

บทที่ 4

ผลการวิจัย

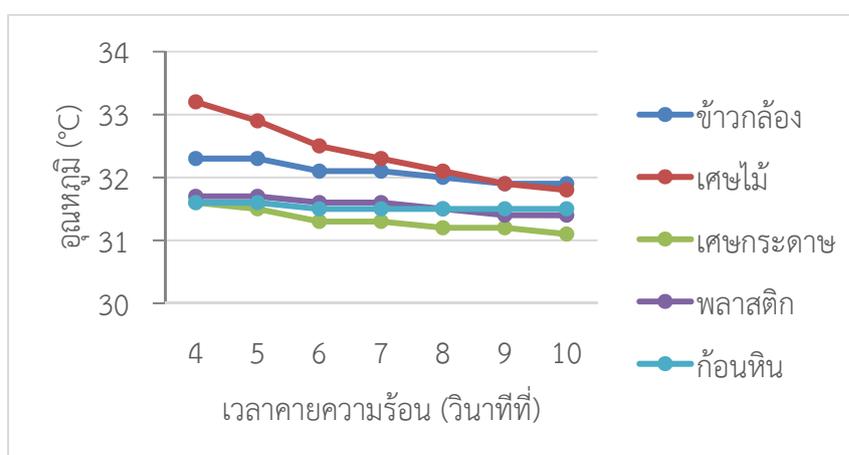
ในการทำการทดลองได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ การหาเวลาสำหรับการถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม และทดลองการทำงานของระบบและโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมาในข้าวด้วยเทคนิคแอกทีฟเทอร์โมกราฟี

4.1 เวลาสำหรับการถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม

ผลการตรวจสอบหาเวลาสำหรับการถ่ายภาพความร้อนเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมจากภาพถ่ายความร้อนที่ถ่ายหลังจากที่ข้าวได้รับความร้อน โดยภาพถ่ายความร้อนดังกล่าวประกอบด้วยข้าวและสิ่งแปลกปลอม ได้แก่ ข้าวกล้อง เศษไม้ ก้อนหิน เศษกระดาษ และพลาสติก ซึ่งได้มาจากให้ความร้อนเป็นเวลา 10 วินาที และหาค่าอุณหภูมิจากภาพถ่ายความร้อน โดยหาเวลาที่มีความแตกต่างระหว่างข้าวและสิ่งแปลกปลอมมากที่สุด ซึ่งผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.1

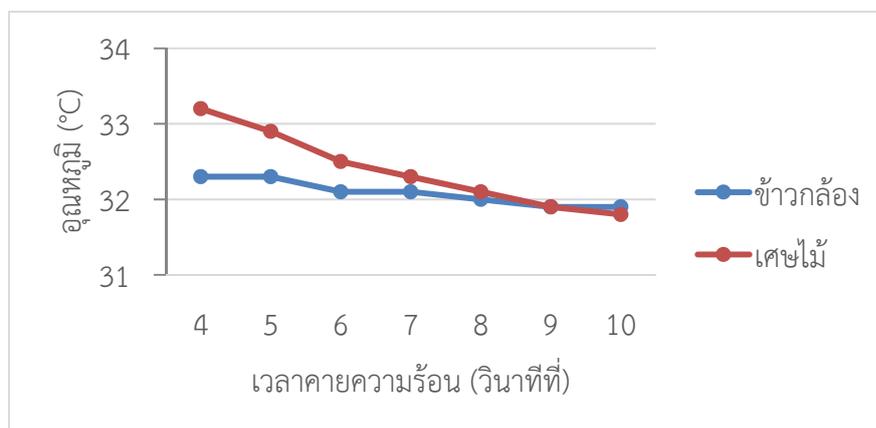
ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของขึ้นทดสอบและเวลาคายความร้อน

ขึ้นทดสอบ	เวลาคายความร้อน (วินาทีที่)						
	4	5	6	7	8	9	10
ข้าวกล้อง	32.3	32.3	32.1	32.1	32	31.9	31.9
เศษไม้	33.2	32.9	32.5	32.3	32.1	31.9	31.8
ก้อนหิน	31.6	31.6	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5
เศษกระดาษ	31.6	31.5	31.3	31.3	31.2	31.2	31.1
พลาสติก	31.7	31.7	31.6	31.6	31.5	31.4	31.4



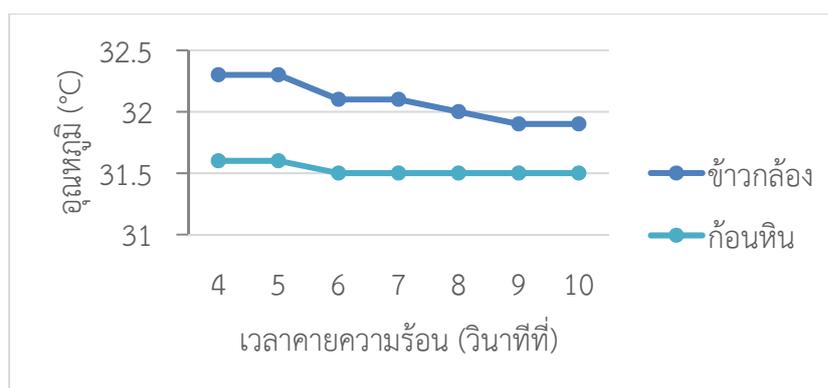
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของขึ้นทดสอบกับเวลาคายความร้อน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของชั้นทดสอบและเวลาคายความร้อนของข้าว และสิ่งแปลกปลอม โดยให้ความร้อนเป็นเวลา 10 วินาที พบว่าเมื่อเวลาในการเวลาคายความร้อนของข้าวเพิ่มขึ้น ค่าอุณหภูมิของชั้นทดสอบจะมีค่าที่ลดลง โดยแสดงว่าอุณหภูมิของชั้นทดสอบแปรผกผันกับเวลาในการคายความร้อน อีกทั้งกราฟดังกล่าวยังแสดงให้เห็นว่าสิ่งแปลกปลอมต่างชนิดกันจะมีความสามารถในการคายความร้อนแตกต่างกัน



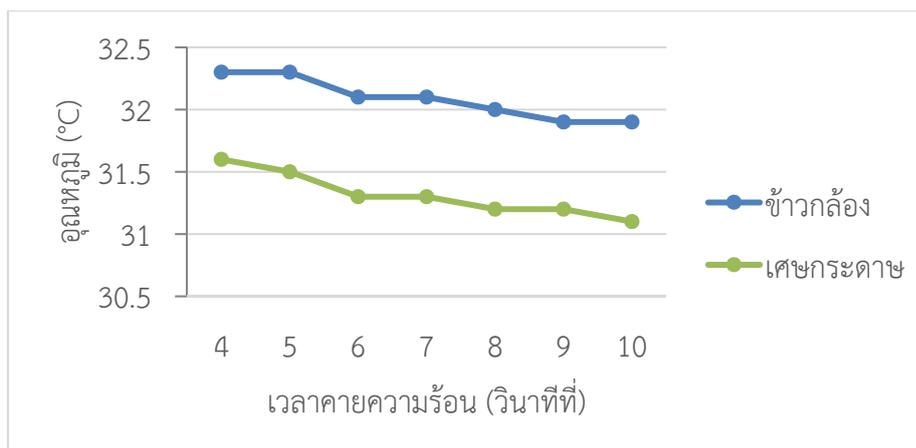
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายความร้อนของข้าวกล้องกับเศษไม้

จากภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายความร้อนของข้าวกล้องกับเศษไม้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาในการตรวจสอบเศษไม้ที่ปะปนมาในข้าวในกระบวนการคายความร้อนวินาทีที่ 4 มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลาดังกล่าวอย่างชัดเจน



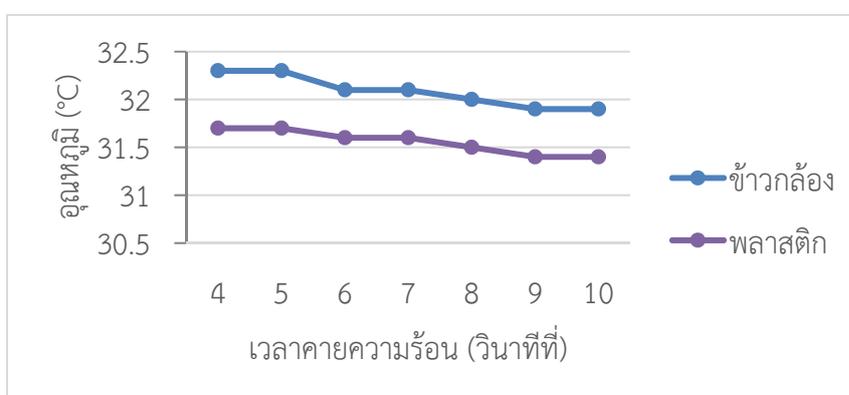
ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายความร้อนของข้าวกล้องกับก้อนหิน

จากภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายความร้อนของข้าวกล้องกับก้อนหิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาในการตรวจสอบก้อนหินที่ปะปนมาในข้าวในกระบวนการคายความร้อนวินาทีที่ 5 มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิในเวลาดังกล่าวอย่างชัดเจน



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายนานของขี้วัวลี้ยงกับเศษกระดาษ

จากภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายนานของขี้วัวลี้ยงกับเศษกระดาษ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาในการตรวจสอบเศษกระดาษที่ปะปนมาในข้าวในกระบวนการคายนานช่วงเวลาที่ 5-8 วินาที มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างชัดเจน



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายนานของขี้วัวลี้ยงกับพลาสติก

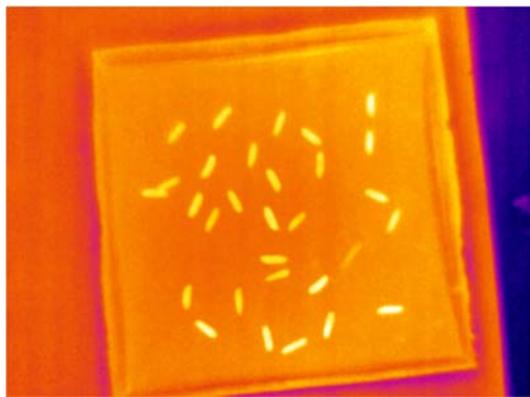
จากภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาคายนานของขี้วัวลี้ยงกับพลาสติก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเวลาในการตรวจสอบพลาสติกที่ปะปนมาในข้าวในกระบวนการคายนานช่วงเวลาที่ 4-5 วินาที มีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงเวลาดังกล่าวอย่างชัดเจน

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบและโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมาในข้าวด้วยเทคนิคแอกทีฟเทอร์โมกราฟี

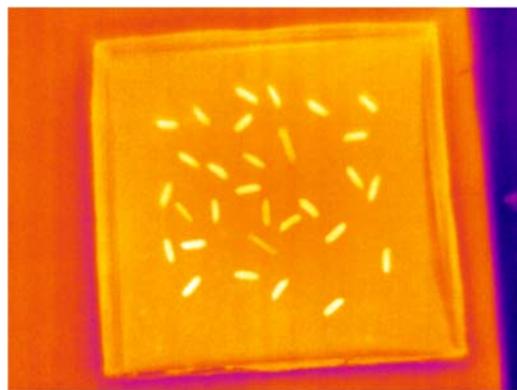
การทดลองการทำงานของระบบและโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมาในข้าวด้วยเทคนิคแอกทีฟเทอร์โมกราฟีนั้น ในขั้นตอนแรกจะเป็นการทดลองระบบการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับข้าวโดยจะได้ผลออกมาในเชิงคุณภาพคือภาพถ่ายทางความร้อน และการทดลองในขั้นตอนที่ 2 คือการพัฒนาโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับข้าวทำการทดสอบโดยใช้ภาพถ่ายทางความร้อนจากขั้นตอนแรกมาผ่านการประมวลผลภาพจากโปรแกรมที่ทำการพัฒนาขึ้น

4.2.1 ระบบการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับข้าว

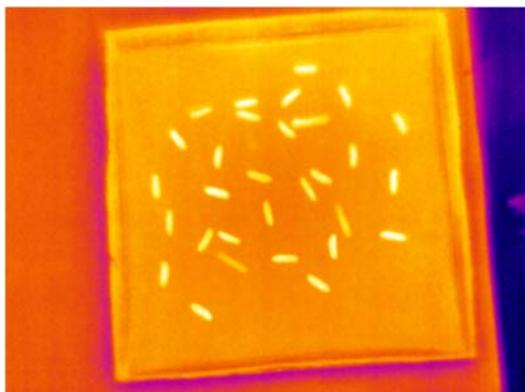
จากการทดลองเพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับข้าวนั้น ได้ทำการทดลองกับข้าวกล้อง และสิ่งแปลกปลอม 4 ชนิด ได้แก่ เศษไม้ ก้อนหิน เศษกระดาษ และพลาสติก โดยได้ทำการปรับอัตราส่วนระหว่างข้าวกับสิ่งแปลกปลอมในอัตราส่วน ดังนี้ 29:1, 28:2, 27:3, 26:4 และ 25:5 เมื่อระบบการตรวจจับสิ่งแปลกปลอม จะได้ภาพถ่ายทางความร้อนของข้าวที่มีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ในสภาพทดลอง



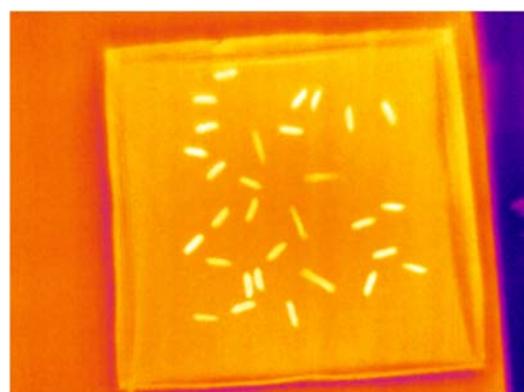
(ก)



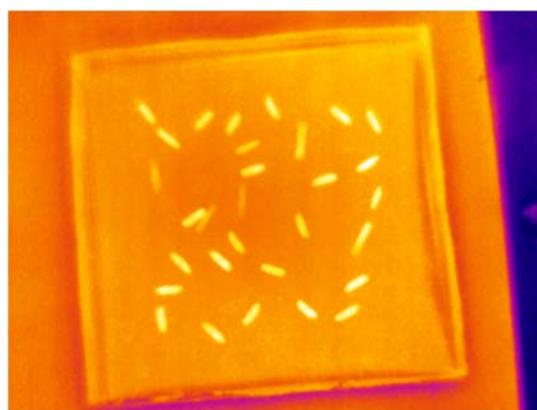
(ข)



(ค)

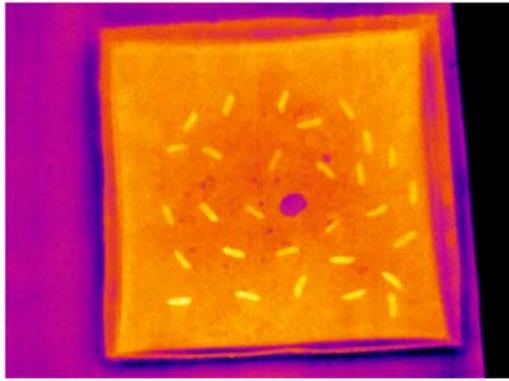


(ง)

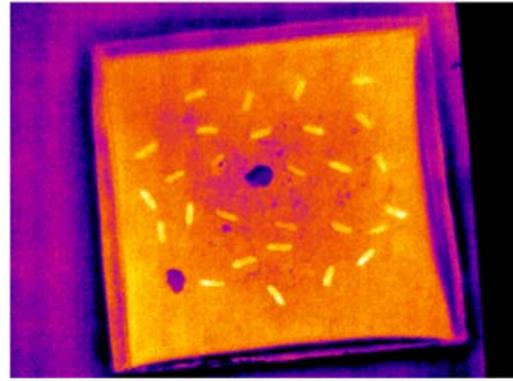


(จ)

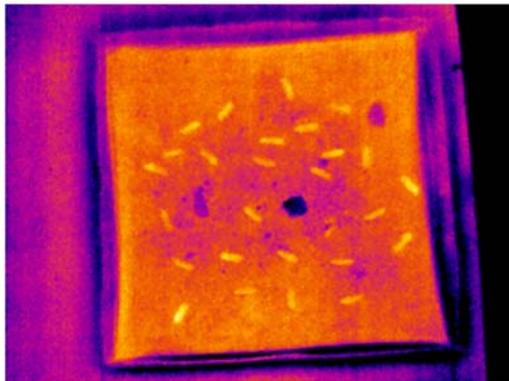
ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายความร้อนของข้าว-เศษไม้ โดยมีอัตราส่วน ข้าว:เศษไม้
(ก) 29:1 (ข) 28:2 (ค) 27:3 (ง) 26:4 (จ) 25:5



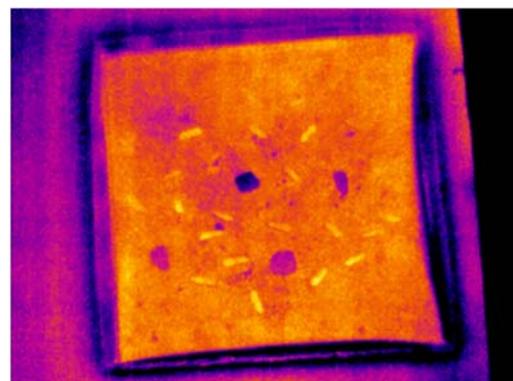
(ก)



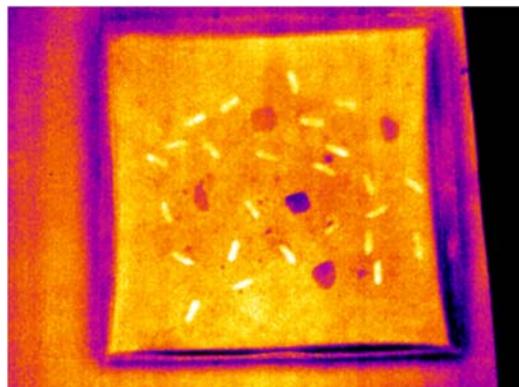
(ข)



(ค)

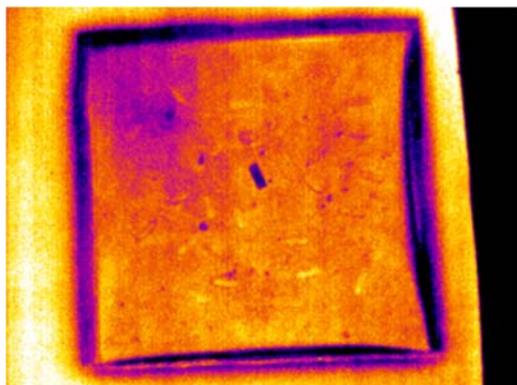


(ง)

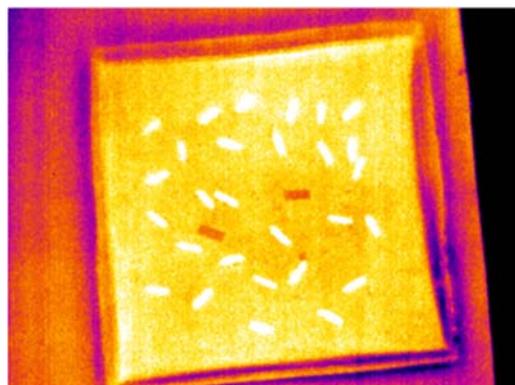


(จ)

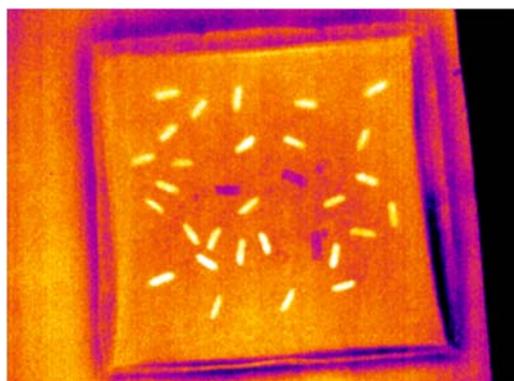
ภาพที่ 4.7 ภาพถ่ายความร้อนของข้าว-ก้อนหิน โดยมีอัตราส่วน ข้าว:ก้อนหิน
(ก) 29:1 (ข) 28:2 (ค) 27:3 (ง) 26:4 (จ) 25:5



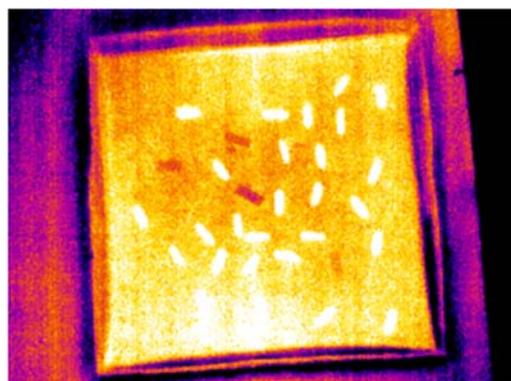
(ก)



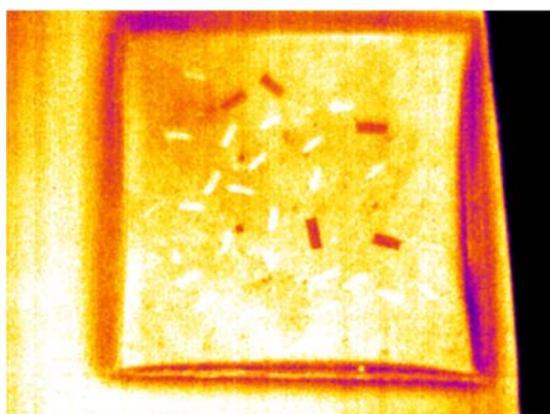
(ข)



(ค)



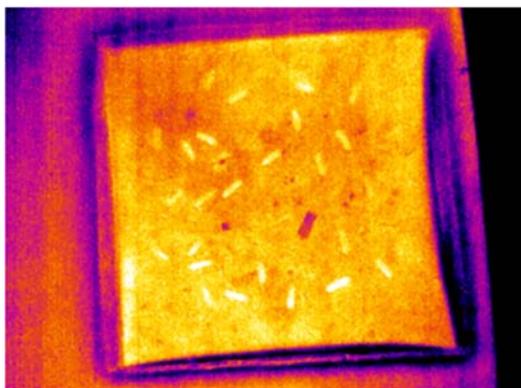
(ง)



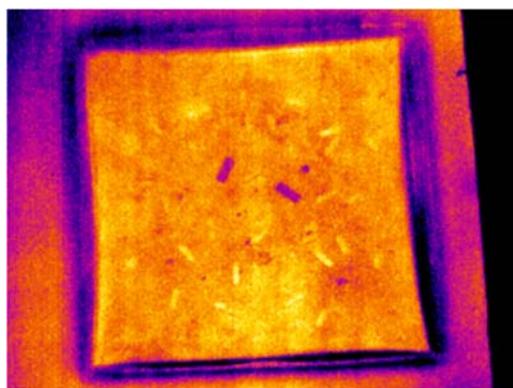
(จ)

ภาพที่ 4.8 ภาพถ่ายความร้อนของข้าว-เศษกระดาศ โดยมีอัตราส่วน ข้าว:เศษกระดาศ

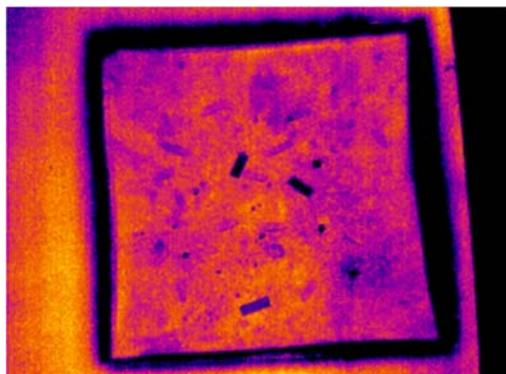
(ก) 29:1 (ข) 28:2 (ค) 27:3 (ง) 26:4 (จ) 25:5



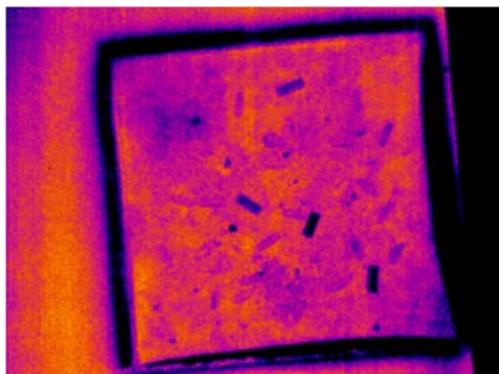
(ก)



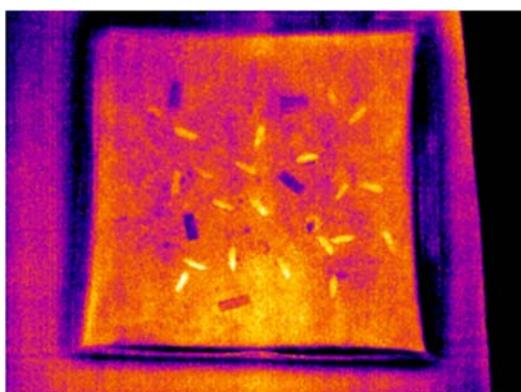
(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

ภาพที่ 4.9 ภาพถ่ายความร้อนของข้าว-พลาสติก โดยมีอัตราส่วน ข้าว:พลาสติก

(ก) 29:1 (ข) 28:2 (ค) 27:3 (ง) 26:4 (จ) 25:5

4.2.2 โปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับข้าว

จากการทดลองโปรแกรมการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมาในข้าว โดยการนำภาพถ่ายทางความร้อนที่ได้มาทำให้เป็น gray scale ด้วยโปรแกรม ThermaCAM วิเคราะห์ผ่านระบบตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่พัฒนาขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ Vision Builder AI 2013 SP1 ของ LabView 2014 โดยแสดงผลความสามารถในการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมของอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้น ดังตารางที่ 4.2-4.5

ตารางแสดงค่าความผิดพลาดของการประมวลผล

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลอง ข้าว-เศษไม้

จำนวนเมล็ดข้าว	จำนวนสิ่งแปลกปลอม (เศษไม้)	จำนวนสิ่งแปลกปลอม ที่ตรวจจับได้ (เศษไม้)	ค่าความคลาดเคลื่อน ที่เกิดขึ้น
29	1	1	0
28	2	2	0
27	3	3	0
26	4	3	1
25	5	4	1

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลอง ข้าว-ก้อนหิน

จำนวนเมล็ดข้าว	จำนวนสิ่งแปลกปลอม (ก้อนหิน)	จำนวนสิ่งแปลกปลอม ที่ตรวจจับได้ (ก้อนหิน)	ค่าความคลาดเคลื่อน ที่เกิดขึ้น
29	1	1	0
28	2	2	0
27	3	3	0
26	4	4	0
25	5	5	0

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลอง ข้าว-เศษกระดาษ

จำนวนเมล็ดข้าว	จำนวนสิ่งแปลกปลอม (เศษกระดาษ)	จำนวนสิ่งแปลกปลอมที่ ตรวจจับได้ (เศษกระดาษ)	ค่าความคลาดเคลื่อน ที่เกิดขึ้น
29	1	1	0
28	2	2	0
27	3	3	0
26	4	3	1
25	5	5	0

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลอง ข้าว-พลาสติก

จำนวนเมล็ดข้าว	จำนวนสิ่งแปลกปลอม (พลาสติก)	จำนวนสิ่งแปลกปลอม ที่ตรวจจับได้ (พลาสติก)	ค่าความคลาดเคลื่อน ที่เกิดขึ้น
29	1	1	0
28	2	2	0
27	3	3	0
26	4	4	0
25	5	4	1