปริมาณน้ำนมดิบที่รับซื้อจากเกษตรกรในแต่ละวันและผลการวิเคราะห์คุณภาพนั้นเป็นชุดข้อมูลซึ่งมีความสำคัญต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนมและการแปรรูปน้ำนมดิบ เกษตรกรต้องการทราบปริมาณน้ำนมดิบที่ตนนำไปจำหน่ายในแต่ละวัน ผลการทดสอบคุณภาพน้ำนมเบื้องต้น เช่น ผลการตรวจจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมด้วยการใช้น้ำยาซีเอ็มที (CMT test) ผลการทดสอบด้วยเมธิลีนบลู (Methylene blue test) ผลการทดสอบด้วยแอลกอฮอล์ (Alcohol test) เป็นต้น ตลอดจนผลการทดสอบคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติการ เช่น ปริมาณของแข็งในน้ำนมหรือเนื้อนม (%TS) ของแข็งในน้ำนมไม่รวมไขมันหรือเนื้อนมไม่รวมมันเนย (%SNF) โปรตีนในน้ำนม (%Protein) ไขมันในน้ำนม (%Fat) แลคโต๊ส (%Lactose) จำนวนโซมาติกเซลล์ (SCC count) เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมาศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบมีการบันทึกข้อมูลทั้งด้วยการเขียนบันทึก การจัดเก็บเอกสารผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ แต่ข้อมูลทั้งหมดเป็นเอกสารซึ่งไม่อยู่ในรูปแบบที่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที รวมทั้งยังบางครั้งไม่ได้ถ่ายเอกสารส่งต่อข้อมูลไปยังเกษตรกร เกษตรกรจึงไม่สามารถทราบข้อมูลคุณภาพน้ำนมเพื่อการพัฒนาฟาร์มของตนเองให้มีคุณภาพน้ำนมดียิ่งขึ้น

ปริมาณน้ำนมดิบและผลการวิเคราะห์คุณภาพรายฟาร์มเป็นข้อมูลที่สหกรณ์โคนมทุกแห่งใช้ในการคำนวณราคารับซื้อน้ำนม โดยสรุปปริมาณน้ำนมทั้งหมดในหนึ่งเดือน จากนั้นให้ราคาเพิ่มหรือลดจากราคามาตรฐาน 17.50 บาทต่อกิโลกรัม ตามผลเกณฑ์การวิเคราะห์คุณภาพที่สหกรณ์โคนมแต่ละแห่งกำหนด ตัวอย่างเช่น จำนวนโซมาติกเซลล์มาตรฐานที่เกรด 4 ($4.01\text{-}5.00\text{x}10^5$ เซลล์) หากน้ำนมมีจำนวนโซมาติกเซลล์ต่ำกว่ามาตรฐานทุกๆ $1\text{x}10^5$ เซลล์ จะได้ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น 0.20 บาทต่อกิโลกรัม และกรณีเนื้อนมไม่รวมมันเนยมาตรฐานที่เกรด 3 (8.35-8.49%) หากน้ำนมมีเนื้อนมไม่รวมมันเนยสูงกว่าเกรดมาตรฐาน เช่น 8.50-8.69% จะได้ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น 0.30 บาทต่อกิโลกรัม เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้นอกจากการสะท้อนกลับไปที่เกษตรกรในมิติของราคารับซื้อน้ำนมหรือจำนวนเงินที่เกษตรได้รับแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรในการพัฒนาการเลี้ยงโคนมให้ได้น้ำนมที่มีคุณภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างเช่น เกษตรกรสามารถปรับไขมันในน้ำนมให้เพิ่มขึ้นโดยการจัดการปรับคุณภาพอาหารหยาบให้มีคุณภาพดีมากขึ้น หรือจัดการปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะแสดงออกด้านไขมันในน้ำนมที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้ยังเป็นประโยชน์ต่อระดับนโยบายของสหกรณ์โคนม ตลอดจนระดับนโยบายของรัฐ ในการเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) สามารถสร้างกระบวนการวิเคราะห์เซ็ตข้อมูลของทุกสหกรณ์และทุกฟาร์ม ค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ เพื่อการสังเคราะห์แนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนม ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มรายได้เกษตรกรจากการที่มีปริมาณและคุณภาพน้ำนมที่ดีขึ้น

สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม โคกก่อ จำกัด มีสำนักงานตั้งอยู่เลขที่ 175 หมู่ที่ 1 ตำบลโคกก่อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เริ่มตั้งสหกรณ์ในปี พ.ศ. 2540 มีเกษตรกรสมาชิกกระจายอยู่ในอำเภอต่างๆ ของจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ อำเภอบรบือ อำเภอเมืองมหาสารคาม อำเภอแกดำ และอำเภอนาเชือก ปัจจุบันฟาร์มเกษตรกรสมาชิกของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อที่ส่งน้ำนมดิบมีทั้งสิ้นประมาณ 69 ราย จำนวนโคทั้งหมด 2,136 ตัว ผลิตน้ำนมดิบได้วันละ 12 ตันต่อวัน มีศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ 2 แห่ง ได้แก่ ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบโนนราษี และศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบโคกก่อ โดยสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม โคกก่อ จำกัด เป็นสหกรณ์ที่มีวิสัยทัศน์ในการพัฒนาอาชีพการเลี้ยงโคนมให้ได้มาตรฐานและผลิตน้ำนมที่มีคุณภาพ ในปี 2560 สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม โคกก่อ จำกัด ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในการจัดการฟาร์มโคนมด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรมการจัดการฟาร์ม ซึ่งสนับสนุนโดยงานคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์ และมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปัจจุบันมีโปรแกรมประยุกต์หรือแอปพลิเคชันสำหรับเกษตรกรทุกรายที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ ใช้บันทึกข้อมูลจำนวนตัวสัตว์และบันทึกเหตุการณ์การผลิตต่างๆ ที่เกิดขึ้นในฟาร์ม ดังนั้นจึงสนใจที่จะพัฒนาระบบสารสนเทศของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพน้ำนมเป็นรายฟาร์มได้ต่อไป ช่วยให้เกษตรกรแก้ไขปัญหาการจัดการฟาร์มและส่งเสริมให้เกษตรกรประสบความสำเร็จในการเลี้ยงโคนมโดยยกระดับประสิทธิภาพการผลิตหรือเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ตามแนวทาง Smart Farm Flagship ในภาคการเกษตร ตลอดจนเป็นต้นแบบในการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีมาใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงโคนม

การวิจัยนี้ มีจุดประสงค์สองประการ คือ

1. เพื่อวิจัยและพัฒนานวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยสอดคล้องกับความต้องการของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม ส่งเสริมเศรษฐกิจในชุมชนผู้เลี้ยงโคนม เกิดความสำเร็จในการพัฒนามาตรฐานศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบและการควบคุมคุณภาพน้ำนมดิบ

2. เพื่อลดความผิดพลาด และลดเวลาในการบันทึกข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำนม

องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเป็นศูนย์กลางในการรวบรวมน้ำนมดิบจากเกษตรกร ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านการปฏิบัติที่ดีสำหรับศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ (มกษ. 6401-2558) ได้นิยามศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ (milk collection center) ว่าหมายถึง สถานประกอบการที่รับและรวบรวมน้ำนมดิบจากสมาชิกเพื่อนำน้ำนมมาลดอุณหภูมิ และส่งมอบน้ำนมดิบแก่โรงงานแปรรูปหรือศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบอื่นต่อไป การควบคุมอุณหภูมิต้องไม่ให้เกิน 4 องศาเซลเซียส ก่อนการขนส่ง ช่วงเวลาการรับน้ำนมดิบ แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเช้า 07.00-09.00 น. และช่วงเย็น 16.30-18.30 น. ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ จำกัด ทำหน้าที่รวบรวมน้ำนมดิบจากเกษตรกรสมาชิกประมาณ 69 รายต่อวัน รวบรวมน้ำนมดิบวันละมากกว่า 12 ตันต่อวัน ในแต่ละวันนอกจากศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบจะต้องตรวจสอบคุณภาพน้ำนมจากเกษตรกรแต่ละราย ยังต้องบริหารถังรับน้ำนมดิบให้เพียงพอกับปริมาณน้ำนมดิบที่รับซื้อจากสมาชิก และต้องควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่ให้เกิน 4 องศาเซลเซียสอีกด้วย ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเป็นหน่วยควบคุมมาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบให้กับโรงงานแปรรูป เนื่องจากมาตรฐานน้ำนมดิบของโรงงานแปรรูปจะถูกส่งผ่านไปยังศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการจัดซื้อน้ำนมดิบจากเกษตรกร ดังนั้นศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบจึงต้องพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิต (GMP) ให้สอดคล้องกับมาตรฐานน้ำนมดิบของโรงงานแปรรูปซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐาน GMP และ HACCP ภารกิจของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบในแต่ละวันจึงมีมากและต้องปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานไปควบคบคู่กัน ศุกลรัตน์ และคณะ (2546) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการรวบรวมน้ำนมดิบต่อจำนวนสมาชิกทั้งหมด ใช้เวลาประมาณ 1.96 - 4.33 นาทีต่อฟาร์ม โดยแต่ละช่วงเวลาของเช้าและเย็น ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบจะมีแผนการเก็บตัวอย่างน้ำนมดิบจากแต่ละฟาร์ม เพื่อวิเคราะห์ตามเกณฑ์คุณภาพน้ำนมที่กำหนดไว้ เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบจะต้องใช้เวลาในการเทน้ำนมและชั่งน้ำหนักนม ตรวจการตกตะกอนของแอลกอฮอล์ ตรวจการเปลี่ยนสีของเมธิลีนบลูหรือเรซาซูริน ตรวจปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนมด้วยวิธี CMT รวมทั้งเก็บตัวอย่างน้ำนมเพื่อตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมในห้องปฏิบัติการเป็นการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนและคุณภาพด้านองค์ประกอบน้ำนมโดยเฉพาะปริมาณของแข็งรวม (Total Solid : TS) ซึ่งกำหนดมาตรฐานที่ระดับ 12.25% และมาตรฐานปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว (Somatic Cell Count : SCC) เกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 500,000 เซลล์/ซีซี ตามแผนการพัฒนาโครงการอาหารเสริม (นมโรงเรียน) ข้อมูลผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมีความสำคัญต่อสหกรณ์ฯ ในการประเมินราคารับซื้อน้ำนมประจำเดือน และมีความสำคัญต่อเกษตรกรในการพัฒนาฟาร์มให้ได้คุณภาพน้ำนมที่ดีมากขึ้น

ในด้านการสร้างมาตรฐานของการปฏิบัติงานในศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ วินัย พุทธกุล (2547) ได้พัฒนาสร้างแบบแบบประเมิน และคู่มือการใช้แบบประเมิน การพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ (GMP) ของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ซึ่งสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกอช.) ได้นำมาปรับใช้เป็นมาตรฐานของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบในปัจจุบัน การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการจัดการสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบมีการศึกษาที่สหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จำกัด จังหวัดสระแก้ว โดย สาธิต และคณะ (2555) สอบถามทัศนคติเกี่ยวกับการจัดการศูนย์รับน้ำนมดิบ พบว่าศูนย์รับน้ำนมดิบในปัจจุบันของสหกรณ์ฯ มีความสัมพันธ์กับหลักการจัดการสมัยใหม่ด้านรัฐประศาสนศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับมาก ทั้ง 5 ด้านโดยด้านการจัดการสหกรณ์ภายใต้หลักเศรษฐกิจพอเพียง ด้านธรรมาภิบาล ด้านการจัดการสหกรณ์ภายใต้หลักการบริหารทรัพยากรมนุษย์ ด้านการจัดการสหกรณ์ภายใต้หลักนโยบายสาธารณะ และด้านการจัดการสหกรณ์ ภายใต้หลักการมีส่วนร่วมของประชาชน ในด้านการออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศูนย์รวบรวมน้ำนมนั้น สุชาดา เกตุดี (2548) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศโดยมีการบันทึกข้อมูลพื้นฐาน รับน้ำนม ตรวจคุณภาพน้ำนม เบิก/จ่ายสินค้าและบริการ คำนวณรายรับ/รายจ่ายสมาชิก ส่งน้ำนม บันทึกประวัติโรคโคนม และการจัดทำรายงาน แต่พบข้อจำกัดว่าสามารถจัดการข้อมูลสำหรับสนับสนุนงานของศูนย์รวบรวมน้ำนมเท่านั้น ยังไม่สามารถสนับสนุนงานการจัดการในระดับฟาร์มโคนมได้

การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาแนวความคิดต่อยอดจากการสร้างโปรแกรมประยุกต์ “สมาร์ท ดี ฟาร์มเมอร์ แอปพลิเคชัน” ซึ่งสนับสนุนโดยงานคลินิกเทคโนโลยี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ภายใต้ความร่วมมือของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งผู้วิจัยและคณะได้พัฒนาในปี พ.ศ.2560 ที่สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ จำกัด จังหวัดมหาสารคาม มีข้อมูลการเลี้ยงโคนมและการผลิตน้ำนมจากเกษตรกรสมาชิกจำนวน 69 ราย ตั้งอยู่ในอำเภอต่างๆ ของจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ อำเภอบรบือ อำเภอเมืองมหาสารคาม อำเภอแกดำ และอำเภอนาเชือก มีการบันทึกข้อมูลของฟาร์มโคนมที่สำคัญ ได้แก่ บันทึกพันธุ์ประวัติโค ข้อมูลการผสมพันธุ์ การคลอด การตรวจความสมบูรณ์ของร่างกาย การตรวจการเป็นสัด การกำหนดระยะเวลาพักการรีดนม บันทึกการเคลื่อนย้ายโค เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ยังนำไปสู่การบันทึกข้อมูลในระดับศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบตามแนวการปฏิบัติที่ดีทางการเกษตร (Good agricultural practices) สำหรับศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ โดยโครงการนี้มีศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ 2 แห่งของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ จำกัด จังหวัดมหาสารคาม เป็นสถานที่พัฒนาระบบสารสนเทศ การบันทึกข้อมูลหลักของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ได้แก่ ปริมาณน้ำนมดิบของเกษตรกรในช่วงเช้าและช่วงเย็นของแต่ละวัน คุณภาพน้ำนมดิบเบื้องต้นที่ทดสอบโดยเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์รวบรวมน้ำนม คุณภาพน้ำนมดิบในห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์โดยศูนย์ปฏิบัติการต่างๆ การวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจราคารับซื้อน้ำนมจากเกษตรกรแต่ละรายประจำเดือน โดยข้อมูลระหว่างศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบและข้อมูลการเลี้ยงโคนมในฟาร์มมีความสำคัญต่อการพัฒนาทั้งศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบและฟาร์มโคนมในการสะท้อนผลการพัฒนาคุณภาพน้ำนม สามารถพัฒนาคุณภาพน้ำนมของเกษตรกรสมาชิกให้เพิ่มขึ้นได้

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาและความต้องการของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม และผู้ปฏิบัติงานในศูนย์รวบรวมน้ำนม ประชุมเพื่อวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน

2. ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศ (Interface) ที่สะดวกต่อผู้ใช้งานศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบ ออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ สหกรณ์โคนม และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม

3. พัฒนาซอฟต์แวร์และติดตั้งระบบ พัฒนาซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์และเชื่อมต่อข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต พัฒนาระบบการบันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำนมดิบ ที่มีเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเป็นผู้ใช้งาน

4. ทดสอบระบบการบันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำนมดิบ ที่มีเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบเป็นผู้ใช้งาน

5. พัฒนาระบบการนำเข้าข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ และการจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพน้ำนม ทดสอบระบบการนำเข้าข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ และการจัดทำรายงานผลการวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพน้ำนม

6. มีการใช้ประโยชน์ร่วมกับโปรแกรมการจัดการฟาร์มของเกษตรกร ทดสอบเชื่อมต่อข้อมูลจากการจัดการฟาร์มผ่านซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นก่อนหน้านี้

7. สัตวแพทย์มีการใช้ประโยชน์จากระบบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนม สัตวแพทย์ทดสอบการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมเพื่อการพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำนม

8. ประเมินผลการอำนวยความสะดวกและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ทดสอบผลการอำนวยความสะดวกและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน การลดเวลาการทำงาน ประสิทธิภาพการจัดทำรายงาน การใช้ประโยชน์ของรายงาน

ผลการวิจัย

การพัฒนาที่สำคัญของโครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์สำหรับการใช้งานในศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ องค์ประกอบของงานวิจัยมีสามส่วน คือ ส่วนที่เป็นผลการวิเคราะห์ระบบ ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่ ส่วนที่เป็นสถาปัตยกรรมของระบบ และส่วนที่เป็นองค์ประกอบของระบบ ซึ่งประกอบด้วยสามส่วนเช่นกัน ได้แก่ ส่วนผู้ดูแลระบบ ส่วนผู้ใช้ระบบ ส่วนการคำนวณ

โครงสร้างการทำงานในระบบสารสนเทศศูนย์รับน้ำนมดิบ

ผลการออกไปสำรวจรวบรวมข้อมูลการทำงานการคำนวณค่าน้ำนมดิบของศูนย์รับน้ำนมดิบสหกรณ์โคกก่อพบว่ามีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ การบันทึกข้อมูลในฟาร์ม (ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้แอพพลิเคชั่น Zyan Diary หรือ Smart D Farmer) ข้อมูลปริมาณน้ำนม ซึ่งได้จากการบันทึกน้ำหนักจากการส่งนมประจำวัน ณ ศูนย์รับน้ำนา และข้อมูลคุณภาพน้ำนม ณ ห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม โดยมีเงื่อนไขที่สำคัญสองข้อ คือ

1) ข้อมูลส่วนที่สองและส่วนที่สามจะต้องสมพันธ์และเชื่อมโยงกัน ทั้งในแง่ของเกษตรกรเจ้าของนม วันเวลาที่ส่งนม

2) การบันทึกคุณภาพน้ำนมจะต้องมีความยืดหยุ่นแต่แม่นยำ สามารถบันทึกคุณลักษณะทางเคมี ชีววิทยา โภชนาการ และสาธารณสุขได้ตามความต้องการที่เปลี่ยนไป กล่าวคือ ณ เวลาหนึ่งๆ อาจมีความต้องการเปลี่ยนแปลง

รายละเอียดข้อมูลตามสถาณการณ์ความจำเป็น

เมื่อผลการตรวจคุณภาพน้ำนมได้ผลเป็นที่น่าพอใจ น้ำนมจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป ส่วนข้อมูลปริมาณและคุณภาพจะถูกนำมาคำนวณเพื่อคิดค่าน้ำนมให้กับเกษตรกรต่อไป Figure 1 แสดงให้เห็นภาพรวมการทำงานของระบบสารสนเทศศูนย์รับน้ำนมดิบทั้งระบบ

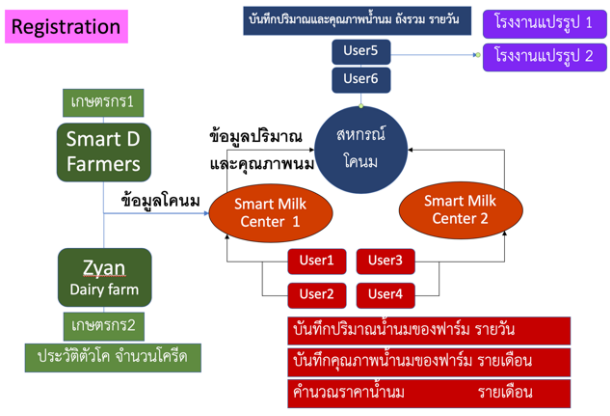

Figure 1 The overall process of milk collection process

ขั้นตอนการทำงานของเจ้าหน้าที่

จากการรวบรวมข้อมูลการทำงานในส่วนของการคำนวณเงินค่าน้ำนมให้แก่สมาชิกของสหกรณ์โคนมโคกก่อ อ.บรบือ จ.มหาสารคาม พบว่า มีขั้นตอนดังนี้

1. เจ้าหน้าที่ ณ ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบของสหกรณ์โคกก่อ จะเป็นผู้ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของนมสดของเกษตรกรแต่ละราย ประกอบด้วย ข้อมูล การตกตะกอนของแอลกอฮอล์ ตรวจการเปลี่ยนสีของเมธิลีนบลู ตรวจปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนมด้วยวิธี CMT
2. ข้อมูลที่ได้จะถูกกรอกเข้าไปในแบบฟอร์มกระดาษและกรอกเข้าไปในไฟล์ Excel อีกครั้ง และเก็บรวมรวมไว้ ณ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ
3. เจ้าหน้าที่ของศูนย์รับซื้อ ซึ่งอาจเป็นองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย หรืออาจเป็นหน่วยงานอื่น จะตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบในรายละเอียด ซึ่งจะประกอบด้วยสารอาหารหลายชนิด แล้วกรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มเพื่อนำไปประมวลผลด้วยมือต่อไป

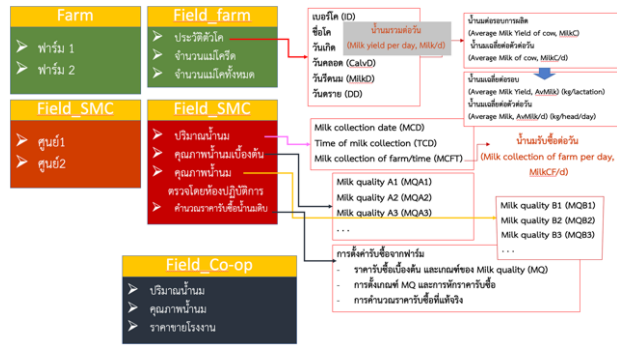

Figure 2 The operator's workflow

ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดด้านคุณภาพน้ำนม

ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดด้านคุณภาพน้ำนมจะประกอบด้วยการบันทึกข้อมูลสารอาหารหลายชนิด เช่น ไขมัน โปรตีน น้ำตาลแลคโตส รวมถึงลักษณะทางเคมี เช่น ความเป็นกรดด่าง และผลการทดสอบด้านความปลอดภัย เช่น การปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำนม การปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่ทุกศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบจะต้องให้ความสำคัญและต้องติดตามคุณภาพน้ำนมอย่างต่อเนื่อง หากพบการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติจะต้องดำเนินการแก้ไขให้คุณภาพน้ำนมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำนมดิบอยู่เสมอ

หน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจตัวอย่างน้ำนมทางห้องปฏิบัติการเป็นหน่วยงานกลางของรัฐ ได้แก่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ ซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคต่างๆ ผลจากการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมจะรายงานเป็นรายเดือนให้ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบทุกศูนย์ได้ทราบ ซึ่งบางศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบได้มีมาตรการการรับซื้อในราคาที่เพิ่มสูงขึ้นสำหรับฟาร์มที่ผลิตน้ำนมคุณภาพ และรับซื้อในราคาที่ต่ำลงหรืออาจยกเลิกการรับซื้อสำหรับน้ำนมที่มีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้บางศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ได้ให้ความสนใจตัวชี้วัดคุณภาพน้ำนมอื่นๆ ที่นอกเหนือการตรวจในห้องปฏิบัติการเป็นหน่วยงานกลางของรัฐ เช่น ผลการตรวจการปลอดโรคแท้งติดต่อ (Brucellosis disease) ผลการตรวจการปลอดโรควัณโรคในโค (Bovine Tuberculosis) และผลการตรวจโรคพาราทูเบอร์คูโลซีส (Paratuberculosis) ซึ่งเป็นโรคติดต่อสู่คน (Zoonotic diseases) ที่สำคัญ รวมทั้งผลการตรวจปริมาณยูเรียในน้ำนม (Milk urea nitrogen) ผลการตรวจการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาท็อกซิน (Aflatoxin M1 contamination)

ดังนั้นระบบที่จะสร้างขึ้นนี้จะต้องรองรับกับการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้น ตัวอย่างของข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดด้านคุณภาพน้ำนมเป็นดัง Figure 3 โดยรายละเอียดที่แสดงด้วยสีแดงเป็นรายละเอียดที่ไม่นิยมตรวจตามปกติ จะเรียกตรวจเมื่อมีกรณีที่สนใจเป็นพิเศษ

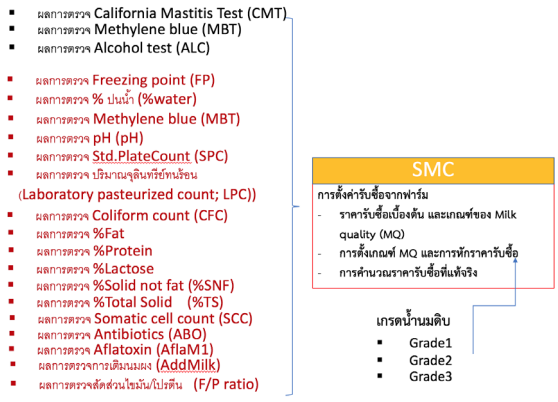

Figure 3 Indicators of milk quality

สถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศ

สถาปัตยกรรมของระบบสารสนเทศนับเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญยิ่ง เนื่องจาก เป็นส่วนที่จะทำให้การพัฒนาระบบเป็นไปด้วยความรวดเร็ว แม่นยำ และถูกต้อง สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ โดยการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ทั้งระบบสามารถดำเนินการพร้อมกันไปทุกๆ ส่วน ลดข้อจำกัดอันเนื่องจากความเชื่อมโยงหรือ Dependency ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ นักพัฒนาสามารถทดสอบส่วนของโปรแกรมที่ตนรับผิดชอบอยู่ได้โดยอิสระ สำคัญยิ่งไปกว่านั้นหากจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการทำงานขององค์ประกอบใดๆ ในระบบทั้งในระหว่างการพัฒนาหรือแม้กระทั่งพัฒนาเสร็จแล้ว หรือจำเป็นต้องขยายระบบ (scale up) เพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นก็สามารถทำได้โดยง่าย

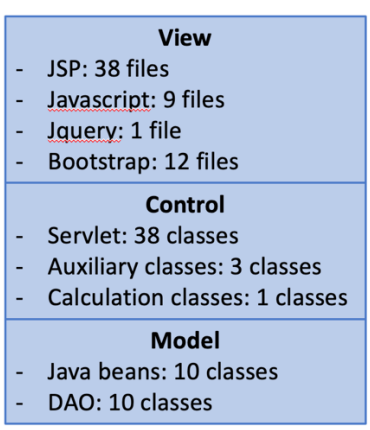

Figure 4 Overall architecture of the system

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการตามหลักการ MVC ซึ่งแบ่งระบบซอฟต์แวร์ออกเป็น

1) Model เป็นส่วนที่ใช้คลาส(class)ในภาษาจาวาเป็นตัวแทนของระเบียน(record) ของ table ในฐานข้อมูล โดยประกอบด้วยคลาสที่เรียกว่า Java Beans ซึ่งจะถูกกำหนดค่าตามระเบียนในฐานข้อมูลด้วยการใช้ method ที่เป็น setter และ และการส่งค่าข้อมูลจากjava bean ออกไปด้วย method ที่เป็น getter การเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสี่รูปแบบ ได้แก่ การอ่าน หรือค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล(คำสั่ง select) การเขียนข้อมูลใหม่ลงไปในฐานข้อมูล(คำสั่ง insert) การแก้ไขข้อมูลที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูล (คำสั่ง set) และการลบข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลทิ้งไป (คำสั่ง delete) จะเป็นคำสั่ง SQL (Structure Query Language) ที่เก็บไว้เป็นค่าคงที่ String ในคลาสที่ทำหน้าที่เป็นตัวเข้าถึงข้อมูล (Data Access Object: DAO) สำหรับการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลทั้งสี่แบบดังกล่าวข้างต้น ในระบบนี้มีการใช้คลาสที่เป็น Java beans และ DAO อย่างละ 10 คลาส

2) Control เป็นส่วนที่ทำหน้าที่กำหนด Business Logic หรือตรรกะของระบบ โดยองค์ประกอบหลักของส่วนนี้ คือ Servlet ซึ่งเป็น Java classes ที่จะรับ request จาก Client แล้วเรียกใช้ Auxiliary classes ซึ่งหมายถึงคลาสสนับสนุนการทำงานในด้านต่างๆ เช่นการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น และ Calculation classes ซึ่งหมายถึงคลาสที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการคำนวณต่างๆ เช่น สูตรการคำนวณค่านมให้เกษตรกร ในระบบนี้มีการใช้ Servlet 38 คลาส Auxiliary classes 3 คลาส และ Calculation classes 1 คลาส

3) View เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลไปยังผู้ใช้ โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ Java Server Page (JSP) ซึ่งจะรับข้อมูลจากชั้น Control เพื่อมาแสดงผลใน Browser ส่วนประกอบอื่นๆ ในชั้นนี้รวมไปถึง โปรแกรมหรือฟังก์ชั่นที่เป็น Javascript และไลบรารีต่างๆ เช่น JQuery สำหรับการปรับปรุงข้อมูลบนหน้าเว็บซึ่งรวมถึงการติดต่อฐานข้อมูล Bootstrap สำหรับการจัดรูปแบบหน้าเว็บเป็นต้น ในระบบนี้มีการใช้ JSP 38 ไฟล์ Javascript 9 ไฟล์ Jquery 1 ไฟล์ Bootstrap 12 ไฟล์

ส่วนผู้จัดการระบบ

ส่วนของผู้จัดการระบบจะประกอบด้วยเมนูสำหรับการจัดการ เพิ่ม ลบ แก้ไข และเรียกดูข้อมูล Master สำหรับการอ้างอิงเพื่อทำ transaction ในการบันทึกข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพน้ำนมของเจ้าหน้าที่ ข้อมูลที่ผู้จัดการ

ระบบดูแลประกอบด้วย

1) สหกรณ์ สำหรับจัดการสหกรณ์ที่อยู่ในระบบ โดยมีข้อมูลที่สำคัญ คือ ชื่อสหกรณ์ เบอร์โทรศัพท์ ที่อยู่ วันเริ่มใช้งาน

2) พนักงาน หมายถึงเจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำนม และเจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำนม

3) สมาชิกฟาร์ม หมายถึง ฟาร์มที่อยู่ในระบบสหกรณ์ที่ส่งนมและจะถูกคิดเงินในระโดยทั่วไปจะเป็นสมาชิกที่อยู่ระบบ Smart D Farmers และระบบ Zyanwoa อยู่แล้ว

4) คุณสมบัติ หมายถึง ข้อมูลที่เป็นคุณสมบัติด้านต่างๆ ของน้ำนมที่ต้องการตรวจสอบ (ดังแสดงใน Figure 4) ข้อมูลนี้จะถูกบันทึกลงในฟอร์มเพื่อการตรวจสอบคุณภาพและนำไปคำนวณค่าน้ำนมต่อไป

5) ห้องแลป หมายถึงห้องปฏิบัติการที่ตรวจและบันทึกคุณภาพน้ำนม ซึ่งอาจเป็นตั้งแต่การตรวจเบื้องต้น ณ ศูนย์รับน้ำนม ห้องปฏิบัติการของผู้รับซื้อ หรืออาจเป็นห้องปฏิบัติการของบุคคลที่สามก็ได้ โดยมีข้อมูลที่สำคัญ คือ ชื่อห้องปฏิบัติการ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ วันเข้าใช้งานในระบบ

ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปเชื่อมโยงกับรายละเอียดอื่นๆ เช่น รายการปริมาณน้ำนม และคุณภาพน้ำนม ซึ่งจะมีรายละเอียดตามที่ได้กล่าวไว้ การเพิ่มข้อมูลในส่วนผู้จัดการระบบจะทำเมื่อเริ่มต้นการใช้ระบบ และสามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้เมื่อมีความจำเป็น เช่น มีสมาชิกใหม่ มีรายการคุณภาพน้ำนมใหม่เป็นต้น การแก้ไขก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน แต่ผู้จัดการระบบต้องตรวจสอบให้รอบคอบเพื่อไม่ให้เกิดความสับสน การลบข้อมูลจะทำไม่ได้ถ้าหากข้อมูลนั้นถูกอ้างอิงโดยรายการอื่นๆ ในฐานข้อมูลอยู่ เช่น ไม่สามารถลบข้อมูลสมาชิกรายหนึ่งได้ ถ้าหากสมาชิกรายนั้นยังมีข้อมูลการส่งน้ำนม หรือผลการตรวจคุณภาพน้ำนมอยู่ในระบบ

ส่วนผู้ใช้งานระบบ

ข้อมูลที่สำคัญที่สุดในระบบนี้คือรายการคุณภาพน้ำนมซึ่งได้แก่ คุณสมบัติต่างๆ ของน้ำนม อย่างไรก็ตาม การบันทึกแต่ละครั้งของห้องปฏิบัติการแต่ละครั้งอาจจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นระบบนี้จึงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถเก็บรายละเอียดที่สำคัญเหล่านี้ได้อย่างครบถ้วน รวมทั้งมีความยืดหยุ่นที่สามารถรองรับความต้องการในการบันทึกข้อมูลด้านคุณภาพที่แตกต่างกันไป โดยผู้ใช้สามารถสร้างฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลสำหรับการตรวจคุณภาพที่ตนเองต้องการได้ตลอดเวลา รวมทั้งสามารถระบุได้ว่าฟอร์มที่สร้างขึ้นมานี้สามารถแชร์ให้ผู้ใช้รายอื่นๆ ได้ด้วย

ผู้ใช้งานมีเมนูให้ใช้รวม 6 รายการ คือ เมนูฟอร์ม เมนูคุณสมบัติ เมนูฟอร์มคุณสมบัติ เมนูบันทึกฟอร์ม เมนูคำนวณ เมนูรายงาน โดยผู้ใช้จะเริ่มต้นด้วยการสร้างฟอร์มด้วยการเลือกเมนูฟอร์ม จากนั้นใส่คุณสมบัติที่ต้องการเข้าไปในฟอร์มนั้นๆ ด้วยการเลือกเมนูคุณสมบัติ เสร็จแล้วก็บันทึกฟอร์มนั้นๆ ไว้เพื่อการบันทึกข้อมูลคุณภาพต่อไป ฟอร์มที่สร้างไว้แล้วจะยังสามารถแก้ไขฟอร์มได้ด้วย โดยสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขคุณสมบัติเข้าไปในฟอร์มตามต้องการ

การทำงานที่สำคัญที่สุดของผู้ใช้ คือ การบันทึกข้อมูลคุณภาพนม ผู้ใช้จะต้องระบุสหกรณ์ที่ต้องการ พร้อมทั้งระบุวัน เดือน ปี เข้าไปในฟอร์มที่สร้างไว้ก่อนหน้าแล้ว รายชื่อสมาชิกที่อยู่ในสหกรณ์จะปรากฏเข้ามาในฟอร์มที่เลือกไว้ จากนั้นก็จะ

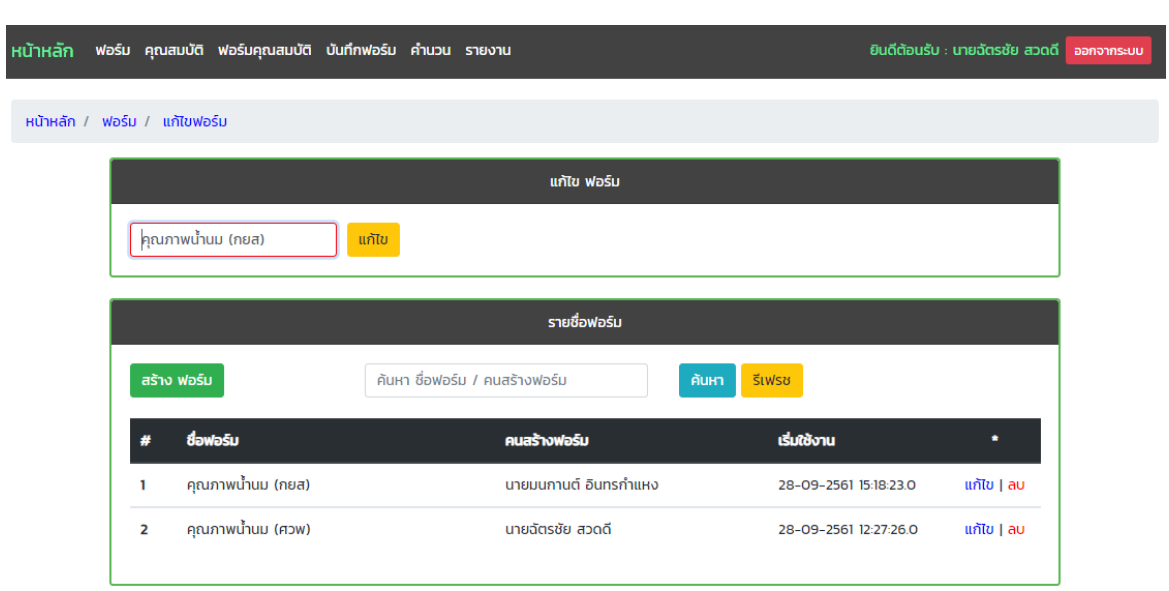

Figure 5 Screen snapshot of update and delete form

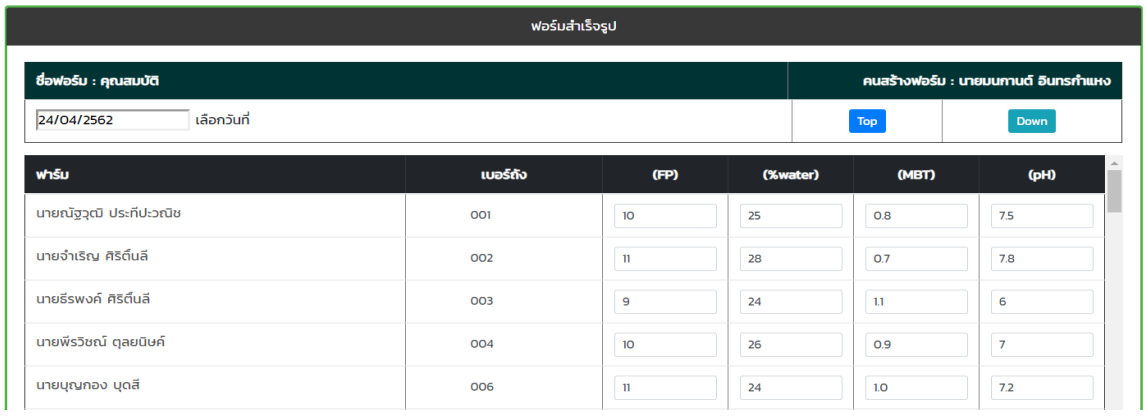

Figure 6 Screen snapshot of milk quality data of farmers

ทำการกรอกข้อมูลด้านคุณภาพเข้าไป โดยสามารถเลือกกรอกคุณสมบัติเป็นข้อๆ ได้ตามต้องการในการกรอกแต่ละครั้ง และสามารถเรียกฟอร์มที่ยังกรอกคุณภาพไม่ครบทุกข้อมาเพื่อกรอกข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะครบได้ตลอดเวลา ฟอร์มที่ทำการกรอกข้อมูลเสร็จแล้วจะถูกนำไปคิดคำนวณค่าน้ำนมให้เกษตรกรต่อไป ตัวอย่างการใช้งานของผู้ใช้ดังปรากฏใน Figure 5 และ 6

ส่วนการคำนวณค่าน้ำนม

การคิดค่าน้ำนมเป็นการทำงานที่สำคัญและยุ่งยากที่สุดในระบบซอฟต์แวร์นี้ เนื่องจากแต่ละสหกรณ์จะมีสูตรในการคำนวณแตกต่างกันโดยขึ้นกับเงื่อนไขสำคัญสองข้อ คือ เกณฑ์ขั้นต่ำในการคำนวณค่าน้ำนมของคณะรัฐมนตรีซึ่งจะมีประกาศออกมากำหนดเงื่อนไขในการคิดราคานมขั้นต่ำตามที่รัฐบาลเห็นสมควร และอีกเงื่อนไขหนึ่งคือ การกำหนดเกณฑ์ของสหกรณ์เอง(ซึ่งอาจถูกกำหนดโดยผู้รับซื้ออีกทอดหนึ่ง) และสำคัญยิ่งไปกว่านั้น ยังมีประเด็นที่ต้องนำมาพิจารณาอีกสองประเด็นคือ เกณฑ์เหล่านี้สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และเกณฑ์เหล่านี้จะต้องผ่านการประกาศใช้อย่างเป็นทางการโดยผ่านการประชุมรับรองอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งหมายความว่า ระบบจะต้องมีการป้องกันอย่างรัดกุมในการที่นอกจากจะต้องคำนวณอย่างแม่นยำถูกต้องแล้วยังต้องเที่ยงตรง ยุติธรรม และป้องกันการทุจริตประพฤติมิชอบให้ได้อีกโสตหนึ่งด้วย

แนวทางที่ระบบนี้ใช้เพื่อการคำนวณค่าน้ำนมให้แก่เกษตรกร คือ การสร้างคลาสในภาษาจาวาสำหรับคำนวณค่าน้ำนมสำหรับแต่ละสูตรการคำนวณของแต่ละสหกรณ์ซึ่งจะอ้างอิงตามประกาศของรัฐบาลและประกาศของสหกรณ์นั้นๆ เอง โดยสูตรการคำนวณแต่ละสูตรจะถูกเขียนอยู่ในไฟล์ Excel พร้อมด้วยตัวอย่างข้อมูล ซึ่งสหกรณ์เจ้าของสูตรจะต้องตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของสูตรการคำนวณนี้อย่างรอบคอบก่อนส่งให้โปรแกรมเมอร์เขียนคลาสในภาษาจาวาเพื่อทำการคำนวณค่าน้ำนม เมื่อตรวจสอบการทำงานของคลาสดังกล่าวว่าถูกต้องตรงกันกับตัวอย่างการคำนวณในไฟล์ Excel ที่ส่งมาให้โดยสหกรณ์ดีแล้ว โปรแกรมเมอร์จะติดตั้งคลาสดังกล่าวสำหรับการคำนวณค่าน้ำนมของสหกรณ์นั้นๆ เข้าไปในระบบ

```
if (atbId == 29) {
 if (value >= 6.0) {
 cell = new PdfPCell(new Phrase(
 value + " (+0.3)",
 boldText1));
 total = formModel.getQcPriceId().
 getQcPrice() + 0.3;
 result.add(total);
 } else if (value >= 4.5) {
 cell = new PdfPCell(new Phrase(
 value + " (+0.2)",
 boldText1));
 total = formModel.getQcPriceId().
 getQcPrice() + 0.2;
 result.add(total);
 } else if (value >= 3.0) {
 cell = new PdfPCell(new Phrase(
 value + " (+0.0)",
 boldText1));
 total = formModel.getQcPriceId().
 getQcPrice() + 0.0;
 result.add(total);
 } else {
 cell = new PdfPCell(new Phrase(
 value + " (-0.2)",
 boldText1));
 total = formModel.getQcPriceId().
 getQcPrice() - 0.2;
 result.add(total);
 }
}
```

Figure 7 Calculation for milk's price

เมื่อเจ้าหน้าที่ทำการกรอกข้อมูลด้านคุณภาพน้ำนมในรอบการคิดเงิน (โดยมากจะมีสองรอบในแต่ละเดือน คือรอบที่หนึ่งตั้งแต่วันที่ 1-15 และรอบที่สอง

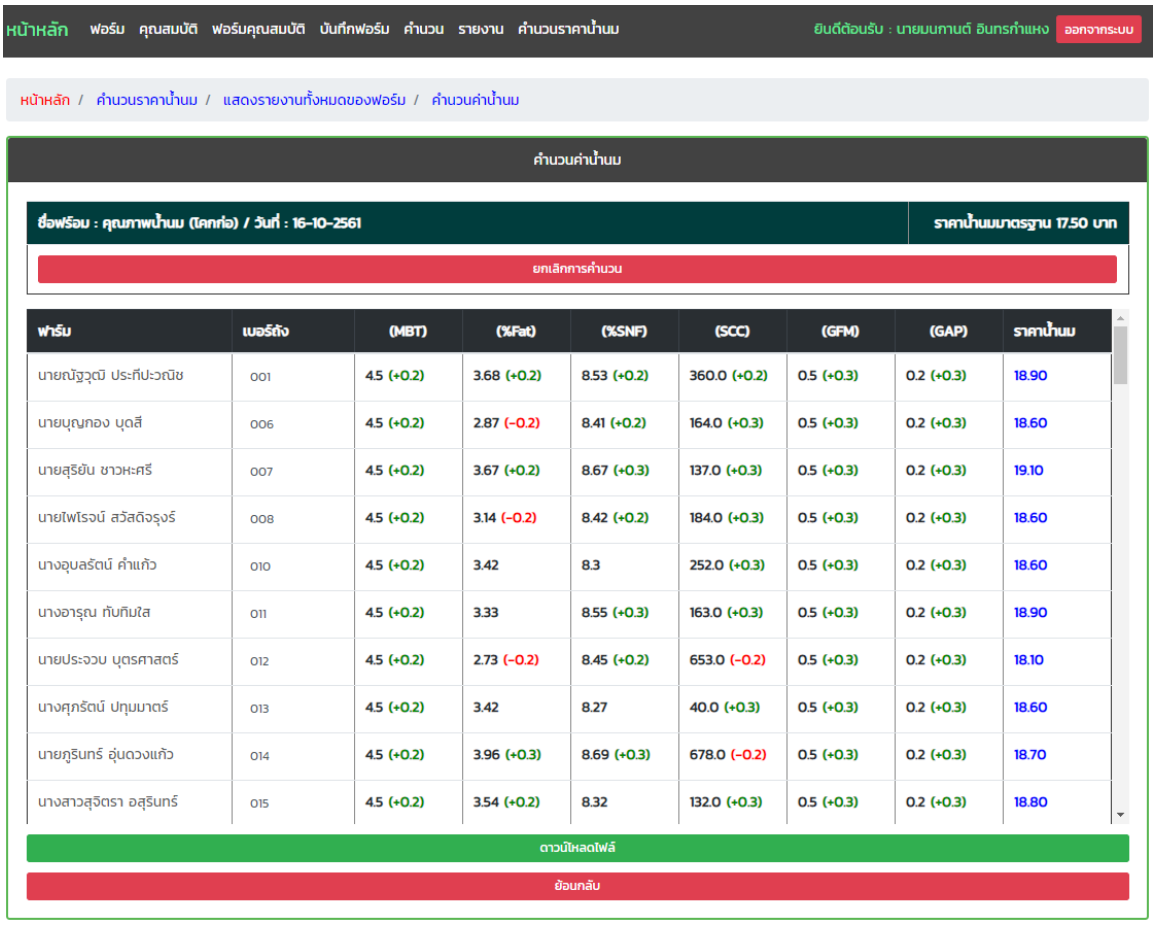

Figure 8 Screen snapshot of farmers' milk price details

วันที่ 16-วันสุดท้ายของเดือน) ครบถ้วนดีแล้ว ผู้ใช้จะเลือกเมนูคำนวณค่าน้ำนม โดยจะต้องระบุสหกรณ์และ ระบุรอบการคิดเงินที่ต้องการ โปรแกรมจะเอาผลการตรวจคุณภาพของแต่ละสหกรณ์ในแต่ละวันทั้งเช้าและเย็นส่งเป็นพารามิเตอร์ไปยังคลาสที่คำการคำนวณ ซึ่งจะมีการตรวจสอบค่าที่ส่งเข้ามากับเงื่อนไขที่ระบุไว้ในคลาสนั้น ซึ่งจะทำการบวกหรือลบเงินจากค่ากลางที่ตั้งเอาไว้เป็นสัดส่วนต่อกิโลกรัม แล้วคูณด้วยปริมาณน้ำนมในรอบนั้นๆ

คลาสที่ทำหน้าที่ในการคำนวณ คือ คลาส PDF44000 โดยมีวิธีในการคำนวณโดยพิจารณาตามเกณฑ์คุณสมบัติด้านต่างๆ ดังนี้

1) ชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (hrs.) ของสารละลายเมธิลีนบลู โดยถ้าค่าของ ชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (hrs.) มากกว่า 6.0 หรือเท่ากับ 6.0 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (hrs.) มากกว่า 4.5 หรือ เท่ากับ 4.5 บวกเงิน 0.2 บาท/กก.

ถ้าค่าของ ชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (hrs.) มากกว่า 3.0 หรือเท่ากับ 3.0 บวกเงิน 0.0 บาท/กก. ถ้าค่าของชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (hrs.) น้อยกว่า 3.0 หักเงิน 0.2 บาท/กก.

2) ร้อยละของไขมันทั้งหมดในน้ำนม โดยถ้าค่าของ ร้อยละของไขมันทั้งหมดในน้ำนม มากกว่า 3.7 หรือ เท่ากับ 3.7 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของไขมันทั้งหมดในน้ำนม มากกว่า 3.5 หรือ เท่ากับ 3.5 บวกเงิน 0.2 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของไขมันทั้งหมดในน้ำนม มากกว่า 3.3 หรือเท่ากับ 3.3 บวกเงิน 0.0 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของไขมันทั้งหมดในน้ำนม น้อยกว่า 3.3 หักเงิน 0.2 บาท/กก.

3) ร้อยละของ ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ไม่รวม %Fat โดยถ้าค่าของ ร้อยละของ ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ไม่รวม %Fat มากกว่า 8.55 หรือ เท่ากับ 8.55 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของ ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ไม่รวม %Fat มากกว่า 8.4 หรือ เท่ากับ 8.4 บวกเงิน 0.2 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของ ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ไม่รวม %Fat มากกว่า 8.2 หรือ เท่ากับ 8.2 บวกเงิน 0.0 บาท/กก. ถ้าค่าของ ร้อยละของ ของแข็งทั้งหมดในน้ำนม ไม่รวม %Fat น้อยกว่า 8.2 หักเงิน 0.2 บาท/กก.

4) ปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตร (x1,000 Cells/ml.) โดยถ้าค่าของ ปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตร น้อยกว่า 300 หรือ เท่ากับ 300 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตร น้อยกว่า 500 หรือ เท่ากับ 500 บวกเงิน 0.2 บาท/กก. ถ้าค่า

ของ ปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตรน้อยกว่า 600 หรือ เท่ากับ 600 บวกเงิน 0.0 บาท/กก. ถ้าค่าของปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตรน้อยกว่า 800 หรือ เท่ากับ 800 หักเงิน 0.2 บาท/กก. ถ้าค่าของปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตรน้อยกว่า 1000 หรือ เท่ากับ 1000 หักเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ปริมาณเซลล์ต่อมิลลิลิตรมากกว่า 1000 ขึ้นไป หักเงิน 0.5 บาท/กก.

5) ระดับมาตรฐานฟาร์มปลอดโรค ถ้าค่าของ ระดับมาตรฐานฟาร์มปลอดโรค มากกว่า 0.5 หรือ เท่ากับ 0.5 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ระดับมาตราฐานฟาร์มปลอดโรคน้อยกว่า 0.5 บวกเงิน 0.0 บาท/กก.

6) ระดับมาตรฐานฟาร์ม ถ้าค่าของ ระดับมาตรฐานฟาร์มมากกว่า 0.5 หรือ เท่ากับ 0.5 บวกเงิน 0.3 บาท/กก. ถ้าค่าของ ระดับมาตรฐานฟาร์ม น้อยกว่า 0.5 บวกเงิน 0.3 บาท/กก.

ตัวอย่างการคำนวณเงินจากชั่วโมงในการเปลี่ยนสี (atbId == 29) แสดงใน Figure 7 ผลการคำนวณค่าน้ำนมแสดงใน Figure 8

ผลการทดสอบระบบการบันทึกปริมาณและคุณภาพน้ำนมดิบ

เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบที่สร้างขึ้น คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจำนวนความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลก่อนการนำระบบนี้ไปใช้ในระหว่างเดือนมกราคม 2562 ถึงเดือนมีนาคม 2562 เปรียบเทียบกับจำนวนความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลหลังการใช้ระบบสารสนเทศที่ได้สร้างขึ้น ข้อมูลจำนวนความผิดพลาดก่อนการใช้ระบบนับจากการแก้ไขเมื่อมีการทักท้วงจากเกษตรกร สาเหตุส่วนใหญ่ความผิดพลาดเกิดจากความล้าของสายตาของผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากต้องจ้องดูตารางในไฟล์ Excel ที่มีแต่ตัวเลขคล้ายๆกันเป็นเวลานาน ตรงกันข้ามกับความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลหลังการใช้ระบบที่เกิดจากความรีบร้อน และเวลาในการบันทึกข้อมูลหลังการใช้ระบบนับจากการแก้ไขข้อมูลในระบบภายหลังเกิดการทักท้วงของเกษตรกร ปรากฏผลดัง Table 1

Table 1 System efficiency before and after using the system

System Usage	Time	Number of Errors	Working Time (Minutes)
Before using system	Jan B.E. 2562	10	65
	Feb B.E. 2562	12	71
	Mar B.E. 2562	18	69
Average		13.33	68.33
After using system	Apr B.E. 2562	1	5
	May B.E. 2562	2	4
	Jun B.E. 2562	1	5
Average		1.33	4.67
Average Decrease		12.00	63.67
Percentage Decrease		90.00	93.17

จะเห็นได้ว่าระบบที่ได้สร้างขึ้นนี้ช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้นอย่างอย่างมีนัยยะสำคัญ กล่าวคือ ความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลได้ถึงร้อยละ 90 และลดเวลาในการบันทึกข้อมูลได้ร้อยละ 93.17

ผลการพัฒนาระบบนำเข้าข้อมูลจากห้องปฏิบัติการ

โดยทั่วไปแล้วห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมสมัยใหม่มักมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องวัดคุณภาพน้ำนมและแสดงผลการวัดคุณภาพไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นโดยอัตโนมัติอย่างไรก็ตามเครื่องวัดดังกล่าวนี้มีราคาประมาณ 10ล้านบาทเป็นอย่างน้อยซึ่งเป็นจำนวนเงินที่สูงเกินกว่าที่สหกรณ์โคนมโคกก่อจะจัดซื้อมาใช้ได้ ดังนั้นการวิจัยของโครงการนี้จึงได้เพิ่มระบบสำหรับนำเข้าข้อมูลด้านคุณภาพจากไฟล์ Excel จากห้องปฏิบัติการ

Figure 9 แสดงการทำงานในการอัพโหลดข้อมูลจากไฟล์ Excel เข้าสู่ระบบ โดยช่องว่างสีแดงเป็นช่องที่ยังไม่ได้อัพโหลดข้อมูลจึงว่างเปล่า เมื่ออัพโหลดข้อมูลแล้วจะปรากฏตัวเลขคุณภาพน้ำนมขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติด้านต่างๆของน้ำนมที่ห้องปฏิบัติการตรวจสอบจะตรงกับที่ศูนย์รับน้ำนมต้องการ ลำดับคุณสมบัติด้านต่างๆ เหล่านี้ที่ถูกบันทึกในไฟล์ Excel จะตรงกันกับที่ระบุไว้ในโปรแกรมซึ่งสามารถสร้างเป็นแบบฟอร์มสำหรับเก็บไว้ในฐานข้อมูล ดังนั้นเมื่อจะอัพโหลดข้อมูลที่ต้องการจึงเพียงแต่ระบุฟอร์มให้ถูกต้องเท่านั้น

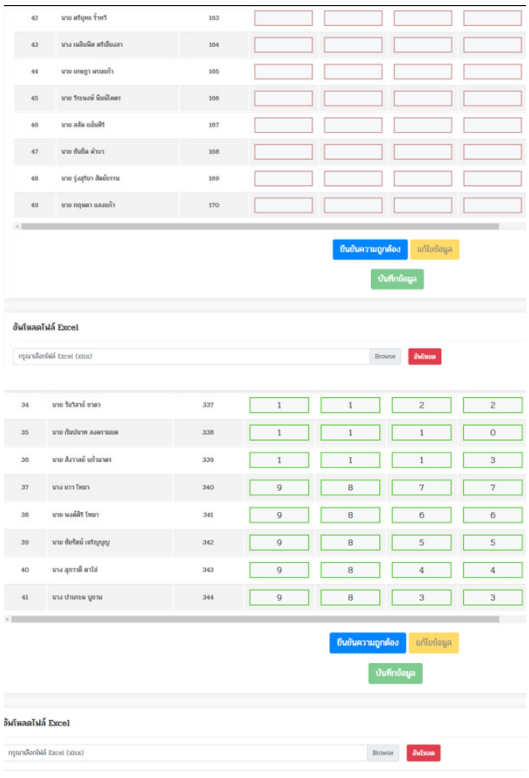

Figure 9 Screen snapshot of input system

การใช้ประโยชน์ร่วมกันกับโปรแกรมจัดการฟาร์ม Zyan Dairy Farm ของเกษตรกร

ในโครงการวิจัยก่อนหน้านี้ คณะผู้วิจัยได้เริ่มพัฒนาระบบ Zyan Dairy Farm สำหรับเกษตรกรเพื่อบันทึกข้อมูลประวัติโค และการจัดการฟาร์มต่างๆ เช่น การรักษาสัตว์ป่วย การให้ยา ฯลฯ ระบบที่สร้างขึ้นมาในการวิจัยนี้ได้เชื่อมโยงกับโปรแกรม Zyan Dairy Farm โดยส่งข้อมูลการบันทึกปริมาณน้ำนมในแต่ละวันทั้งรอบเช้าและเย็นไปยังโทรศัพท์ของเกษตร ดังแสดงใน Figure 10

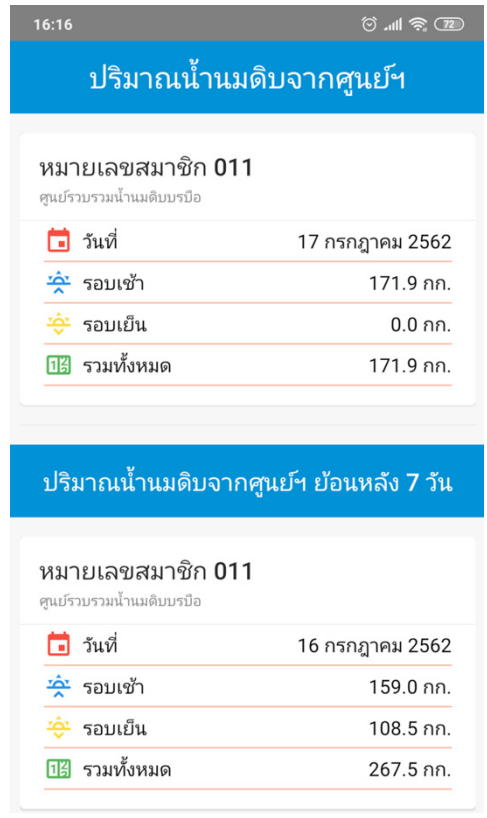

Figure 10 Screen snapshot of intercooperation with Zyan Dairy Farm system

การใช้ประโยชน์ของสัตวแพทย์

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มโคนม (มกษ. 6402-2552) ได้กำหนดให้ฟาร์มโคนมต้องเลี้ยงโคนมให้มีสุขภาพดีผลิตน้ำนมโคที่ปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคหรือการนำไปแปรรูป พร้อมทั้งไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยต้องมีสัตวแพทย์ที่มีใบอนุญาตเป็นผู้ควบคุมฟาร์มโคนมทำหน้าที่กำกับดูแลด้านสุขภาพโคนม สัตวแพทย์ผู้ควบคุมฟาร์มโคนมจึงต้องให้ความสำคัญต่อคุณภาพน้ำนมที่รายงานจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ประจำภูมิภาค ซึ่งมีการรายงานทุกเดือน

แอปพลิเคชันสำหรับบันทึกข้อมูลคุณภาพน้ำนมที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำให้สัตวแพทย์นำไปใช้เพื่อวางแผนจัดการฟาร์มและสุขภาพโคให้ส่งผลที่ดีต่อคุณภาพน้ำนมได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น กรณีผลการตรวจของแข็งในน้ำนม (TS) และค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนม (%FAT) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งเกิดจากปัจจัยร่วมทั้งสุขภาพโค ระยะการรีดนม และการให้อาหารโค สัตวแพทย์จะต้องปรึกษาร่วมกับนักสัตวศาสตร์เพื่อสร้างแนวทางปรับปรุงให้มีไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แอปพลิเคชันยังทำให้สัตวแพทย์ได้ติดตามผลการตรวจโรคติดต่อ

ชนิดต่างๆ ซึ่งทำให้สามารถประเมินภาวะสุขภาพของฝูงโคในฟาร์มได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้สัตวแพทย์ยังได้ทำหน้าที่ทางด้านสาธารณสุขในการผลิตน้ำนมที่ปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค จากการติดตามการปนเปื้อนของแบคทีเรียในฟาร์ม การปนเปื้อนของสารพิษชนิดต่างๆ ในน้ำนม จะทำให้สัตวแพทย์ทำหน้าที่ควบคุมและกำจัดปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้

Figure 11 Real world deployment at Khok-kho cooperative, Mahasarakham

การประเมินผลการอำนวยความสะดวกและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมานี้ได้ถูกนำไปใช้งานจริง ณ ศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบของสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ จำกัด จังหวัดมหาสารคาม โดยนำไปใช้บันทึกผลการตรวจคุณภาพน้ำนมจากห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้แก่ ห้องปฏิบัติการของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ ห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น และห้องปฏิบัติการของบริษัทเอกชนผู้รับซื้อน้ำนมเพื่อการแปรรูป โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะส่งผลการตรวจคุณภาพน้ำนม เช่น ผลการตรวจเมธิลีนบลู ผลการตรวจการคงตัวของโปรตีนด้วยแอลกอฮอล์ ผลการตรวจนับจำนวนโซมาติกเซลล์ ผลการตรวจค่าของแข็งในน้ำนม โปรตีนและไขมันในน้ำนม ในรูปแบบ Excel ให้แก่สหกรณ์ เมื่อสหกรณ์นำผลการตรวจน้ำนมทั้งหมดเข้าสู่ระบบที่พัฒนาขึ้น สหกรณ์จะเลือกนำผลการตรวจบางรายการเพื่อนำมาคำนวณค่าน้ำนมตามเกณฑ์คุณภาพ ร่วมกับผลการประเมินอื่น เช่น ผลการประเมินตามเกณฑ์ฟาร์มมาตรฐาน ผลการประเมินตามเกณฑ์ฟาร์มมปลอดโรค จากนั้นกำหนดค่าราคาตามมาตรฐาน ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะแสดงผลค่าน้ำนมดิบของเกษตรกรสมาชิกทุกราย ทำให้เจ้าหน้าที่ของสหกรณ์ฯ มีข้อมูลที่ถูกต้องและทำงานได้สะดวก โดยที่ระบบสารสนเทศที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถลดความผิดพลาดและเวลาการปฏิบัติงานได้ถึง 90% และผู้ปฏิบัติงานที่สหกรณ์ซึ่งมีเพียง 3 คนต่างมีความพึงพอใจที่สุดที่ได้ใช้ระบบนี้ อย่างไรก็ตาม มีกลุ่มผู้ใช้อีกสองกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากระบบสารสนเทศที่สร้างขึ้นนี้ คือ สัตวแพทย์และเกษตรกร โดยที่สัตวแพทย์เป็นผู้มีส่วนสำคัญในการนำข้อมูลที่ได้จากระบบนี้ไปใช้ผ่านแอพพลิเคชั่น Zayn Vet เพื่อการรักษาสัตว์ป่วยและพัฒนาคุณภาพน้ำนม ผลการประเมินความพึงพอใจของสัตวแพทย์เป็นดัง Table 2

Table 2 Veterinary satisfactory survey's result

User	Question	Average Satisfactory (5 levels)
Number of Veteinary (20)	Easy to Learn	4.60
	Easy to Use	4.65
	Easy to Install	4.75
	Usage Instructions	4.55
	Convenience of Usage	4.80
	Preparation before Work	4.75
	Decrease Travel Time	4.85
	Decrease Work Time	4.70
	Increase Work Efficiency	4.80
	Recommend to Others	4.70
Average Satisfactory		4.72

โดยที่เกษตรเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากการใช้ระบบนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่สหกรณ์ โดยได้รับข้อมูลผ่านระบบ Zyan Diary Farm ผลการประเมินความพึงพอใจปรากฏดัง Table 3

Table 3 Farmer satisfactory survey's result

ผู้ใช้	คำถาม	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 5 ระดับ
เกษตรกร (30 คน)	Easy to Learn	4.60
	Easy to Use	4.57
	Easy to Install	4.73
	Usage Instructions	4.63
	Convenience of Usage	4.37
	Expense Forecast	4.73
	Fairness	4.83
	Decrease Work Time	4.60
	Increase Milk Quality	4.47
	Recommend to Others	4.63
Average Satisfactory		4.62

สรุป

โครงการนี้ได้สร้างนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ คือ ซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ สามารถลดความผิดพลาดในการทำงานได้ถึงร้อยละ 90 ลดเวลาในการทำงานได้ถึงร้อยละ 93.17 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจที่สุด มีศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบอย่างน้อย 1 แห่งได้ใช้ประโยชน์ คือ สหกรณ์โคนมโคกก่อ อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม เกิดความสำเร็จในการพัฒนามาตรฐานศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบและการควบคุมคุณภาพน้ำนมดิบ เสริมสร้างขีดความสามารถในการผลิตน้ำนมที่มีคุณภาพแก่อุตสาหกรรมนม นิสิตสัตวแพทย์ที่เข้าร่วมโครงการมีทักษะในการพัฒนาคุณภาพน้ำนมจากการนำข้อมูลสารสนเทศของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบไปใช้ประโยชน์ มีทักษะในการทำงานเพื่อตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรมนม สัตวแพทย์มีความพึงพอใจระดับ 4.72 และเกษตรกรมีความพึงพอใจระดับ 4.62

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา เครือข่ายบริหารการวิจัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน สหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนมโคกก่อ จำกัด และ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนาภาครัฐร่วมเอกชนในเชิงพาณิชย์ ประจำปีงบประมาณ 2561 ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยเฉพาะทางด้านการปนเปื้อนในอาหาร (Food Contaminants Reserch Unit, FCRU) คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และหน่วยปฏิบัติการวิจัยเฉพาะทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Multiagent, Intelligent and Simulation Laboratory: MISL) คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกทุกด้านจนการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและเป็นประโยชน์ต่อชุมชนผู้เลี้ยงโคนม

เอกสารอ้างอิง

1. ศุกลรัตน์ บุณยยาตรา, สุวิชัย โรจนเสถียร, ประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล, กิตติศักดิ์ อัจฉริยะขจร. ลักษณะของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบในเขตภาคเหนือ. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 2546;1(1):47-52.
2. วินัย พุทธกูล, สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย, สุวรัจน์ หงส์ยันตรชัย, บุญเติม ติระวัฒนประเสริฐ. การพัฒนามาตรฐาน GMP ของศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ. วารสารเศรษฐศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2549;13(2):45-59.
3. สาธิต ปิติวรา, บรรพต วิรุณราช. การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการจัดการสมัยใหม่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบ: กรณีศึกษา สหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จำกัด จังหวัดสระแก้ว. วารสารวิทยาลัยพาณิชยศาสตร์บูรพาปริทัศน์. 2555;7(2):13-25.
4. สุชาดา เกตุดี. การออกแบบและพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการศูนย์รวบรวมน้ำนม. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2548. หน้า 126.
5. Majeed, A., Rauf. I. MVC Architecture: A Detailed Insight to the Modern Web Applications Development. Peer Review Journal of Solar and Photoenergy Systems. 2018;1(1):1-7.