ระบบตรวจสอบการรับรองฮาลาลสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร

อรรถพล อดุลยศาสน์[1*] อับดุลเลาะ บากา[1] จีรวุธ มุนินทร์นพมาศ[2] และ บูฆอรี แยนา[3]
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ต.สะเตง อ.เมือง จ.ยะลา 95000

[*] *Corresponding Author: attapol.a@yru.ac.th*
[1] *อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร*
[2] *ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร*
[3] *นักพัฒนาระบบ*

ข้อมูลบทความ

ประวัติบทความ :
รับเพื่อพิจารณา : 26 กันยายน 2565
แก้ไข : 11 พฤษภาคม 2566
ตอบรับ : 19 พฤษภาคม 2566
DOI : 10.14456/kmuttrd.2023.11

คำสำคัญ : มาตรฐานฮาลาล / ฐานข้อมูลผลิตภัณฑ์ฮาลาล / บาร์โค้ด / การประมวลผลภาพ

บทคัดย่อ

อาหารฮาลาลได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ไม่เฉพาะมุสลิมแต่รวมถึงผู้บริโภคทั่วโลก ส่งผลให้การตรวจสอบสถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์อาหารที่วางจำหน่ายในท้องตลาดเป็นสิ่งจำเป็น งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายในการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะฮาลาล เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลที่จำเป็นให้แก่ผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย ผู้บริโภค ผู้ผลิตอาหาร ผู้ตรวจสอบฮาลาล และนักวิทยาศาสตร์ฮาลาล ทั้งนี้ ประเมินคุณภาพของระบบจากความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ซึ่งพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานระบบในระดับพึงพอใจมาก ด้วยคะแนน 3.34 (จากคะแนนเต็ม 4) มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 พึงพอใจในด้านคุณภาพการทำงานของระบบในระดับพึงพอใจมาก ด้วยคะแนน 3.27 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และด้านประโยชน์การใช้งานในระดับพึงพอใจมาก ด้วยคะแนน 3.27 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49

A Verifying Halal Certification System for Food Products

Attapol Adulyasas[1*], Abdulloh Baka[1], Jeerawoot Muninnoppamas[2] and Bukhoree Yaena3
Yala Rajabhat University, Sateng, Mueang, Yala 95000

[*]Corresponding Author: attapol.a@yru.ac.th
[1] Lecturer in Computer Science and Digital Technology Programme, Science Technology and Agriculture Faculty.
[2] Assistant Professor in Computer Science and Digital Technology Programme, Science Technology and Agriculture Faculty.
[3] System Developer.

Article Info

Article History:
Received: September 26, 2022
Revised: May 11, 2023
Accepted: May 19, 2023
DOI : 10.14456/kmuttrd.2023.11

Keywords : Halal Standard / Halal Product Database / Barcode / Image Processing

Abstract

Halal food has becoming more popular, not only among Muslims but also among other groups of consumers around the world. Consequently, verifying the halal status of food products in the market plays a critical role. The present research therefore aimed to design and implement the Halal Status Verifying System (HSVS) to provide essential information for all concerned parties, which can be classified into four groups, namely, consumers, food producers, halal inspectors, and halal scientists. The quality of the system was assessed in terms of user satisfaction. The results showed that users were highly satisfied with the overall usage of the implemented system, with the average score of 3.34 (out of 4) and standard deviation of 0.48. The users were highly satisfied with the system quality, with the average score of 3.27 score and standard deviation of 0.52. The benefit of the system also received high satisfaction from the users, with the average score of 3.27 score and standard deviation of 0.49.

1. บทนำ

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาลมีความต้องการของตลาดขยายตัวเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งตลาดภายในประเทศและตลาดระดับสากล โดยใน พ.ศ. 2565 มีมูลค่าทางการตลาดถึง 1,300 พันล้านเหรียญสหรัฐ และคาดว่าจะมีมูลค่าถึง 1,500 พันล้านเหรียญสหรัฐใน พ.ศ. 2566 [1] ประเทศไทยถือเป็นประเทศผู้ส่งออกอาหารฮาลาลรายใหญ่อันดับที่ 11 ของโลก ครองส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 2.44 [2] มีมูลค่าการส่งออกอาหารฮาลาลใน พ.ศ. 2564 รวม 4,188.37 ล้านเหรียญสหรัฐ [3]

มาตรฐานฮาลาลในประเทศไทยได้รับการกำกับดูแลโดยคณะกรรมการฝ่ายกิจการฮาลาลของคณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทย (กอท.) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบและรับรองมาตรฐานให้กับผลิตภัณฑ์อาหารฮาลาล โดยทำการตรวจสอบเป็นระยะสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมมาตรฐานและต่อใบอนุญาตใช้ตราฮาลาลได้อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ผ่านการตรวจสอบและอนุญาตใช้ตราฮาลาลจำนวน 162,610 รายการ จากผู้ประกอบการจำนวน 5,891 ราย [4] จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมอาหารฮาลาลมีความเกี่ยวพันธ์กับบุคคลกลุ่มต่าง ๆ จำนวนมาก

อย่างไรก็ตาม พบว่า ยังขาดแหล่งข้อมูลสำคัญที่ด้านอาหารฮาลาลที่จะสามารถสนับสนุนและอำนวยความสะดวกแก่บุคคลที่เกี่ยวข้องได้ เช่น การตรวจประเมินผลิตภัณฑ์ของ กอท. ย่อมจำเป็นต้องใช้แหล่งข้อมูลซึ่งรวบรวมสมบัติและสถานะของส่วนประกอบ และส่วนผสมอาหารต่าง ๆ ที่ผู้ผลิตเลือกใช้ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจได้ถูกต้องและรวดเร็วทำนองเดียวกันกลุ่มผู้ผลิตอาหารย่อมมีความจำเป็นต้องการสืบค้นข้อมูลดังกล่าวเช่นเดียวกัน เพื่อผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐานฮาลาล นอกจากนี้กลุ่มผู้บริโภคซึ่งประสงค์เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการที่ผ่านมาตรฐานฮาลาล ย่อมต้องการทราบสถานะปัจจุบันของผลิตภัณฑ์เช่นกัน

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบสถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์อาหารและสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพให้แก่ผู้เกี่ยวข้องในกลุ่มต่าง ๆ เพื่อให้ได้รับความสะดวก รวดเร็ว ตรงตามความต้องการใช้งานมากที่สุด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตรวจสอบอาหารตามมาตรฐานฮาลาล

2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

3. ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้อง

3.1 หลักการอาหารฮาลาล

การบริโภคอาหารฮาลาลเป็นวิถีชีวิตของมุสลิมที่ได้จากหลักการศาสนาอิสลามดังที่ อัลลอฮฺซุบฮานะฮูวะตะอาลา (อัลลอฮฺผู้ทรงบริสุทธิ์ และทรงสูงส่งยิ่ง) ตรัสไว้ในอัลกรุอาน บทอัลมาอิดะฮฺ โองการที่ 88 ความว่า

“และจงบริโภคจากสิ่งที่อัลลอฮฺได้ทรงให้เครื่องยังชีพ

﴿ وَكُلُواْ مِمَّا رَزَقَكُمُ اللهُ حَلاَلاً طَيِّباً وَاتَّقُواْ اللهَ الَّذِيَ أَنتُم بِهِ مُؤْمِنُونَ ﴾ (المائدة : 88)

แก่สู่เจ้าซึ่งสิ่งที่อนุมัติและที่ดีมีประโยชน์ และจงยำเกรงต่ออัลลอฮฺ ผู้ซึ่งพวกเจ้าศรัทธาในพระองค์”

และบทอัลบะเกาะเราะฮฺ โองการที่ 173

“แท้จริงพระองค์ทรงห้ามรับประทานซากสัตว์ เลือด

﴿ إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالدَّمَ وَلَحْمَ الْخِنزِيرِ وَمَا أُهِلَّ بِهِ لِغَيْرِ اللهِ ﴾ (البقرة : 173)

เนื้อสุกร และสัตว์ที่เชือดเพื่อสิ่งอื่นนอกเหนือจากอัลลอฮฺ”

จากตัวอย่างหลักฐานข้างต้นนำมาซึ่งบทบัญญัติตามหลักนิติศาสตร์อิสลามด้านอาหาร โดยแยกแยะสถานะของอาหารไว้ 3 ประเภท คือ [5]

- อาหารฮาลาล (حلال / Halal) หมายถึงอาหารที่อนุมัติ
- อาหารหะรอม (حرام / Haram) หมายถึงอาหารที่ไม่อนุมัติ
- อาหารมัชบูฮฺ (مشبوه / Mushbooh) หรือ ชุบฮาต หมายถึง อาหารที่ยังมีข้อเคลือบแคลงหรือน่าสงสัย ซึ่งตามหลักการแล้วให้หลีกเลี่ยงการบริโภค

3.2 ส่วนประกอบอาหาร และส่วนผสมอาหาร

ในบทความนี้ ใช้คำ “ส่วนประกอบอาหาร” และ “ส่วนผสมอาหาร” ที่มีความหมายเจาะจงดังนี้

- ส่วนประกอบอาหาร (ingredients) หมายถึงส่วนประกอบอาหารต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งระบุตามสัดส่วนร้อยละที่ใช้ เช่น เนื้อสัตว์ แป้ง และธัญพืช เป็นต้น

• ส่วนผสมอาหาร (additives) หมายถึงส่วนผสม มีลักษณะเป็นสารปรุงแต่งอาหาร เช่น สี รสชาติ การเก็บรักษาและผิวพื้นของอาหาร ซึ่งถูกจัดเป็นสารบบสากลในรูปของรหัสตัวเลข E-number โดยองค์กร European Union เพื่อให้เป็นแนวทางของผู้ผลิตอาหาร โดยแสดงตัวอย่างรายการหมวดหมู่ดังนี้

E1xx กลุ่มสีผสมอาหาร

E2xx กลุ่มสารกันบูด

E3xx กลุ่มต้านอนุมูลอิสระ

E4xx กลุ่มสารเกิดเจล สารคงตัว

นอกจากนี้ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ตรวจสอบสารผสมอาหารที่มีอยู่ในสารบบ E-number และจัดทำฐานข้อมูล H-number (H หมายถึง ฮาลาล) ซึ่งเป็นข้อมูลเพิ่มเติมบ่งบอกสถานะฮาลาลของสารผสมอาหาร [6]

3.3 ผลงานที่เกี่ยวข้อง

ระบบฐานข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทยได้รวบรวมผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพิจารณาฮาลาล โดยจัดไว้เป็นหมวดหมู่สามารถสืบค้นข้อมูลได้จากคำค้น เช่น เลขรับรองฮาลาล และชื่อผลิตภัณฑ์ โดยมีรายละเอียดข้อมูลผู้ประกอบการและรายละเอียดผลิตภัณฑ์ เช่น เลขอนุญาตฮาลาล กอท.ฮล. [7] อย่างไรก็ตาม ระบบข้างต้นไม่รองรับการค้นหาส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร และการค้นหาทำได้เพียงการพิมพ์คำค้นเท่านั้น

Scan Halal [8] เป็นแอพพลิเคชันทำงานทั้งบนระบบปฏิบัติการ Android และ IOS มีเป้าหมายเพื่อเผยแพร่ข้อมูลผลตรวจสอบฮาลาลของผลิตภัณฑ์อาหารสู่ผู้บริโภค ภาพของผลิตภัณฑ์ถูกจัดหมวดหมู่เพื่อให้สามารถค้นหาได้ง่าย โดยสถานะมี 3 ระดับคือ ฮาลาล (Good), ไม่ฮาลาล (Avoid) และ สงสัย (Doubtful) อย่างไรก็ตาม แอพพลิเคชันใช้วิธีการค้นหาจากการสแกนบาร์โค้ดเพียงอย่างเดียว จึงเป็นข้อจำกัดสำหรับสินค้าที่ไม่มีบาร์โค้ด.

Halal Haram Mushbooh [9] เป็นแอพพลิเคชันทำงานบนระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์มือถือ แสดงข้อมูล E-number พร้อมระบุสถานะฮาลาลของส่วนประกอบอาหารสิ่งที่ทำให้แอพพลิเคชันนี้มีลักษณะเด่น คือ ค้นหาข้อมูลด้วยการใช้การประมวลผลภาพอักษรสารผสมอาหาร E-number บนฉลากของผลิตภัณฑ์จากกล้องโทรศัพท์จากนั้น ระบบจึงแจ้งว่า Halal หรือไม่

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาระบบที่สามารถสนับสนุนข้อมูลอย่างครบถ้วนและครอบคลุมผู้เกี่ยวข้องกับอาหารฮาลาลได้ทุกกลุ่ม คือ ผู้บริโภค ผู้ผลิตอาหารผู้ตรวจสอบฮาลาล และนักวิทยาศาสตร์ฮาลาล โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการดังนี้

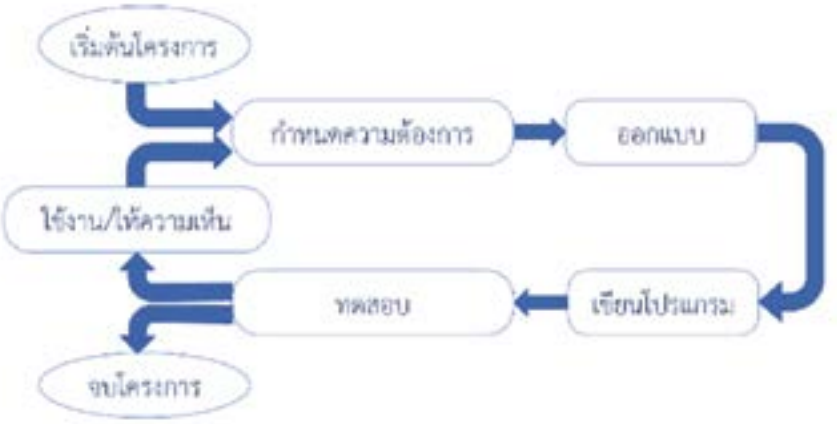
4.1 กรอบแนวความคิด

กรอบแนวคิดการวิจัยกำหนดให้การใช้งานระบบ (use) เป็นตัวแปรอิสระซึ่งถือเป็นเหตุ (cause) และส่งผลกระทบ (effect) ต่อตัวแปรตาม คือคุณภาพ (quality) ของระบบและความพึงพอใจ (satisfaction) ของผู้ใช้ดังแสดงในรูปที่ 1

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการศึกษาวิจัยด้านความพึงพอใจในการใช้ระบบของผู้เกี่ยวข้อง

4.2 วิธีการพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะฮาลาล

การพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะฮาลาล (Halal Status Verifying System: HSVS) ใช้วิธีวิศวกรรมซอฟต์แวร์ในแบบ eXtreme Programming (XP) ดังแสดงในรูปที่ 2 กระบวนการพัฒนาเริ่มต้นจากการกำหนดความต้องการของระบบโดยรวบรวมข้อมูลในมุมมองของผู้ใช้แต่ละฝ่าย จากนั้นออกแบบระบบ เขียนโปรแกรมหน่วยต่าง ๆ โดยมีลักษณะพัฒนาโครงร่างทั้งระบบก่อนแล้วลงรายละเอียดตามลำดับทดสอบการทำงานในระดับหน่วยและเชื่อมต่อในระดับระบบโดยทีมพัฒนาโปรแกรม จากนั้นมอบให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้งานพร้อมให้ความคิดเห็น เพื่อนำมาปรับปรุงข้อกำหนดความต้องการต่อไป จากนั้นกระทำซ้ำเป็นวงรอบจนกระทั่งระบบเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งกระบวนการพัฒนาระบบแบบ XP ช่วยให้ผู้ใช้งานระบบมีโอกาสใช้งานระบบอย่างต่อเนื่องจึงส่งผลให้ระบบถูกพัฒนาตรงตามความต้องการของผู้ใช้ยิ่งขึ้น นักพัฒนาสามารถลดปัญหาการพัฒนาผิดจากความต้องการและประหยัดเวลาในการแก้ไขโปรแกรมได้ [10]



รูปที่ 2 โมเดลพัฒนาระบบด้วย Extreme Programming

4.3 วิธีการประเมินผลระบบ HSVS

การประเมินผลระบบ HSVS กระทำโดยประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญโดยการสัมภาษณ์ และประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบโดยใช้หลักสถิติพรรณนาประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน [11] ทั้งนี้ใช้ Likert Scale 4 ระดับ ในการแบ่งระดับความพึงพอใจซึ่งง่ายต่อการตัดสินใจตอบ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดการประเมินผล

เครื่องมือ	1) ระบบ HSVS 2) แบบสอบถาม 3) บทสัมภาษณ์
จำนวนตัวอย่าง	1) ค่าเฉลี่ยลูกค้าของร้าน 7-Eleven (เป็นหนึ่งในร้านค้าสะดวกซื้อที่ได้รับความนิยม) มีจำนวน 805 คนต่อสาขาต่อวัน [12] 2) ประมาณการลูกค้าที่ต้องการใช้ระบบ HSVS ร้อยละ 30 ดังนั้นจำนวนประชากรคิดเป็น 242 คน 3) ดังนั้นจำนวนตัวอย่างสามารถคำนวณได้จากสมการ (1) [13]

ตารางที่ 1 รายละเอียดการประเมินผล (ต่อ)

	$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2}\sigma^2}{d^2(N-1)+Z^2_{\alpha/2}\sigma^2} \quad (1)$$
	โดยที่ n คือ จำนวนตัวอย่าง N คือ จำนวนประชากร $(N = 242)$ $Z_{\alpha/2}$ คือ ความเชื่อมั่น 95% (Z Score $=1.96$) σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน $(\sigma = 0.5)$ d คือ ความคลาดเคลื่อน $(d = \pm 5\%)$ $= \frac{242 \times 1.96^2 \times 0.5^2}{0.05^2 \times (242-1) + 1.96^2 \times 0.5^2}$ $= 148.7 \approx 149$ คน
ประเภทและจำนวนผู้ประเมิน (ตัวอย่าง)	จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด 157 คน ประกอบด้วย 1) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน 2) ผู้ผลิตอาหาร จำนวน 11 คน 3) ผู้ตรวจสอบฮาลาล จำนวน 3 คน 4) นักวิทยาศาสตร์ฮาลาล จำนวน 2 คน 5) ผู้บริโภค จำนวน 138 คน
วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	การเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) สำหรับกลุ่มผู้บริโภค โดยใช้สถานที่บริเวณร้านสะดวกซื้อในเขต 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ 2) การเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) สำหรับกลุ่มตัวอย่างอื่นที่เหลือ
คะแนนความพึงพอใจ	แบ่งคะแนนเป็น 4 ระดับ คือ 4 คะแนน = พึงพอใจมาก 3 คะแนน = พึงพอใจ 2 คะแนน = ไม่พึงพอใจ 1 คะแนน = ไม่พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	ความกว้างอันตรภาคชั้น $= \frac{4-1}{4} = 0.75$ ดังนั้นแบ่งคะแนนออกเป็น 4 ช่วง ได้ดังนี้ 3.26 – 4.00 คะแนน = พึงพอใจมาก 2.51 – 3.25 คะแนน = พึงพอใจ 1.76 – 2.50 คะแนน = ไม่พึงพอใจ 1.00 – 1.75 คะแนน = ไม่พึงพอใจมาก

5. ระบบตรวจสอบสถานะฮาลาล

5.1 การวิเคราะห์ความต้องการ

การวิเคราะห์เพื่อกำหนดความต้องการของระบบ HSVS เบื้องต้นได้จากการสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อทราบลักษณะการทำงาน และสิ่งที่ต้องการจากระบบ การวิเคราะห์ความต้องการยังกระทำระหว่างพัฒนาระบบผ่านการทดลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นในแต่ละส่วน และรับฟังความเห็นเพื่อนำมาปรับปรุงตามแนวปฏิบัติ XP ซึ่งสามารถสรุปความต้องการได้เป็น 5 ส่วน ตามบทบาทของผู้ใช้ระบบดังต่อไปนี้

1) ผู้บริโภค (Consumer: CO) มีความต้องการใช้ระบบในการตรวจสอบสถานะฮาลาล และรายละเอียดผลิตภัณฑ์ ที่มีข้อมูลถูกต้อง เป็นปัจจุบัน และสามารถค้นหาข้อมูลได้หลายวิธีการเพื่อความสะดวก

2) ผู้ผลิตอาหาร (Food Producer: FP) ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการผลิตอาหารฮาลาล และข้อมูลวัตถุดิบเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการผลิต ผู้ผลิตอาหารจึงมีความต้องการแหล่งข้อมูลส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร เพื่อเลือกใช้ในการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพและมาตรฐานตามที่ต้องการ

3) ผู้ตรวจสอบฮาลาล (Halal Inspector: HI) เช่น คณะกรรมการกลางอิสลามแห่งประเทศไทยปฏิบัติหน้าที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์เพื่ออนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ฮาลาล ผู้ตรวจสอบมีความต้องการตรวจสอบส่วนประกอบอาหาร และส่วนผสมอาหารที่ใช้ในผลิตภัณฑ์

4) นักวิทยาศาสตร์ฮาลาล (Halal Scientist: HS) มีหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ส่วนประกอบ และส่วนผสมอาหาร โดยใช้วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสรุปสถานะฮาลาล หะรอม หรือมัชบูฮฺ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานบ่งชี้สถานะของผลิตภัณฑ์ต่อไป

5) ผู้ดูแลระบบ (Administrator: AD) มีหน้าที่ดูแลรักษาบริการของระบบให้มีข้อมูลถูกต้องเป็นปัจจุบัน ดังนั้นความต้องการต่อระบบคือสามารถจัดการข้อมูลได้ทั้งระบบและเป็นผู้ปรับปรุงข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ

จากความต้องการของผู้ใช้ส่วนต่าง ๆ ข้างต้น สามารถกำหนดคุณสมบัติของระบบ และผลวิเคราะห์ความต้องการดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความต้องการต่อระบบ

ความต้องการต่อระบบ	ผู้ใช้ระบบ				
	CO	FP	HI	HS	AD
สามารถค้นหารายละเอียดผลิตภัณฑ์ได้สะดวกรวดเร็ว	✓				✓
สามารถค้นหารายละเอียดส่วนประกอบ (ingredients) และส่วนผสมอาหาร (additives)	✓	✓	✓	✓	✓
สามารถค้นหาข้อมูล E-number และ H-number	✓	✓	✓	✓	✓
สามารถค้นหาข้อมูลวัตถุดิบทดแทนสิ่งหะรอม		✓	✓	✓	✓
สามารถนำเข้าข้อมูลรายละเอียดและสถานะฮาลาล หะรอม และมัชบูฮของผลิตภัณฑ์			✓	✓	✓

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความต้องการต่อระบบ (ต่อ)

ความต้องการต่อระบบ	ผู้ใช้ระบบ				
	CO	FP	HI	HS	AD
สามารถนำเข้าข้อมูลรายละเอียดและสถานะฮาลาล หะรอมและมัชบูฮของส่วนประกอบและส่วนผสม				/	/
สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้					/

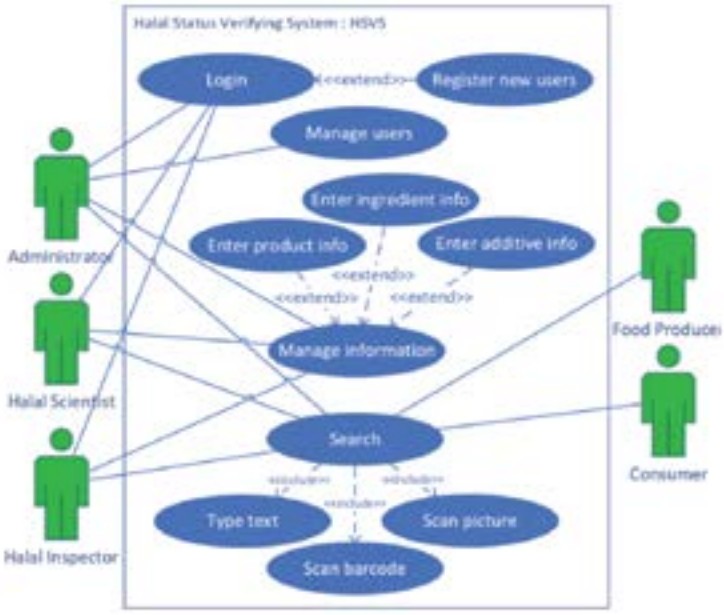
5.2 การออกแบบระบบ

การออกแบบระบบประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การออกแบบกรณีการใช้งานระบบและการออกแบบฐานข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) การออกแบบกรณีการใช้งาน (USE CASE)

การใช้งานระบบถูกออกแบบบนฐานความต้องการของผู้ใช้แต่ละส่วน แผนภาพในรูปที่ 3 แสดงกรณีการใช้งานของแต่ละฝ่าย จะเห็นได้ว่าผู้ใช้ระบบถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มผู้สามารถนำเข้าข้อมูล ประกอบด้วยผู้ดูแลระบบ นักวิทยาศาสตร์ฮาลาล และผู้ตรวจฮาลาล และกลุ่มผู้ใช้ข้อมูล ประกอบด้วยผู้บริโภค และผู้ผลิตอาหาร

กรณีของกลุ่มผู้นำเข้าข้อมูล จำเป็นต้องแสดงตัวตนก่อนเข้าใช้ระบบ เพื่อรักษาความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูล โดยผู้จัดการระบบรับผิดชอบจัดการทะเบียนนักวิทยาศาสตร์ฮาลาลซึ่งมีสิทธิ์ในการให้ข้อมูลรายละเอียดพร้อมสถานะฮาลาลของส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร ที่ผ่านการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้ตรวจฮาลาลมีสิทธิ์ในการนำเข้าข้อมูลสถานะผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ผู้จัดการระบบ



รูปที่ 3 Use Case Diagram ระบบ HSVS

สามารถนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งอื่น เช่นผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ และผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น เป็นต้น

ในขณะที่ผู้ผลิตอาหารฮาลาลใช้ระบบในการค้นหาส่วนประกอบ ส่วนผสมอาหาร โดยสามารถใช้คำค้น หรือสืบค้นจากสารบบ E-number และ H-number ซึ่งจัดไว้เป็นหมวดหมู่ นอกจากนี้ผู้บริโภคใช้ระบบเพื่อค้นหาผลิตภัณฑ์ โดยระบบมีบริการค้นหาผ่านคำค้น การสแกนบาร์โค้ดของผลิตภัณฑ์ หรือการค้นหาจากภาพฉลากของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภค

2) การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบ (รูปที่ 4) ประกอบด้วยตารางหลักที่สำคัญ 2 ตารางคือ ตาราง Product ซึ่งเป็นรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และตาราง Additives & Ingredients ซึ่งรวบรวมรายละเอียดของส่วนประกอบอาหารและส่วนผสมอาหารไว้ด้วยกัน ทั้งสองตารางมีความสัมพันธ์ในแบบ M-to-N กับตาราง Product โดยมีตาราง Composite เป็นตารางเชื่อมความสัมพันธ์โดยใช้แอตทริบิว Product_ID และ AI_ID เป็นคีย์หลักทั้งคู่

รูปที่ 4 ผังความสัมพันธ์ฐานข้อมูล (E-R Diagram)

ในส่วนข้อมูลบ่งชี้สถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์ ได้กำหนดไว้ในตาราง Product_Halal_Status โดยออกแบบให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงสถานะได้ตามวาระการรับรองสถานะฮาลาล ซึ่งปกติมีระยะเวลา 1 ปี ดังนั้นจึงกำหนดให้แอตทริบิว Product_ID และ Issue_Num เป็นคีย์หลัก ส่งผลให้สถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์หนึ่งชนิดสามารถมี Issue_Num ได้หลายค่า และสถานะล่าสุดมีช่วงเวลากำกับไว้ สำหรับกรณีผลิตภัณฑ์ท้องถิ่น ผลิตภัณฑ์ต่างประเทศ หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ฮาลาล (หะรอม และมัชบูฮ) อาจไม่มีหมายเลข Issue_Num ที่เป็นทางการจากองค์กรที่รับผิดชอบ ดังนั้นผู้ดูแลระบบสามารถกำหนดหมายเลขพิเศษขึ้นมาใช้แทนได้

สำหรับกรณีสถานะฮาลาลของส่วนประกอบและส่วนผสมอาหารในตาราง Additives & Ingredients สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตารางสถานะ (Halal_Type) ได้โดยตรง เนื่องจากส่วนประกอบและส่วนผสมอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ยังคงสถานะฮาลาล หะรอม หรือมัชบูฮ เช่นเดิมตามคุณลักษณะสะสารของตัวเอง นอกจากนี้ข้อมูลผู้ตรวจสอบสถานะฮาลาล และผู้วิเคราะห์ผลวิทยาศาสตร์ ถูกผนวกไว้ในตาราง Halal Inspector Institute และ Halal Science Institute ตามลำดับ เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล

5.3 การพัฒนาระบบ

กระบวนการพัฒนาระบบใช้แนวทางพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ XP ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น โดยระบบ HSVS ถูกพัฒนาขึ้นให้เป็นโปรแกรมประยุกต์ทำงานบนฐานเทคโนโลยีเว็บ (web-based application) โดยใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เครื่องมือพัฒนาระบบ

Parts	Tools
Database	MySQL with XAMPP
Framework	CodeIgniter 3
Editor	Sublime
Computer Languages	SQL, HTML, PHP, CSS, PYTHON

1) ผู้บริโภค

ระบบ HSVS ถูกออกแบบให้ผู้บริโภคสามารถค้นหาผลิตภัณฑ์ได้ 3 วิธีคือ ค้นหาด้วยคำค้น เช่น ค้นหาด้วยชื่อผลิตภัณฑ์ ค้นหาด้วยบาร์โค้ดซึ่งปรากฏอยู่บนซองของผลิตภัณฑ์ในหลายยี่ห้อ ตามรูปที่ 5 (ก) และค้นหาด้วยการประมวลผลภาพผลิตภัณฑ์ ตามรูปที่ 5 (ข) โดยระบบ HSVS จะทำการประมวลผลภาพเพื่อค้นหาภาพของผลิตภัณฑ์ที่เหมือนหรือคล้ายจากฐานข้อมูล และแสดงผลรายละเอียดของผลิตภัณฑ์นั้นให้ผู้บริโภคได้โดยง่าย

รูปที่ 5 ค้นหาผลิตภัณฑ์โดย (ก) วิธีอ่านบาร์โค้ด
(ข) วิธีประมวลผลภาพ

การค้นหาข้อมูลด้วยบาร์โค้ด และประมวลผลภาพเป็นการประมวลผลฝั่งแม่ข่าย ซึ่งมีขั้นตอนวิธีดังนี้

Algorithm 1: Barcode Searching

Input: a barcode image (BImg), a set of barcodes from database (code[ ])

Output: a matched barcode **(MB)**

```
1:  import decode() from pyzbar
2:  detectedBarcode = decode(BImg)
3:  searchCode = detectedBarcode.data()
4:  for code[ i ]  do ; where i = {0, 1, 2, ..., n}
5:        if ( code[ i ] = searchCode)  then
6:              MB ← code[ i ]
7:              return  MB
8:  return 0
```

การค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ด้วยบาร์โค้ดแสดงขั้นตอนวิธีไว้ใน Algorithm 1 โดยใช้บริการไลบรารี Python PyZBar ซึ่งมี Application Programming Interface (API) ในการอ่านรหัสบาร์โค้ดแบบ 1 แถว ซึ่งใช้กันทั่วไปบนฉลากของผลิตภัณฑ์ เมื่อผู้ใช้ถ่ายรูปบาร์โค้ดและทำการสแกน รูปจะถูกถอดรหัสด้วยคำสั่ง decode() และสามารถคัดเลขรหัสที่อ่านได้ด้วยคำสั่ง data() (ดูบรรทัด 2 และ3) จากนั้นจึงนำเลขรหัสไปค้นหาในฐานข้อมูลตาราง Product แอตทริบิว P_Barcode จึงแสดง

ผลการค้นหาได้ (บรรทัด 4 - 7)

Algorithm 2: Image Searching

Input: a product image (img), a set of image features from database (FD)

Output: a matched image (Mimg)

```
1: preparing(img)
2: SF ← ORB_detect(img)
3: for FD[ i ] do ; where i = {0, 1, 2, ..., n}
4:     distance = BruteForce.knnMatch(SF,FD)
5:     if ( distance < shortestDistance ) then
6:         shortestDistance ← distance
7:         Product.id ← i
8: return Mimg( Product.id )
```

กรณีการค้นหาด้วยภาพ (Algorithm 2) ใช้วิธี Oriented FAST and Rotated BRIEF (ORB) ในการคำนวนลักษณะเด่นของภาพ ประกอบด้วยตำแหน่ง (key points) และคุณลักษณะเด่น (descriptors) ของภาพ และค้นหาภาพที่มีลักณะตรงกันด้วยวิธี Brute Force Matching (BFM) โดยในเบื้องต้นการจัดเก็บภาพต้นฉบับของผลิตภัณฑ์ลงฐานข้อมูล กระทำพร้อมการคำนวนหาลักษณะเด่นของภาพ และจัดเก็บไว้ในแอตทริบิว P_Image_Descriptor ของตาราง Product เพื่อใช้สำหรับการค้นหา

เมื่อผู้ใช้ถ่ายภาพผลิตภัณฑ์และสั่งสแกน ภาพที่ต้องการค้นหาจะถูกเตรียมพร้อมโดยปรับขนาดและปรับสีเป็นขาวดำ (บรรทัดที่ 1) จากนั้นคุณลักษณะเด่นของภาพจะถูกคำนวน (บรรทัดที่ 2) และนำไปค้นหาเปรียบเทียบข้อมูลในฐานข้อมูล (บรรทัด 3 – 7) การค้นหาเลือกภาพต้นฉบับที่มีความใกล้เคียงที่สุด โดยพิจารณาจากค่า distance ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบค่า descriptors ด้วยวิธี k-nearest neighbours algorithm (knn) (บรรทัดที่ 4) ชุดข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่มีผลเปรียบเทียบ distance น้อยที่สุดจะถูกเลือก (สามารถดูเพิ่มเติมได้ที่ [12])

2) ส่วนผู้ผลิตอาหาร

ผู้ผลิตอาหารสามารถใช้ประโยชน์จากระบบ HSVS ได้ในกรณีต้องการสืบค้นส่วนผสมอาหาร และอยากทราบถึงสถานะฮาลาล หะรอม หรือ มัชบูฮฺ เพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง โดยระบบรองรับการค้นหาจากหมวดหมู่ การค้นหาด้วยชื่อส่วนผสม และการค้นหาด้วยหมายเลข E-number ดังแสดงในรูปที่ 6

รูปที่ 6 การค้นหาด้วย E-number (ก) ตัวอย่างการค้นหาส่วนผสม E211 และ (ข) รายละเอียดและสถานะของส่วนผสม monosodium glutamate

3) ส่วนนักวิทยาศาสตร์ฮาลาล

นักวิทยาศาสตร์ฮาลารับบทบาทสำคัญในการตรวจสอบส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานทั้งในการชี้ขาดสถานะส่วนผสมอาหารบนฐานของการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นข้อมูลสำคัญซึ่งสนับสนุนการตรวจสอบสถานะผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบดังกล่าวเป็นได้ทั้งส่วนประกอบที่รู้จักกันทั่วไปหรือส่วนประกอบจากท้องถิ่น นักวิทยาศาสตร์ฮาลาลเมื่อตรวจสอบส่วนประกอบจากกระบวนการทดลองวิทยาศาสตร์แล้วจึงนำเข้าข้อมูลสู่ระบบ HSVS ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 ส่วนเพิ่มรายละเอียดผลิตภัณฑ์

4) ส่วนผู้ตรวจสอบฮาลาล

ในฐานะผู้ตรวจสอบสถานะของผลิตภัณฑ์ นอกจากจะพิจารณาขั้นตอนการผลิต และยังต้องพิจารณาส่วนประกอบและส่วนผสมอาหารต่าง ๆ เพื่อให้แน่ใจได้ว่าผลิตภัณฑ์จัดอยู่ในสถานะฮาลาล หะรอม หรือ มัซบูฮฺ ดังนั้นการใช้งานระบบเป็นการเข้าถึงข้อมูลส่วนประกอบ และส่วนผสมอาหาร จึงเป็นลักษณะเดียวกันกับส่วนผู้ผลิตอาหาร ดังรูปที่ 6 เพื่อประกอบการพิจารณากำหนดสถานะแก่ผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นผู้ตรวจสอบฮาลาลยังสามารถนำเข้าข้อมูลรายละเอียดผลิตภัณฑ์ สถานะฮาลาล วันที่อนุญาต และวันหมดอายุ เป็นต้น (รูปที่ 7) และข้อมูลดังกล่าวจะถูกใช้โดยผู้บริโภคต่อไป

6. ผลการประเมินคุณภาพและอภิปรายผล

6.1 เครื่องมือและสภาพแวดล้อมการประเมินผลระบบ

การประเมินผลระบบ HSVS มี 2 วิธีคือ การประเมินคุณภาพโดยการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์หลังจากทดสอบระบบ และประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานทุกกลุ่มโดยตอบแบบสอบถามหลังทดลองใช้ระบบ ดังรายละเอียดตารางที่ 1

เครื่องมือใช้ในการประเมินผลระบบประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ชนิดพกพามีหน่วยประมวลผลกลางชนิด Intel i7 สถาปัตยกรรม 64 bits หน่วยความจำขนาด 8 GB ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows 10 ทำหน้าที่หนึ่งเป็นแม่ข่ายให้บริการฐานข้อมูล MySQL server และแม่ข่ายให้บริการ Web server ด้วยโปรแกรม XAMPP version 3.3.0 คอมพิวเตอร์นี้ยังทำหน้าที่เป็นลูกข่าย (client) ใช้งานระบบ HSVS ในลักษณะ web-based application บนเครื่องตัวเอง (localhost) สำหรับผู้ใช้งานกลุ่มที่สามารถนำเข้าข้อมูล เช่น ผู้ตรวจสอบฮาลาล และนักวิทยาศาสตร์ฮาลาล

นอกจากนี้กลุ่มผู้บริโภคทดสอบการค้นหาข้อมูลผ่านคำค้น บาร์โค้ด และประมวลผลภาพ ใช้เป็นสมาร์ทโฟนรุ่น iPhone 13 Pro หน่วยความจำ RAM ขนาด 6 GB ระบบปฏิบัติการ iOS 15.6.1 ทำหน้าที่ลูกข่าย เชื่อมต่อแม่ข่ายภายใต้เครือข่ายท้องถิ่นเดียวกันซึ่งมีเพียงสองเครื่อง

สภาพแวดล้อมของการประเมินระบบมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผู้ใช้ระบบ สำหรับกลุ่มผู้บริโภคทำการทดสอบบริเวณร้านสะดวกซื้อ โดยใช้สมาร์ทโฟนค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ ในขณะที่กลุ่มอื่นทดสอบระบบจากสถานที่ทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์พกพา หลังการทดสอบใช้งานระบบแล้วจึงตอบ

แบบสอบถามความพึงพอใจ ทั้งนี้ปริมาณระเบียนข้อมูลในฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับจาก 25 ระเบียน ถึง 1,000 ระเบียน

6.2 ผลการประเมินคุณภาพระบบ HSVS

1) ผลประเมินความพึงพอใจ

การประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานระบบของผู้ใช้ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง และพิจารณาโดยไม่แบ่งประเภทของผู้ใช้ระบบซึ่งมีดังนี้ ผลประเมินความพึงพอใจด้านการออกแบบส่วนต่อประสาน แสดงผลต่าง ๆ ทางหน้าจอได้อย่างเหมาะสมเพียงใด (ตารางที่ 4) ซึ่งมีผลการประเมินในภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 3.35 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 โดยความพึงพอใจในการเลือกใช้ชนิดและขนาดของตัวอักษรและการออกแบบได้มาตรฐานสอดคล้องกันได้รับคะแนนสูงสุด สำหรับด้านคุณภาพการทำงานของระบบ (ตารางที่ 5) ผู้ใช้ถึงร้อยละ 92.74 มีความพึงพอใจในระบบ โดยร้อยละ 35.54 พึงพอใจมาก และร้อยละ 57.20 พึงพอใจ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 3.72 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อคุณภาพการทำงานของระบบในระดับมาก สำหรับด้านความง่ายต่อการใช้งานของระบบ (ตารางที่ 6) ผู้ใช้เห็นว่าระบบมีเมนู การแสดงผลและการสื่อสารเข้าใจได้ง่ายไม่ยากในการเรียนรู้ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยรวมค่อนข้างสูงคือ 3.53 ซึ่งอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 0.54 สำหรับด้านสุดท้ายของการประเมินคือด้านประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ ตารางที่ 7 โดยผู้ใช้พิจารณาในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ยรวม 3.27 และความพึงพอใจเป็นไปในทิศทางเดียวกันด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 โดยเห็นว่าการค้นหาข้อมูลด้วยการประมวลผลภาพมีประโยชน์สูงสุดที่ค่าเฉลี่ย 3.54 ระดับพึงพอใจมาก และการค้นหาด้วย E-number มีประโยชน์น้อยที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 3.09 ระดับพึงพอใจ ทั้งนี้เป็นเพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่รู้จัก E-number ของส่วนประกอบอาหารยกเว้นผู้ผลิตและผู้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

คุณสมบัติ	การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ แสดงผลหน้าจอได้เหมาะสม							
	รวม	ระดับความพึงพอใจ (จำนวน / ร้อยละ)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
		พึงพอใจมาก	พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจมาก			
1. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิด ขนาดตัวอักษรบนจอภาพ	157	64	90	3	-	3.39	0.53	พึงพอใจมาก
	100	40.76	57.32	1.91	-			
2. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	157	57	98	2	-	3.35	0.50	พึงพอใจมาก
	100	36.3	62.42	1.27	-			
3. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความ สัญลักษณ์หรือ รูปภาพเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	157	53	101	3	-	3.32	0.51	พึงพอใจมาก
	100	33.76	64.33	1.91	-			
4. ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ	157	62	95	-	-	3.39	0.49	พึงพอใจมาก
	100	39.4	60.51	-	-			
5. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	157	55	97	4	1	3.31	0.55	พึงพอใจมาก
	100	35.03	61.83	2.55	0.64			
เฉลี่ยรวม	157	58.20	96.20	2.40	0.20	3.35	0.51	พึงพอใจมาก
	100	37.07	61.27	1.53	0.13			

2) ผลการประเมินคุณภาพ

ผลการประเมินคุณภาพของระบบได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน หลังการทดสอบระบบในส่วนต่างๆ สามารถจำแนกประเด็นได้ดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 คุณภาพส่วนต่อประสานผู้ใช้ UX/UI

ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อคุณภาพส่วนต่อประสานไปในทิศทางเดียวกัน คือ ส่วน user experience (UX) ทำได้ดี ตัวอย่างความเห็นผู้เชี่ยวชาญกล่าวว่า

“การใช้งานเข้าใจง่าย การใส่ข้อมูลที่มีรายละเอียดมากจัดแบ่งเป็นหน้าย่อยเรียงลำดับเป็นขั้นตอนได้ดี”

“การเลือกใช้กล่องข้อความประเภทต่าง ๆ ทำได้เหมาะสม ผู้ใช้คุ้นเคยกับการใช้ดีแล้ว”

อย่างไรก็ตามสำหรับในส่วน user interface (UI) ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าควรปรับปรุงให้ทันสมัย โดยเฉพาะเรื่องการกำหนดสี และการจัดวางหน้าจอ

ตารางที่ 5 คุณภาพการทำงานของระบบ

คุณสมบัติ	คุณภาพการทำงานของระบบ							
	รวม	ระดับความพึงพอใจ (จำนวน / ร้อยละ)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
		พึงพอใจมาก	พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจมาก			
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	157	101	56	-	-	3.64	0.48	พึงพอใจมาก
	100	64.33	35.67	-	-			
2. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล	157	32	125	-	-	3.20	0.40	พึงพอใจ
	100	20.38	79.62	-	-			
1. ความถูกต้องของการค้นหาข้อมูล	157	45	112	-	-	3.29	0.45	พึงพอใจมาก
	100	28.66	71.37	-	-			
2. ความรวดเร็วในการประมวลผล	157	21	79	50	7	2.73	0.75	พึงพอใจ
	100	33.38	50.32	31.85	4.46			
5. ความครอบคลุมต่อความต้องการของการใช้งาน	157	80	77	-	-	3.51	0.50	พึงพอใจมาก
	100	50.96	49.04	-	-			
เฉลี่ยรวม	157	55.80	89.80	10	1.40	3.27	0.52	พึงพอใจมาก
	100	35.54	57.20	6.37	0.89			

ตารางที่ 6 ความง่ายในการใช้งานระบบ

คุณสมบัติ	ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานระบบ							
	รวม	ระดับความพึงพอใจ (จำนวน / ร้อยละ)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
		พึงพอใจมาก	พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจมาก			
1. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	157	157	67	1	-	3.64	0.51	พึงพอใจมาก
	100	100	42.68	0.64	-			
2. คำศัพท์ที่ใช้ ผู้ใช้มีความคุ้นเคย และสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	157	157	62	3	-	3.20	0.53	พึงพอใจมาก
	100	100	39.49	1.91	-			
3. การแสดงผลในภาพรวมเข้าใจได้ง่าย	157	157	50	3	-	3.29	0.49	พึงพอใจมาก
	100	100	31.85	1.91	-			
4. มีการออกแบบหน้าจอให้ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน	157	157	69	7	-	2.73	0.58	พึงพอใจมาก
	100	100	43.95	4.46	-			
5. การใช้งานระบบเหมาะสมกับอุปกรณ์ของผู้ใช้	157	157	81	5	-	3.51	0.55	พึงพอใจมาก
	100	100	51.59	3.18	-			
เฉลี่ยรวม	157	157	65.80	3.80	-	3.27	0.54	พึงพอใจมาก
	100	100	41.91	2.42	-			

ประเด็นที่ 2 คุณภาพการประมวลผล

เนื่องจากระบบถูกพัฒนาขึ้นในแบบ web application ซึ่งมีการใช้ Python ในการประมวลผลภาพ และบาร์โค้ดจึงจำเป็นต้องส่งข้อมูลภาพจากฝั่งลูกข่ายไปประมวลผลด้วย Python ณ ฝั่งแม่ข่าย จากนั้นจึงนำผลที่ได้ค้นหาในฐานข้อมูลส่งผลย้อนกลับไปยังลูกข่าย นอกจากนี้ยังเป็นภาระการประมวลผลของแม่ข่าย ซึ่งมีความล่าช้าและประสิทธิภาพต่ำ ผู้เชี่ยวชาญจึงมีข้อแนะนำในการปรับปรุงดังนี้

"ปัจจุบันมีความพยายามทำให้ python สามารถทำงานบน web application ในฝั่งของ client ตัวอย่างเช่น PyScript"

ข้อแนะนำดังกล่าวสามารถนำมาปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่ดีขึ้นได้

6.3 อภิปรายผล

จากผลการประเมินที่ได้ สามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1) ผลที่เกิดขึ้นต่อความพึงพอใจของผู้เกี่ยวข้องจากการใช้วิธีการ XP ในการพัฒนาระบบ

การออกแบบระบบให้เหมาะสมกับความต้องการการใช้งานของผู้ใช้ถือเป็นวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาระบบอย่างไรก็ตามการแสวงหาความต้องการของผู้ใช้เฉพาะในตอนเริ่มต้นเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์นี้ได้

ตารางที่ 7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานระบบ

คุณสมบัติ	การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ แสดงผลหน้าจอได้เหมาะสม							
	รวม	ระดับความพึงพอใจ (จำนวน / ร้อยละ)				ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
		พึงพอใจมาก	พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจ	ไม่พึงพอใจมาก			
1. ประโยชน์ที่ได้รับจากกว่าใช้การค้นหาบาร์โค้ด	157	47	105	5	-	3.27	0.51	พึงพอใจมาก
	100	29.94	66.88	3.18	-			
2. ประโยชน์ที่ได้รับจากการค้นหารูปผลิตภัณฑ์	157	89	63	5	-	3.54	0.56	พึงพอใจมาก
	100	56.69	40.13	3.18	-			
3. ประโยชน์ที่ได้รับจากการค้นหาส่วนผสมอาหาร E-number	157	25	121	11	-	3.09	0.47	พึงพอใจ
	100	15.92	77.07	7.01	-			
4. ประโยชน์ที่ได้รับจากการค้นหาชื่อส่วนประกอบอาหาร	157	27	123	7	-	3.13	0.45	พึงพอใจ
	100	17.20	78.34	4.46	-			
5. ความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบ	157	54	103	-	-	3.34	0.48	พึงพอใจมาก
	100	34.39	65.61	-	-			
เฉลี่ยรวม	157	48.40	103	5.60	-	3.27	0.49	พึงพอใจมาก
	100	30.83	65.61	3.57	-			

เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้งานมักจะเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง [13] ดังนั้น การพัฒนาระบบด้วยวิธี XP จึงลดช่องว่างระหว่างผู้ใช้ระบบและผู้พัฒนาระบบด้วยการทำงานที่มีผู้ใช้มีส่วนร่วมให้ความเห็นอย่างต่อเนื่อง และการบริหารโครงการด้วยวิธีการ XP ยังเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งสำหรับการพัฒนาระบบในปัจจุบัน [14] จึงปรากฏผลการประเมินความพึงพอใจส่วนใหญ่อยู่ในระดับพึงพอใจมากในเกือบทุกด้าน โดยเฉพาะความพึงพอใจด้านความครอบคลุมต่อความต้องการของการใช้งานได้คะแนน 3.51 ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 0.5 และด้านการแสดงผลในภาพรวมเข้าใจได้ง่ายได้คะแนนถึง 3.61 ด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 ซึ่งทั้งสองค่านี้เป็นผลโดยตรงจากการใช้วิธี XP ที่มีผู้ใช้เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาระบบ ผลดังกล่าวเป็นในทำนองเดียวกันกับ [15] ที่เห็นว่าการทำงานร่วมกับผู้ใช้ระบบทำให้งานสำเร็จเร็วขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น และทำให้ผู้ใช้ระบบมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้งานระบบ เนื่องจากผู้ใช้มีโอกาสได้ทดสอบระบบตั้งแต่ระดับหน่วยย่อย หน่วยหลัก และทดสอบการทำงานทั้งระบบ ตามเงื่อนไขของการพัฒนาแบบ XP [16]

2) ประโยชน์ของระบบตรวจสอบสถานะฮาลาล (HSVS)

จากสาเหตุความจำเป็นในการพัฒนาระบบ HSVS ขึ้นมาใช้งาน เพื่อประโยชน์ในการใช้งานของผู้เกี่ยวข้องหลัก คือ เจ้าหน้าที่ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ผู้ผลิตอาหารฮาลาล และผู้บริโภค ซึ่งสามารถพิจารณาการยอมรับในประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากความพึงพอใจตารางที่ 7 พบว่าความพึงพอใจในภาพรวมต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ซึ่งผู้เกี่ยวข้องมีความเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกันจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในรายละเอียดของประโยชน์ที่ได้รับในแต่ละกลุ่มผู้เกี่ยวข้อง พบว่าเมื่อแยกพิจารณาผู้เกี่ยวข้องออกเป็นรายกลุ่มความสนใจในการใช้ประโยชน์ข้อมูลมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ ผู้บริโภคมีความต้องการค้นหาข้อมูลผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถค้นหาได้ด้วยบาร์โค้ด มีร้อยละระดับความพึงพอใจมากเป็น 29.94 และร้อยละความพึงพอใจ 66.88 นอกจากนี้เป็นประโยชน์ในการค้นหาด้วยภาพ โดยมีร้อยละความพึงพอใจมาก 56.69 และร้อยละความพึงพอใจ 40.13 ตามลำดับ ในทางกลับกันกลุ่มผู้ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ มีความพึงพอใจมากต่อการค้นหาสถานะฮาลาลของส่วนผสมอาหารด้วยวิธีค้นหาตาม E-number และค้นหาด้วยชื่อ ซึ่งกลุ่มผู้ผลิตอาหารมีความเห็นทิศทางเดียวกัน

3) ผลการประเมินความพึงพอใจระดับ “พึงพอใจ”

ผลประเมินความพึงพอใจในด้านความถูกต้อง และรวดเร็ว (ตารางที่ 5) และด้านประโยชน์การค้นหาส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร (ตารางที่ 7) อยู่ในระดับ “พึงพอใจ” ซึ่งถือว่าต่ำกว่าด้านอื่น เมื่อพิจารณาสาเหตุกรณีความถูกต้องในการค้นหา สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากคุณภาพของภาพถ่ายไม่ดี เช่นรูปภาพมีการบิดงอ หรือไม่ชัดเป็นต้น สำหรับปัญหาด้านความเร็ว สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากการส่งภาพไปประมวลผล

ณ เครื่องแม่ข่ายแต่ฝ่ายเดียว ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

กรณีผู้ใช้เห็นว่าประโยชน์ที่ได้รับจากการค้นหาส่วนประกอบและส่วนผสมอาหาร และมีความพึงพอใจไม่มากนั้น สาเหตุเนื่องจากผู้ประเมินส่วนใหญ่เป็นผู้บริโภค (138 คน) ต้องการทราบข้อมูลของผลิตภัณฑ์ จึงไม่ได้ให้ความสำคัญต่อข้อมูลส่วนประกอบและส่วนผสมมากนัก

7. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบตรวจสอบสถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์(Halal Status Verifying System: HSVS) เพื่อสนับสนุนบุคคลที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ คือ 1) ผู้บริโภคทั่วไปในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่สามารถตรวจสอบสถานะฮาลาลได้อย่างถูกต้อง 2) ผู้ผลิตอาหารที่สามารถวางแผนเลือกใช้ส่วนประกอบอาหารให้ตรงต่อกลุ่มลูกค้าเป้าหมายได้ และสามารถขออนุญาตใช้ตราฮาลาลจากคณะกรรมกลางอิสลามแห่งประเทศไทยได้ 3) ผู้ตรวจสอบ ฮาลาลเพื่อค้นหาข้อมูลส่วนประกอบอาหารที่ผู้ผลิตใช้และออกใบอนุญาตได้สะดวกยิ่งขึ้น และ 4) นักวิทยาศาสตร์ฮาลาลที่สามารถตรวจสอบสารประกอบใหม่ ๆ โดยเฉพาะจากท้องถิ่นเพื่อเป็นฐานข้อมูลให้แก่ผู้ผลิตอาหารและผู้ตรวจสอบ

งานวิจัยเริ่มจากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้ในแต่ละประเภทด้วยการสัมภาษณ์ สรุป และทำการออกแบบระบบ ประกอบด้วย ฐานข้อมูล และส่วนต่อประสานของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการทำงานเบื้องหลังของผู้จัดการระบบ ในการกำหนดสิทธิ์แก่ผู้ใช้และการบริหารข้อมูลให้มีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน จากนั้นผลของการพัฒนาระบบโดยแยกเป็นมุมมองของผู้ใช้แต่ละส่วน ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบหลังจากได้ทดลองใช้ในบริการส่วนต่าง ๆ ของระบบ

ผลการประเมินประสิทธิภาพจะได้ว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวมระดับพึงพอใจมากในทุกด้าน โดยเฉพาะความพึงพอใจด้านความง่ายในการใช้งานระบบได้คะแนนเฉลี่ยรวม 3.53 ที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 (ตารางที่ 6) ความพึงพอใจด้านการออกแบบส่วนต่อประสาน และแสดงผลหน้าจอได้คะแนนเฉลี่ยรวม 3.35 ที่ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 (ตารางที่ 4) ความพึงพอใจด้านคุณภาพการทำงานของระบบได้คะแนนเฉลี่ยรวม 3.27 ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 (ตารางที่ 5) และความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งานระบบได้คะแนน 3.27 ที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49 (ตารางที่ 7)

การนำระบบตรวจสอบสถานะฮาลาลของผลิตภัณฑ์อาหารไปใช้ประโยชน์ ในช่วงแรกมุ่งเป้าไปที่กลุ่มผู้บริโภค ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีโอกาสใช้งานให้เป็นประโยชน์มากที่สุด โดยฐานข้อมูลเบื้องต้นเป็นการนำข้อมูลจากสถาบันฮาลาลและคณะกรรมการอิสลามแห่งประเทศไทย สำหรับข้อมูลผลิตภัณฑ์เฉพาะถิ่นจำเป็นต้องให้นักวิทยาศาสตร์ฮาลาลและผู้ดูแลระบบทยอยนำเข้าข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นทั้งผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น และสารประกอบอาหารในท้องถิ่น เมื่อข้อมูลมีความสมบูรณ์ทั้งผลิตภัณฑ์และสารประกอบอาหาร ทั้งข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเฉพาะประจำถิ่นแล้ว จะทำให้ระบบมีประโยชน์เพิ่มมากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา และสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ ในการอุดหนุนทุนวิจัยจากงบประมาณ รหัส บกศ.049/2564 ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในความสำเร็จของงานวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

1. The Business Research Team, 2023, “Halal Food Global Market Report 2023,” The Business Research Company, pp. 1 – 200.

2. Export-Import Bank of Thailand, 2022, “Break into the Halal Food Market amid the COVID-19 Outbreak,” Department of International Trade Promotion, pp. 1 – 10. (In Thai)

3. Thai-Rath Politics Editor, 2022, Thai Food, World Food continue to support Thai halal food to be popular in Muslim markets [Online], Available: ww.thairath.co.th/news/politic/2580006/. [02 December 2023] (In Thai)

4. The Central Islamic Council of Thailand, 2023, CICOT E-Services [Online], Available: https:// www.halal.or.th/. [11 February 2023] (In Thai)

5. Kaoiean, K., 2015, "Halal Food Standard in Hospital," Ministry of Public Health, pp. 1-76. (In Thai)

6. The Halal Science Center, 2023, H-numbers [Online], Available: https://www.halalthai.com/. [11 February 2023]. (In Thai)

7. The Central Islamic Council of Thailand, 2023, Searching Thai Halal Products [Online], Available: https://www.halal.co.th/. [02 February 2023]. (In Thai)

8. Ummah Labs and Co., 2020, Scan Halal [Online], Available: https://scan-halal.th.uptodown.com/android. [14 February 2023].

9. Insanyya Apps, 2021, My Halal Scanner [Online], Available: https://my-halal-scanner.en.aptoide.com/app. [11 February 2023].

10. Iyawa, G.E., 2020, "Personal Extreme Programming: Exploring Developers' Adoption," *Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, 10-14 August 2020, Salt Lake City, Utah, USA, pp. 2488-2498.

11. Wongrattana, C., 2017, Statistic Usage Technique for Research, 2nd ed., Chulalongkorn University, Bangkok, pp. 1-400. (In Thai)

12. Case, B., 2022, How Does the 7-Eleven Company Do when Customers per Branch Have Been Decreased? [Online], Available: https://www.brandcase.co/38058/. [02 February 2023]. (In Thai)

13. Thanomseing, N., 2018, Sample Size Determination [Online], Available: https://home. kku.ac.th/nikom/516201_sample_size_nk2561.pdf. [21 January 2023].

14. Adulyasas, A., Baka A. and Muninnoppamas, J., 2023, "The Halal Qualified Product Searching System Using Image Processing," *Maejo Information Technology and Innovation Journal*, 9 (2), pp. 34 - 46.

15. Mohammadi, S., Nikkhahahan, B. and Sohrabi, S., 2008, "An Analytical Survey of "On-Site Customer" Practice in Extreme Programming," *International Symposium on Computer Science and its Applications*, 13-15 October 2008, Hobart, Tasmania, Australia, pp. 1-6.

16. Merzouk, S., Cherkaoui, A., Marzak, A., Sael, N. and Guerss, F., 2021, "The Proposition of Process Flow Model for Scrum and eXtreme Programming," *Proceedings of the 4th International Conference on Networking, Information Systems and Security*, 1-2 April 2021, Morocco, pp. 1-6.

17. Wood, S., Michaelides, G. and Thomson, C., 2013, "Successful Extreme Programming: Fidelity to the Methodology or Good Teamworking?," *Information and Software Technology*, 55 (4), pp. 660-672.

18. Anwer, F., Aftab, S., Shah, S. and Waheed, U., 2017, "Comparative Analysis of Two Popular Agile Process Models: Extreme Programming and Scrum," International Journal of Computer Science and Telecommunications, 8 (2), pp. 1-7.