การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะ

Development of a Traceability System for Niche Market Rice

ปิยรัตน์ พลยะเรศ[1] กัญจนัสม์ พาพล[2] สิรีรัตน์ อัครพรวินิจ[2] คณิน ดิษคำเหมาะ[3]
เกรียงไกร พันธุ์วรรณ์[4] พรทิพย์ ถาวงค์[5]
Piyarat Ponyared[1] Kunjanut Parpol[2] Sireerat Akarapornvinit[2] Kanin Ditkhammao[3]
Grienggrai Pantuwan[4] Porntip Thavong[5]

Abstract

Nowadays, consumers are more concerned about food quality and food safety. Traceable system is a useful tool to follow the movement of a food product through production, processing and distribution. Many countries such as EU, USA and Japan set out regulations to enforce their agricultural product exporters providing product information for traceability throughout the entire supply chain. In Thailand, it is also important for major rice exporters to develop a mechanism and tool for mastering such enforcement in rice production. Therefore, the objective of this research is to develop a traceability system for rice production from seed production to the distribution for consumer using QR Code technology and web-based application. The process of production and marketing of RD43 was used as a model for the traceability system development which consists of 6 module systems; i.e.,1) milled rice pre-ordering system 2) management center system 3) seed control system 4) paddy production control system 5) milling control system and 6) packing control system. The system was performance tested and used by 3 training courses for Rice Department staffs and traders. Moreover, this system was used and promoted for RD43 by rice traders. Our newly developed system could provide an easy and rapid tracking system for the consumers throughout the supply chain. Moreover, it would help increasing consumer confidence and promoting Thai rice industry to reach the international standards. This system allows user to easily and quickly access via website and mobile on http://thairicetrace.ricethailand.go.th

Keywords: rice, RD43, niche market rice, traceability system, QR Code, web-based application

บทคัดย่อ

ปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับคุณภาพและความปลอดภัยในอาหารมากยิ่งขึ้น การตรวจสอบย้อนกลับเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการติดตามและตรวจสอบผลิตภัณฑ์อาหารตั้งแต่การผลิตจนถึงผู้บริโภคในหลายประเทศ ได้แก่ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ได้กำหนดมาตรการให้ผู้ส่งออกสินค้าเกษตร ต้องตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาของอาหารได้ ประเทศไทยซึ่งเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่จึงต้องมีกลไกเพื่อรองรับมาตรการดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าว ตั้งแต่กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวจนถึงผู้บริโภคด้วย

Received: 1 March 2022 / Revised: 3 October 2022 / Accepted: 16 October 2022

[1] สถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี 72000 โทร. 0-3555-5340
Thailand Rice Science Institute, Muang, Suphanburi 72000 Tel. 0-3555-5340
[2] กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 โทร. 02-2579-5360
Division of Rice Product Development, Rice Department, Chatuchack, Bangkok 10900 Tel. 0-2579-5360
[3] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมการข้าว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 โทร. 0-2561-5450
Center of Information and Communications Technology, Rice Department, Chatuchack, Bangkok, 10900 Tel. 0-2561-5450
[4] ข้าราชการบำนาญ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมการข้าว
Retired Government Official, Center of Information and Communications Technology, Rice Department
[5] ข้าราชการบำนาญ กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว
Retired Government Official, Division of Rice Product Development, Rice Department

เทคโนโลยีรหัสคิวอาร์ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ต้นแบบกระบวนการผลิตและการตลาดของข้าวพันธุ์ กข43 ประกอบด้วย 6 ระบบหลัก ได้แก่ 1) ระบบสั่งจองข้าวสาร (เชื่อมโยงตลาด) 2) ระบบศูนย์กลางการบริหารจัดการ 3) ระบบการควบคุมเมล็ดพันธุ์ 4) ระบบการควบคุมการผลิตข้าวเปลือก 5) ระบบการควบคุมการสีแปรรูป และ 6) ระบบการควบคุมการคัดบรรจุ ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและนำไปใช้งานจริงกับผู้ประกอบการค้าข้าว พันธุ์ กข43 และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เจ้าหน้าที่กรมการข้าวและผู้ประกอบการ จำนวน 3 รุ่น ระบบนี้จะช่วยผู้บริโภคสามารถติดตามผลิตภัณฑ์ข้าวและกระบวนการได้ในทุกจุดของห่วงโซ่อุปทาน อีกทั้งเพิ่มความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภคและส่งเสริมอุตสาหกรรมข้าวไทยให้เข้าสู่มาตรฐานสากลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยการใช้งานบนโทรศัพท์มือถือและเว็บแอปพลิเคชัน และสามารถเข้าใช้งานระบบได้บนเว็บไซต์ http://thairicetrace.ricethailand.go.th

คำสำคัญ: ข้าว กข43 ข้าวตลาดเฉพาะ ตรวจสอบย้อนกลับ รหัสคิวอาร์ เว็บแอปพลิเคชัน

คำนำ

ข้าวตลาดเฉพาะ (niche market rice) คือ ข้าวคุณภาพที่มีระบบการผลิตได้ตามมาตรฐานสินค้าปลอดภัย มีคุณลักษณะพิเศษหรือคุณค่าทางโภชนาการที่โดดเด่น มีอัตลักษณ์ มีตลาดและผู้บริโภคเป็นลักษณะเฉพาะ เช่น กลุ่มข้าวอินทรีย์ (organic rice) กลุ่มข้าวโภชนาการสูง (high nutrition rice) กลุ่มข้าวชี้บ่งทางภูมิศาสตร์ (geographical indication rice) เป็นต้น

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจข้าวเชิงสุขภาพที่มีโภชนาการสูง ซึ่งกรมการข้าวได้มีการพัฒนาและมีการศึกษาพันธุ์ข้าวด้านสุขภาพมากกว่า 100 พันธุ์ จากรายงานของอังศุธรย์ และคณะ (2560) พบว่า ข้าวพันธุ์ กข43 มีค่าการแตกตัวน้ำตาลน้อยและค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างต่ำ จึงเป็นข้าวทางเลือกสำหรับผู้ป่วยเบาหวานรวมถึงผู้ใส่ใจสุขภาพ นอกจากนี้จุดเด่นของข้าวพันธุ์ กข43 เป็นข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ต้านทานโรคไหม้ คุณภาพการสีดี เมื่อหุงต้มจะมีลักษณะนุ่ม มีกลิ่นหอม อายุการเก็บเกี่ยว 95 วัน ผลผลิตเฉลี่ย 561 กิโลกรัมต่อไร่ จึงถือเป็นทางเลือกให้เกษตรกรสำหรับผลิตข้าวที่มีคุณภาพดี

กรมการข้าวได้ทำการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตข้าวพันธุ์ กข43 ภายใต้แผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร ในโครงการส่งเสริมระบบการเกษตรแบบแปลงใหญ่ เพื่อสนับสนุนให้เกษตรกรมีการรวมกลุ่มการผลิต มีการบริหารจัดการร่วมกัน มีมาตรฐานรับรอง และทำการตลาดร่วมกับผู้ประกอบการ โดยในปีการผลิต 2561/2562 ได้ส่งเสริมการผลิตข้าวพันธุ์ กข43 ในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง 42,274 ไร่ ในปีการผลิต 2562/2563 มีพื้นที่การผลิตข้าว 50,127 ไร่ ปีการผลิต 2563/2564 มีพื้นที่การผลิตข้าวในพื้นที่ภาคกลาง 23,127 ไร่ และในแผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร ปีการผลิต 2564/2565 ได้กำหนดเป้าหมายความต้องการใช้และการผลิตข้าวพันธุ์ กข43 ที่ 58,000 ล้านตันข้าวเปลือก ในพื้นที่ 103,000 ไร่ (กรมการข้าวและกรมการค้าภายใน, 2564) แสดงให้เห็นว่า ข้าวพันธุ์ กข43 เป็นพันธุ์ข้าวที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการและตลาดการค้าข้าวเป็นอย่างดี

ปัจจุบันมีการแข่งขันสูงระหว่างประเทศผู้ส่งออกข้าวในตลาดโลก และผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยทางอาหารมากขึ้น ประกอบกับองค์การการค้าโลก (World Trade Organization, WTO) มีมาตรการด้านอาหารปลอดภัย ส่งผลให้หลายประเทศ ทั้งสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ได้ประกาศใช้กฎหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานสินค้าทางการเกษตรและบังคับใช้อย่างเป็นทางการ ทำให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับสินค้าเกษตรถึงแหล่งที่มาได้ (วรพจน์, 2550)

ประเทศไทยโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ประกาศมาตรฐานสินค้าเกษตร เมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2556 เรื่อง การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหาร เพื่อเป็นการปรับปรุงให้มาตรฐานสินค้าเกษตรอีกทั้งผลักดันให้สินค้าเกษตรไทยมีระบบตรวจสอบย้อนกลับเพื่อให้ผลิตผลการเกษตรของไทยเป็นที่ยอมรับด้านความปลอดภัยและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันระหว่างประเทศได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2556)

ข้าวตลาดเฉพาะเป็นสินค้าที่มีศักยภาพในการค้าและการส่งออก ต้องมีกระบวนการผลิตที่เป็นมาตรฐาน

ระดับสากลตลอดห่วงโซ่อุปทาน เช่น มาตรฐานการเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP) มาตรฐานการแปรสภาพในโรงงานที่ดี (Good Manufacturing Practice: GMP) เป็นต้น การมีระบบตรวจสอบย้อนกลับที่ผู้เกี่ยวข้องทุกจุดในห่วงโซ่อุปทานและผู้บริโภคสามารถตรวจสอบและได้รับข้อมูลในทุกขั้นตอน เป็นการสร้างความเชื่อมั่นต่อคุณภาพและความปลอดภัยของข้าวไทยแก่ผู้บริโภคได้

การตรวจสอบย้อนกลับ (traceability) คือ ความสามารถในการติดตามการเคลื่อนย้ายของสินค้าหรืออาหารในกระบวนการผลิต และการกระจายสินค้าหรืออาหาร (European Commission, 2000) ถือเป็นเครื่องมือทำหน้าที่ติดตามที่มาของสินค้าตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่กระบวนการผลิตไปจนถึงผู้บริโภค โดยการตรวจสอบย้อนกลับประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ การติดตาม (following) เพื่อติดตามปลายทางได้ว่า สินค้านั้นถูกขนส่งไปอยู่ ณ ที่ใด ถูกไปผลิตต่อหรือจำหน่าย และการตรวจสอบย้อนกลับ (tracking) คือ การสืบกลับไปได้ว่าสินค้าที่มีปัญหาผลิตขึ้นเมื่อใด เพื่อเรียกคืนสินค้าในกรณีตรวจพบว่ากระบวนการผลิตบางล็อตมีปัญหาซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อลูกค้าหรือผู้บริโภค (เฉลิมชนม์, 2554)

การพัฒนาวิธีการและเทคโนโลยีเพื่อจัดทำระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับสินค้าเกษตรอย่างหลากหลาย ทั้งการใช้รหัสสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Product Code: EPC) ร่วมกับเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี (Radio-Frequency Identification: RFID) ที่สามารถระบุวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยสมจิตร และคณะ (2551) ได้ออกแบบซอฟต์แวร์ด้วยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเพื่อตรวจสอบย้อนกลับข้าวหอมมะลิ และ Shougang และคณะ (2010) พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในจีน โดยมีการเก็บข้อมูลในกระบวนการผลิตจนถึงจุดจำหน่ายด้วยการใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี นอกจากนี้จากการพัฒนาของเทคโนโลยีรหัสคิวอาร์ (Quick Response Code: QR Code) ซึ่งเป็นบาร์โค้ดสองมิติชนิดหนึ่ง สามารถแปลงรหัสให้ออกมาเป็นข้อมูลได้ด้วยเวลาที่รวดเร็ว (บุษรา, 2554) เปรียบเสมือนป้ายรหัสของสินค้าที่สามารถจะอ่านข้อมูลเฉพาะของสินค้าชิ้นนั้นๆ และสามารถอ่านรหัสคิวอาร์ได้อย่างสะดวกผ่านการสแกนด้วยโทรศัพท์มือถือ มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการเป็นรหัสเพื่ออ่านข้อมูลเรื่องราวของการตรวจสอบกลับของกระบวนการผลิตได้สะดวกรวดเร็ว

ปัจจุบันมีการนำรหัสคิวอาร์มาประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบย้อนกลับอย่างแพร่หลาย ทั้งใช้เพื่อพัฒนาระบบการติดตามคุณภาพของเนื้อสุกรด้วยการใช้หลักการของรหัสคิวอาร์ที่เชื่อมโยงข้อมูลคุณภาพของเนื้อสุกรกับข้อมูลการขนส่งแบบควบคุมอุณหภูมิ (Peng *et al*., 2018) Chen และคณะ (2020) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรที่เก็บข้อมูลด้วยการใช้เทคโนโลยีรหัสบาร์โค้ดสองมิติ และ Irsyaputra และคณะ (2018) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับห่วงโซ่อุปทานข้าวอินทรีย์ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับรหัสคิวอาร์ในการติดตามและตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งแต่การผลิตจากแปลงข้าวจนถึงการจำหน่ายแก่ผู้บริโภค

นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2560 สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสินค้าเกษตรสำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก (http://qrtrace.acfs.go.th/acfs/) ซึ่งมีการนำระบบ QR Code และเว็บแอปพลิเคชันมาใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยตรวจสอบย้อนกลับ โดยรองรับสินค้าเกษตรในกลุ่มผัก ผลไม้ ข้าว ปศุสัตว์ ไข่ ประมง และสินค้าแปรรูป/อาหาร ผู้ขายสินค้าเกษตรสามารถจัดเก็บข้อมูลที่มาและเส้นทาง รวมถึงข้อมูลการผลิตทำให้ผู้ซื้อสามารถตรวจสอบย้อนกลับสินค้าเกษตรได้ตลอดห่วงโซ่การผลิต ยิ่งไปกว่านั้น การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับสินค้าเกษตร หากสามารถพัฒนาการติดรหัสคิวอาร์ลงบรรจุภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม ก็จะสามารถป้องกันการปลอมแปลงสินค้าได้เป็นอย่างดี และสามารถลดปัญหาในการละเมิดลิขสิทธิ์อันเป็นการทำลายระบบการค้าและตราสินค้าได้อีกด้วย โดยเฉพาะสินค้าข้าวที่ต้องมีการควบคุมทั้งการผลิตและคุณภาพมาตรฐานที่สูง เพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาด้านปริมาณและราคาที่ขาดสมดุล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะและแสดงผลด้วยเทคโนโลยีรหัสคิวอาร์ โดยนำร่องด้วยข้าวพันธุ์ กข43 ซึ่งเป็นสินค้าข้าวที่มีมูลค่าสูงและมีศักยภาพในการส่งออก เพื่อเป็นเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบย้อนกลับสินค้าข้าว

อย่างครอบคลุมและเหมาะสมตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่กระบวนการผลิต การแปรรูปจนถึงการจำหน่าย สร้างความโปร่งใส ยกระดับความน่าเชื่อถือและสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้าข้าวไทย ให้ผู้บริโภคทั้งชาวไทยและต่างชาติสามารถตรวจสอบแหล่งปลูกและเส้นทางสินค้าข้าว ตั้งแต่กระบวนการเพาะปลูก การผลิต การแปรรูป และการจำหน่ายข้าว ซึ่งในส่วนของหน่วยงานรัฐผู้รับผิดชอบ รวมถึงผู้ประกอบการสามารถใช้ระบบตรวจสอบย้อนกลับสินค้าข้าวในการควบคุมข้อมูลการผลิต การบริหารวัตถุดิบและสต๊อกสินค้า รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการตรวจรับรองมาตรฐานของสินค้าได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

การวิเคราะห์เพื่อศึกษา รวบรวมกระบวนการในแต่ละจุดของห่วงโซ่อุปทาน ระบบข้อมูลที่ต้องจัดเก็บ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (stockholder) การเชื่อมโยงกระบวนการและข้อมูลระหว่างจุดของห่วงโซ่อุปทาน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1.1 การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทาน และกระบวนการผลิตและการตลาดข้าว ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตและการตลาดข้าว โดยใช้ระบบการผลิตและการตลาดของข้าวพันธุ์ กข43 เป็นต้นแบบของห่วงโซ่อุปทาน

ในปี พ.ศ. 2561 กรมการข้าวและกรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์ ได้มีการส่งเสริมและพัฒนากระบวนการผลิตข้าวพันธุ์ กข43 ตามกรอบแนวคิด “การตลาดนำการผลิต” สามารถดำเนินการบริหารจัดการและควบคุมการผลิตจนถึงการตลาด โดยเริ่มกระบวนการตั้งแต่การเชื่อมโยงตลาดระหว่างผู้ประกอบการค้าข้าว ได้สั่งจองข้าวตามปริมาณที่ต้องการในแต่ละฤดูการผลิตมายังกรมการข้าว ที่เป็นฝ่ายบริหารจัดการกระบวนการผลิต โดยผู้รับผิดชอบของแต่ละกระบวนการจะดำเนินการควบคุมการผลิตของแต่ละขั้นตอน ได้แก่ การวางแผนการปลูก การเตรียมเมล็ดพันธุ์ด้วยการดำเนินการของกรมการข้าว เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวชั้นพันธุ์คัดและพันธุ์หลัก จัดเตรียมโดยศูนย์วิจัยข้าว ส่วนเมล็ดพันธุ์ข้าวชั้นพันธุ์ขยายและพันธุ์จำหน่าย จัดเตรียมโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว จากนั้นส่งมอบเมล็ดพันธุ์

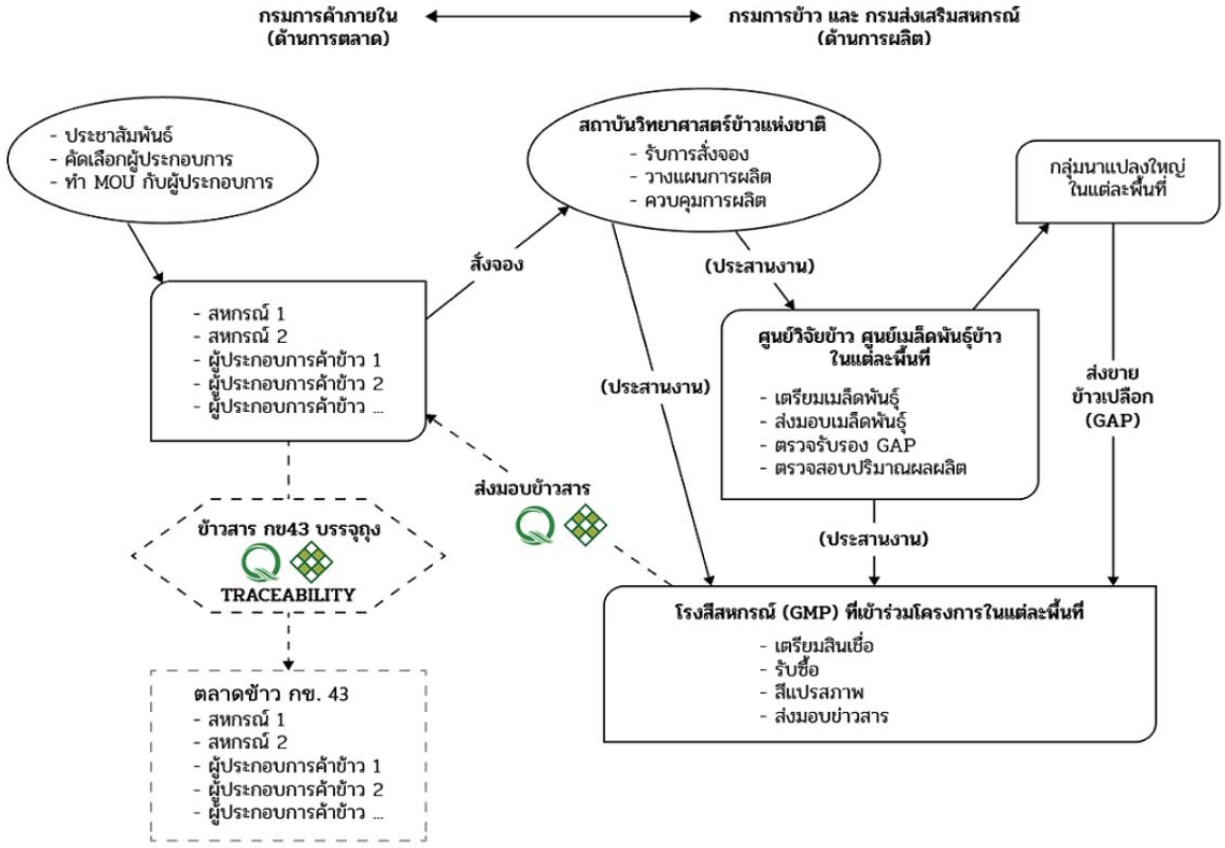

Fig. 1 Model of RD43 production and marketing value chain

ข้าวชั้นพันธุ์ขยายจากกรมการข้าวแก่กลุ่มเกษตรกรที่เป็นกลุ่มนาแปลงใหญ่ โดยมีการควบคุมการผลิตข้าวเปลือกและมีการตรวจรับรองมาตรฐาน GAP โดยกรมการข้าว การรวบรวมข้าวเปลือกและสีแปรรูปโดยโรงสีที่ได้รับมาตรฐาน GMP เมื่อการผลิตข้าวเปลือกและแปรรูปผ่านการตรวจรับรองมาตรฐาน GAP และ GMP แล้ว ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการขอเครื่องหมายรับรองระบบผลิตข้าว Q และขอรับรองเครื่องหมายรับรองข้าวพันธุ์แท้ของกรมการข้าว จนถึงการคัดบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวและวางจำหน่าย โดยแสดงกระบวนการผลิตและการตลาดของข้าวพันธุ์ กข43 และผู้เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทาน (Fig. 1)

1.2 การวิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตและการตลาดของข้าวพันธุ์ กข43 เพื่อใช้เป็นต้นแบบของระบบตรวจสอบย้อนกลับ สามารถออกแบบกระบวนการทำงานของระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะได้ (Fig. 2) ประกอบด้วย 4 ระบบหลัก ได้แก่

1) ระบบควบคุมการผลิตและการตลาดข้าว เป็นส่วนหลักในการจัดเก็บและจัดการข้อมูลของกระบวนการผลิตและการตลาดของข้าวทั้งระบบ ประกอบด้วย 6 ระบบ (module) ได้แก่ (1) ระบบสั่งจองข้าวสาร (เชื่อมโยงตลาด) (2) ระบบศูนย์กลางการบริหารจัดการ (3) ระบบการควบคุมการนำเมล็ดพันธุ์ไปใช้ (4) ระบบการควบคุมการผลิตข้าวเปลือก (5) ระบบการควบคุมการสี แปรรูป และ (6) ระบบการควบคุมการคัดบรรจุ

2) ระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวตลาดเฉพาะสำหรับเจ้าหน้าที่ เป็นส่วนของระบบงานเพื่อตรวจสอบย้อนกลับและติดตามโดยเจ้าหน้าที่ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน (process) คือ (1) ระบบการผลิตเมล็ดพันธุ์ (2) ระบบตรวจสอบรับรองมาตรฐาน GAP (3) ระบบมาตรฐานโรงเก็บ (4) ระบบสีแปรรูปตามมาตรฐาน GMP และ (5) ระบบคัดบรรจุ

3) ระบบตรวจสอบย้อนกลับข้าวตลาดเฉพาะสำหรับผู้บริโภค เป็นระบบงานที่แสดงผลการตรวจสอบย้อนกลับของผลิตภัณฑ์ข้าวโดยผู้บริโภคผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) แหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว (2) แปลงผลิตข้าวเปลือก/ข้อมูลกลุ่มเกษตรกร (3) โรงสี และ (4) โรงคัดบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าว

4) ระบบจัดการข้อมูลและระบบรายงาน เป็นส่วนของระบบดูแลและจัดการข้อมูลโดยผู้ดูแลระบบ (administer) ประกอบด้วย 3 ระบบย่อย คือ (1) ระบบผู้

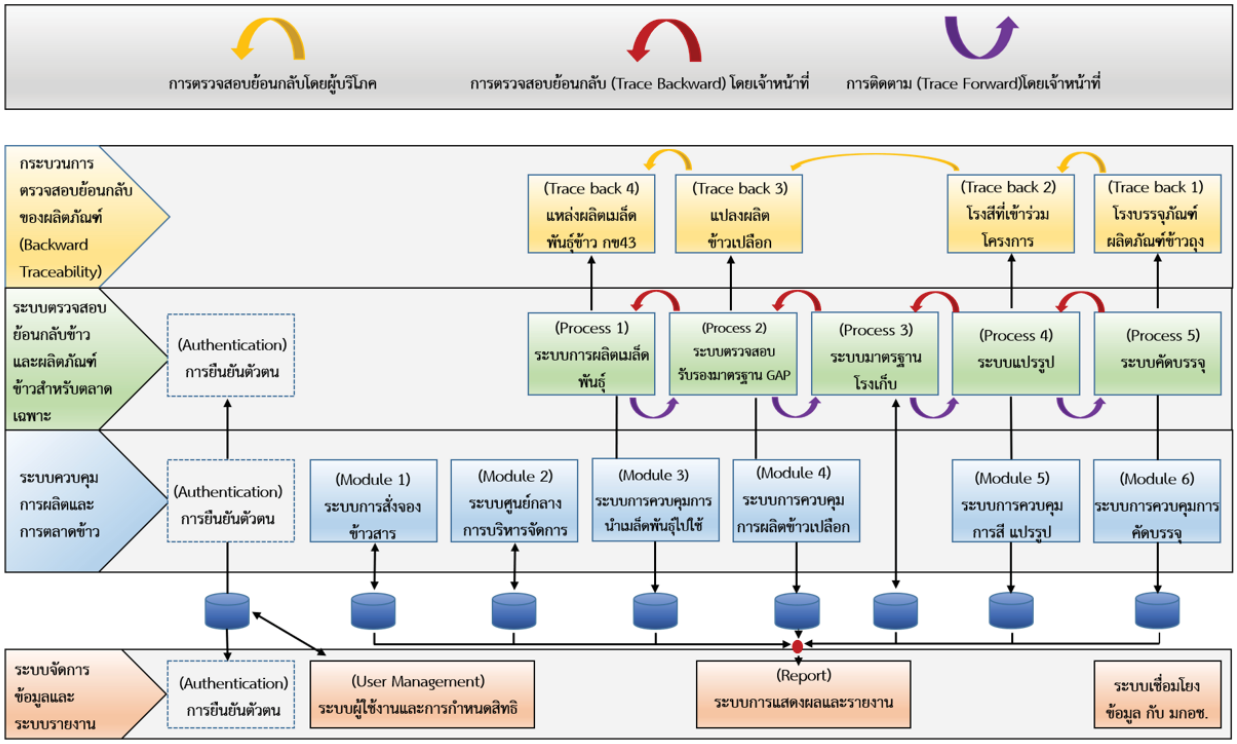

Fig. 2 System architecture and traceability system framework

ใช้งานและกำหนดสิทธิ (2) ระบบการแสดงผลและรายงาน และ (3) ระบบเชื่อมโยงข้อมูลกับหน่วยงานภายนอกเพื่อรองรับการปรับปรุงระบบในอนาคต

2. การพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะ ประกอบด้วยส่วนระบบฐานข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) โดยใช้ MySQL (5.0.12) เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (database management system: DBMS) และระบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันได้พัฒนาด้วยภาษา PHP (version 7.2.7) CSS และ HTML (version 5) ทำงานบน Apache HTTP Server เพื่อให้สามารถแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพบนจอโทรศัพท์มือถือหรือแท็ปเล็ต และติดตั้งระบบบนระบบปฏิบัติการ Window server 2019 ภาพรวมโครงสร้างของระบบแสดงใน Fig. 3A ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

2.1 ฐานข้อมูล เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของระบบ (Fig. 3A) โดยมีกลุ่มข้อมูลต่างๆ จำแนกเป็น 13 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มโครงการข้าว/ผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิ กลุ่มผู้ประกอบการ/แบรนด์/สินค้าและใบรับรอง กลุ่มโรงสีข้าว/โรงคัดบรรจุและใบรับรอง กลุ่มเกษตรกรนาแปลงใหญ่/แปลงนาและใบรับรอง กลุ่มการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว กลุ่มการสั่งจองข้าว (Module 1) กลุ่มศูนย์กลางการบริหารจัดการ (Module 2) กลุ่มการควบคุมการนำเมล็ดพันธุ์ไป

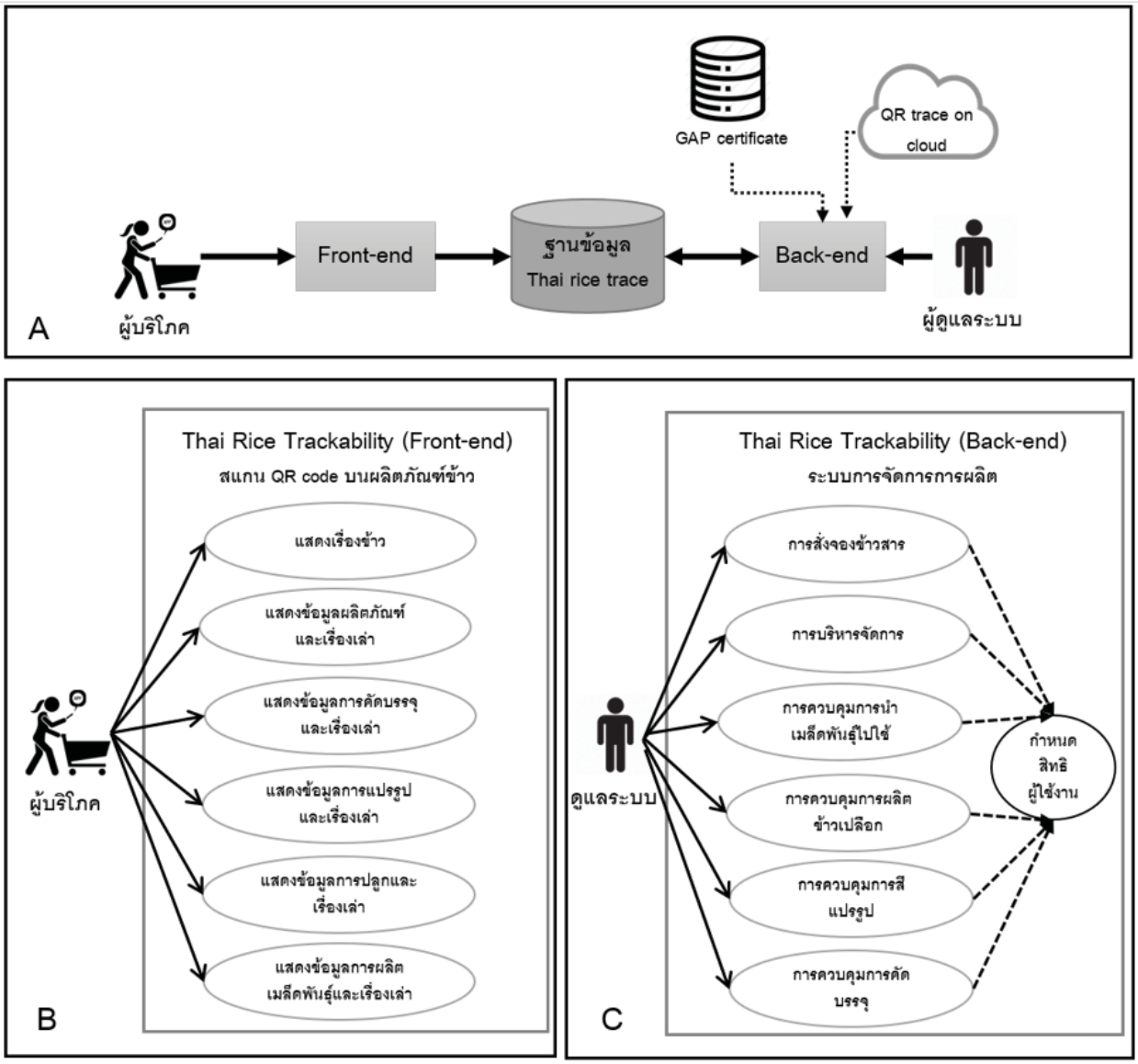

Fig. 3 Function specification of rice traceability system, A: Overall system workflow B: Front-end process C: Back-end process

ใช้ (Module 3) กลุ่มการควบคุมการผลิตข้าวเปลือก (Module 4) กลุ่มการควบคุมการสีแปรรูป (Module 5) กลุ่มการควบคุมการคัดบรรจุ (Module 6) กลุ่มเรื่องเล่า และกลุ่มอื่นๆ

2.2 ระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าวผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์ หรือ front-end เป็นส่วนแสดงผลสำหรับผู้ใช้งานที่ให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ข้าวผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์ แสดงใน Fig. 3B มีการแสดงผล 6 ส่วน คือ แสดงเรื่องข้าว ข้อมูลผลิตภัณฑ์และเรื่องเล่า ข้อมูลการคัดบรรจุและเรื่องเล่า ข้อมูลการแปรรูปและเรื่องเล่า ข้อมูลการปลูกและเรื่องเล่า และข้อมูลการผลิตเมล็ดพันธุ์และเรื่องเล่า

2.3 ระบบบริหารจัดการข้อมูลการผลิตข้าวและการจัดการข้อมูลเรื่องเล่า หรือ back-end แสดงใน Fig. 3C เป็นส่วนระบบการจัดการการผลิต ประกอบด้วย 6 ส่วน คือ การสั่งจองข้าวสาร การบริหารจัดการ การควบคุมการนำเมล็ดพันธุ์ไปใช้ การควบคุมการผลิตข้าวเปลือก การควบคุมสีแปรรูป และการควบคุมการคัดบรรจุ โดยส่วนนี้มีการจัดการข้อมูลโดยผู้ดูแลระบบ และมีการเปิดการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลการรับรองมาตรฐาน GAP สำหรับรองรับการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลในอนาคตต่อไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะ

สามารถจำแนกความต้องการด้านฟังก์ชันการใช้งานระบบ (function specification) เป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ระบบการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ข้าวผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์ เป็นส่วนของผู้บริโภคใช้งาน ประกอบด้วยกลุ่มหน้าจอที่แสดงข้อมูลการผลิตข้าวพร้อมแสดงเรื่องเล่า (story telling) เมื่อผู้บริโภคสแกนรหัสคิวอาร์จะแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอแสดงผล (Fig. 4) โดยแสดงผลเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

- ส่วนแสดงเรื่องเล่า ข้อมูลเรื่องราว เอกลักษณ์เฉพาะหรือความพิเศษของข้าวพันธุ์นั้นแก่ผู้บริโภค ดังแสดงใน Fig. 4A เป็นการแสดงข้อมูลเรื่องเล่าของข้าวพันธุ์กข43 จุดเด่น ข้อมูลคุณค่าด้านโภชนาการ รวมถึงเรื่องเล่าของเกษตร/กลุ่มเกษตรกร เพื่อสร้างความเข้าใจถึงลักษณะพิเศษของพันธุ์ข้าวและเพิ่มมูลค่าของสินค้าข้าวแก่ผู้บริโภค

- ข้อมูลการผลิตข้าว แสดงข้อมูลการตรวจสอบย้อนกลับสินค้าข้าว 4 ขั้นตอน คือ 1) กระบวนการคัดบรรจุและบรรจุภัณฑ์ 2) กระบวนการแปรรูป 3) กระบวนการเพาะปลูก 4) กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์แก่ผู้บริโภค (Fig. 4B)

1.2 ระบบบริหารจัดการข้อมูลการผลิตข้าวและการจัดการข้อมูลเรื่องเล่า เป็นส่วนระบบงานและการจัดการของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ แสดงรายละเอียดใน Fig. 5 เมื่อเข้าสู่ระบบงานแล้ว แสดงหน้าหลักและเข้าสู่ส่วนการจัดการข้าว ดัง Fig. 5A ที่ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มพันธุ์ข้าวและต้องมีกำหนดค่าต่างๆ และสูตรคำนวนพันธุ์ข้าวตั้งแต่เมล็ดพันธุ์ตั้งต้น จนถึงผลผลิตเมล็ดแต่ละชั้นพันธุ์ที่ผลิตได้ เพื่อเป็นการควบคุมการขยายและจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ป้องกันการปลอมปนเมล็ดพันธุ์ในระบบ โดยระบบบริหารจัดการข้อมูลการผลิตข้าวและการจัดการข้อมูลเรื่องเล่าประกอบด้วย 4 ระบบย่อย คือ

1.2.1 ระบบทะเบียนหลัก เพื่อจัดเก็บทะเบียนข้อมูลการผลิตและการตลาดข้าวทั้งกระบวนการ ได้แก่ ทะเบียนผู้ประกอบการ ทะเบียนศูนย์วิจัย ทะเบียนศูนย์เมล็ดพันธุ์ ทะเบียนเมล็ดพันธุ์คัด/หลัก ทะเบียนเมล็ดพันธุ์ขยาย/จำหน่าย ทะเบียนนาแปลงใหญ่/สหกรณ์ ทะเบียนโรงสี และทะเบียนโรงคัดบรรจุ ดังแสดงหน้าระบบทะเบียนและตัวอย่างการบันทึกทะเบียนผู้ประกอบการใน Fig. 5B

1.2.2 ระบบงานหลัก สำหรับเจ้าหน้าที่และผู้ประกอบการเพื่อบันทึกและจัดการข้อมูล ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- ส่วนจัดเก็บและจัดการข้อมูลเรื่องเล่า เป็นช่องทางการบอกเล่าเรื่องราว ขั้นตอนการผลิตข้าวในรูปแบบข้อความ รูปภาพหรือภาพเคลื่อนไหว (วีดิทัศน์) เพื่อนำเสนอให้ผู้บริโภคทราบถึงข้อมูลของผลิตภัณฑ์ข้าว

- ส่วนของระบบควบคุมคุณภาพสินค้า ประกอบด้วย 6 ระบบ ได้แก่ การสั่งจองข้าวสาร การบริหารจัดการ การควบคุมการนำเมล็ดพันธุ์ไปใช้ การควบคุมการผลิตข้าวเปลือก การควบคุมการสีแปรรูป และการควบคุมการคัดบรรจุ โดยแต่ละระบบจะเชื่อมโยงและสามารถส่งต่อข้อมูลผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์โดยเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบข้อมูลของแต่ละระบบได้ (Fig. 5C)

1.2.3 ระบบผู้ใช้งานและการกำหนดสิทธิ ผู้ดูแล

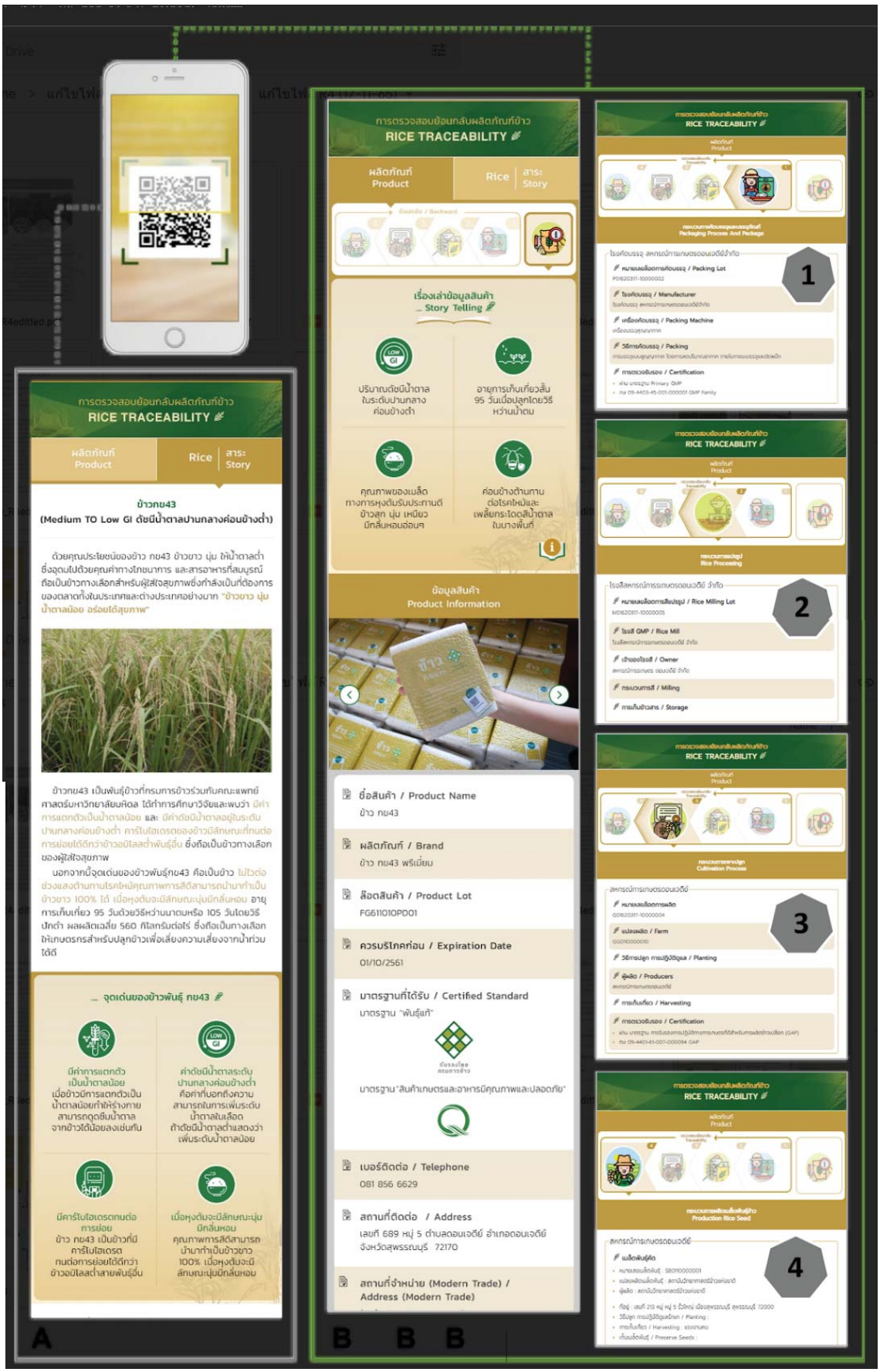

Fig. 4 Interface of rice traceability system for consumers

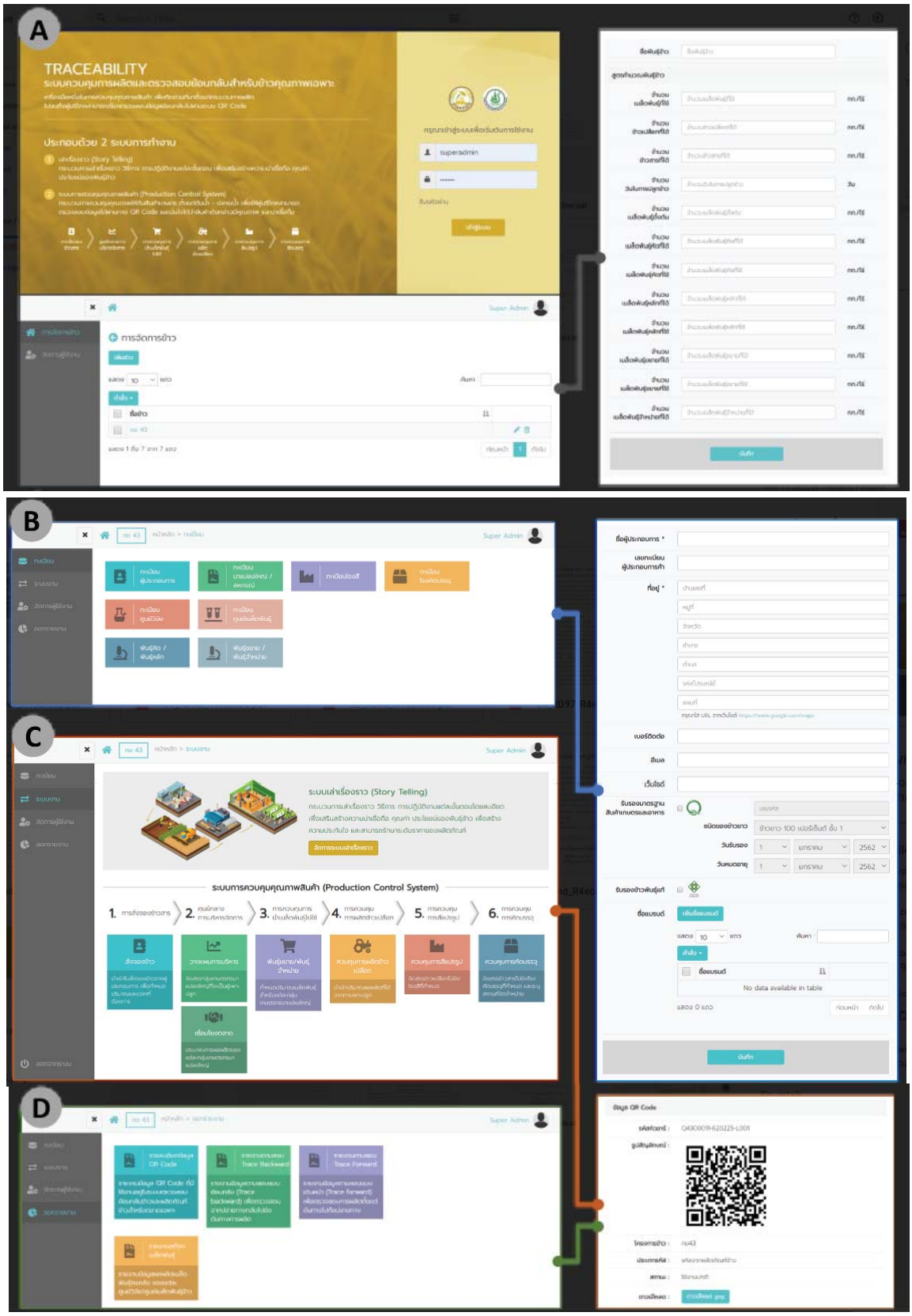

Fig. 5 Interface of back-end system for staff including four pages. A. main registration and management system, B. main system (master data), C. main system (storytelling and production control system) and D. report system

ระบบสามารถสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะพันธุ์อื่นๆ เพิ่มเติม และสามารถ เพิ่ม ลบ กำหนดสิทธิและจัดการข้อมูลของผู้เข้าใช้งานระบบได้

1.2.4 ระบบออกรายงาน สำหรับออกรายงานและรายละเอียดข้อมูลการตรวจสอบแบบย้อนกลับ (trace backward) จากปลายทางกลับไปต้นทางการผลิต และแบบเดินหน้า (trace forward) เพื่อตรวจสอบการผลิตตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทาง อีกทั้งออกรายงานข้อมูลผลิตเมล็ดพันธุ์ของแต่ละศูนย์วิจัยข้าวและศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าว และรายงานข้อมูลผลผลิตเมล็ดพันธุ์คงคลังสำหรับผู้บริหารกรมการข้าวเพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการบริหารจัดการเมล็ดพันธุ์ในภาพรวมได้ (Fig. 5D)

2. การทดสอบประสิทธิภาพระบบ

พ.ศ. 2563 ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะและนำไปใช้งานจริง โดยผู้ประกอบการค้าข้าว ได้แก่ สหกรณ์ดอนเจดีย์ได้นำระบบไปใช้งานกับข้าวพันธุ์ กข43 และนำ QR Code ติดลงบนผลิตภัณฑ์ข้าวสารซึ่งผู้บริโภคสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนกลับสินค้าข้าวได้เป็นอย่างดี

นอกจากนั้น ได้ดำเนินการประชาสัมพันธ์และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการการใช้งานระบบแก่เจ้าหน้าที่กรมการข้าวและผู้ประกอบการค้าข้าว จำนวน 3 รุ่น รวม 100 คน โดยระบบสามารถแสดงผลได้อย่างมีประสิทธิภาพได้บนเว็บเบราเซอร์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น Google Chrome หรือ FireFox รวมทั้งบนแท็บเล็ตและโทรศัพท์มือถือทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และ iOS

จากการนำระบบตรวจสอบย้อนกลับไปใช้งานจริงกับสินค้าข้าวพันธุ์ กข43 พบว่า สามารถใช้งานได้ดีทั้งในส่วนระบบควบคุมการผลิตและการตลาด โดยเจ้าหน้าที่และผู้ประกอบการสามารถบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว สามารถเชื่อมโยงข้อมูลในระหว่างจุดของห่วงโซ่อุปทานจนถึงการพิมพ์และติดฉลากรหัสคิวอาร์บนผลิตภัณฑ์ข้าวได้อย่างดี และผู้บริโภคสแกนรหัสคิวอาร์ด้วยโทรศัพท์มือถือ สามารถแสดงข้อมูลของสินค้าข้าวตั้งแต่กระบวนการคัดบรรจุและบรรจุภัณฑ์ กระบวนการแปรรูป กระบวนการเพาะปลูก และกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ รวมถึงแสดงข้อมูลส่วนของเรื่องเล่าของข้าวพันธุ์ กข43 ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และมีจุดเด่นที่มีการแสดงข้อมูลกระบวนการผลิต โดยเฉพาะแสดงแหล่งที่มาของเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งพันธุ์หลัก พันธุ์คัด พันธุ์ขยาย และพันธุ์จำหน่าย ซึ่งมีความครอบคลุมกว่าระบบตรวจสอบย้อนกลับสินค้าที่มีการใช้งานในปัจจุบัน เช่น ระบบตามสอบย้อนกลับสินค้าเกษตรของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ที่รองรับและตรวจสอบย้อนกลับสินค้าได้ถึงแหล่งผลิตจากเกษตรกร แต่ไม่สามารถแสดงถึงที่มาของเมล็ดพันธุ์ข้าวได้

นอกจากนี้ ระบบตรวจสอบย้อนกลับนี้ มีส่วนแสดงเรื่องเล่าที่นำเสนอข้อมูลที่มาและความสำคัญ จุดเด่นและเอกลักษณ์ของข้าวพันธุ์นั้นๆ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการสามารถเพิ่มเติมข้อมูลเพื่อสร้างมูลค่าและความน่าสนใจของผลิตภัณฑ์ข้าวแก่ผู้บริโภคได้มากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม จากการนำระบบไปใช้งานกับข้าวตลาดเฉพาะพันธุ์อื่นๆ พบปัญหาอยู่หลายประการ ได้แก่ การรวบรวมและบันทึกข้อมูลทะเบียนของข้าวพันธุ์อื่น ยังขาดข้อมูลบางส่วนที่ระบบกำหนดให้ต้องบันทึกข้อมูล เช่น ที่มาของเมล็ดพันธุ์ ผลการตรวจรับรองมาตรฐาน และการบริหารเชื่อมโยงด้านการตลาดระหว่างผู้ผลิตและผู้จำหน่าย เป็นต้น แสดงให้เห็นถึงการควบคุมกระบวนการผลิตและการจำหน่ายอย่างเคร่งครัดของระบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างยืดหยุ่นได้ในการนำไปใช้กับข้าวพันธุ์อื่นๆ ดังนั้น ทางคณะผู้วิจัยจึงต้องมีการดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงระบบตรวจสอบย้อนกลับเพิ่มเติมในส่วนระบบควบคุมการผลิตและการตลาดให้มีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้กับข้าวพันธุ์อื่นและสามารถตอบสนองความต้องการใช้งานจากผู้ประกอบการค้าข้าว และสามารถขยายการใช้งานระบบตรวจสอบย้อนกลับนี้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะ โดยใช้กระบวนการผลิตและการตลาดของข้าวพันธุ์ กข43 เป็นต้นแบบในการออกแบบและพัฒนาระบบ เพื่อให้ได้ระบบการตรวจสอบย้อนกลับสินค้าข้าวที่ครอบคลุมทุกกระบวนการและขั้นตอนของห่วงโซ่อุปทานข้าว การพัฒนาระบบได้ใช้เทคโนโลยี

เว็บแอปพลิเคชันร่วมกับรหัสคิวอาร์ เพื่อสามารถรองรับการส่งและรับข้อมูลของกระบวนการติดตามและตรวจสอบข้าวทั้งห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ การปลูก การแปรรูป จนถึงการคัดบรรจุผลิตภัณฑ์ข้าวได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และผู้บริโภคสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ง่ายผ่านการสแกนรหัสคิวอาร์ด้วยโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต แสดงข้อมูลสินค้าข้าวได้ครอบคลุมทุกกระบวนการ รวมถึงแสดงจุดเด่นและเอกลักษณ์ของพันธุ์ข้าว หรือกลุ่มเกษตรได้ผ่านส่วนแสดงเรื่องเล่า เพื่อสร้างความเชื่อมั่น ความเข้าใจและเพิ่มมูลค่าสินค้าข้าวมากยิ่งขึ้น ระบบตรวจสอบย้อนกลับสำหรับข้าวตลาดเฉพาะนี้เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการตรวจสอบย้อนกลับติดตามสินค้าข้าวให้ผู้บริโภคมีความเชื่อมั่นในความปลอดภัยของสินค้าข้าว และยกระดับมาตรฐานสินค้าข้าวของไทยตามข้อบังคับของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ และตามมาตรฐานการส่งออกสินค้าเกษตรของหลายประเทศ

ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและนำไปใช้งานจริงในผู้ประกอบการข้าวพันธุ์ กข43 และจัดอบรมเชิงปฏิบัติการแก่เจ้าหน้าที่กรมการข้าวและผู้ประกอบการข้าวพันธุ์ กข43 จำนวน 3 รุ่น โดยมีแนวทางการดำเนินงานเพื่อนำระบบนี้ไปใช้กับข้าวตลาดเฉพาะพันธุ์อื่นๆ ในอนาคตต่อไป ผู้ประกอบการข้าวหรือผู้สนใจสามารถสมัครเข้าใช้งานระบบได้บนเว็บไซต์ http://thairicetrace.ricethailand.go.th/

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกรมการข้าวที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย ขอขอบคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กองวิจัยและพัฒนาข้าว กองเมล็ดพันธุ์ข้าว กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานข้าวและผลิตภัณฑ์ และสถาบันวิทยาศาสตร์ข้าวแห่งชาติ กรมการข้าว ที่ให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทำให้การดำเนินงานสำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าวและกรมการค้าภายใน. 2564. แผนการผลิตและการตลาดข้าวครบวงจร ปีการผลิต 2564/65. สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ข้าว กรมการข้าว, กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

เฉลิมชนม์ ไวศยดำรง. 2554. ระบบมาตรฐานการสอบย้อนกลับสากล. หน้า 1-6. *ใน:*สำนักโลจิสติกส์อุตสาหกรรม กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย, กรุงเทพมหานคร.

บุษรา ประกอบธรรม. 2554. สร้างสรรค์สื่อทางธุรกิจกับ QR Code. วารสารนักบริหาร 30(4): 41-47.

วรพจน์ จักขุพันธ์. 2550. ระบบสืบย้อนกลับโดยอาศัย RFID และมาตรฐานรหัสสากล กรณีศึกษา: การสืบย้อนกลับเนื้อสุกรจาก ร้านค้าปลีกสู่ฟาร์ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จ.ขอนแก่น. 95 หน้า.

สมจิตร อาจอินทร์, วรพจน์ จักขุพันธ์ และบุญวัฒน์ สุริยวงศ์. 2551. ระบบสอบย้อนกลับในห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ โดยการบูรณาการระบบโลจิสติกส์ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและ RFID. หน้า 35-46. *ใน*: การประชุมเชิงวิชาการประจำปี ด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ ครั้งที่ 8 (GTT08). 20-22 พฤศจิกายน 2551. โรงแรมลองบีช ชะอำ, จ.เพชรบุรี.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9000 เล่ม 1-2552 เกษตรอินทรีย์ เล่ม1 การผลิต แปรรูป แสดงฉลาก และจำหน่ายผลิตผลและผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 72 หน้า.

อังศุธรย์ วสุสัณห์, สุนันทา วงศ์ปิยชน, ศรีวัฒนา ทรงจิตสมบูรณ์, วัชรี สุขวิวัฒน์, ปราณี มณีนิล และสุพรรณิการ์ ปักเคธาติ. 2560. ข้าวพันธุ์ กข43 : ข้าวดัชนีน้ำตาลปานกลางสำหรับตลาดข้าวเฉพาะ. วารสารวิชาการข้าว 8(2): 45-53.

Chen, T., K. Ding, S. Hao, G. Li and J. Qu. 2020. Batch-based traceability for pork: A mobile solution with 2D barcode technology. Food Control 107: 106770.

European Commission. 2000. Regulation (EC) No 1760/2000 of the European Parliament and of the Council of 17 July 2000, establishing a system for the identification and registration of bovine animals and regarding the labeling of beef and beef products and repealing Council Regulation (EC) No 820/97. Available source: https://eur-lex.

europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32000R1760. (December 15, 2020)

Irsyaputra, K., K. Seminar and L.N. Yuliati. 2018. The development of a traceability system on organic rice production chain. International Journal of Recent Engineering Research and Development 3: 7-14.

Peng, Y., L. Zhang, Z. Song, J. Yan, X. Li and Z. Li. 2018. A QR code based tracing method for fresh pork quality in cold chain. Journal of Food Process Engineering 41(4): e12685.

Shougang, R., L.X. Huanliang and Z. Guanghong. 2010. Research on RFID-based meat product track and traceability system. pp. 458-462. *In*: International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM 2010).