บทที่ 4

ผลการทดลอง

1 การศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดผีเสื้อข้าวสารที่อาศัยอยู่ในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ

กรรมวิธีที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดผีเสื้อข้าวสารแตกต่างจากชุดควบคุม (ไม่ผ่านคลื่น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ในชุดควบคุมผีเสื้อข้าวสารระยไข่สามารถพัฒนาไปเป็นระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย จะใช้ระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 8 สัปดาห์ในสภาพห้องปฏิบัติการ ไข่ในชุดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านคลื่นมีเปอร์เซ็นต์การตายโดยเฉลี่ย 25.01±1.87 เปอร์เซ็นต์ ระยะหนอนพัฒนาไปเป็นดักแด้ และตัวเต็มวัย จะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 7 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การตายโดยเฉลี่ย 34.98±5.88 เปอร์เซ็นต์ ระยะดักแด้ไปเป็นตัวเต็มวัย จะใช้เวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การตายโดยเฉลี่ย 38.90±5.88 เปอร์เซ็นต์ และระยะตัวเต็มวัยเมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์พบ เปอร์เซ็นต์การตายของผีเสื้อข้าวสารโดยเฉลี่ย 12.21±1.40 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนำผีเสื้อทุกระยะไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 MHz ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที พบเปอร์เซ็นต์การตายอย่างสมบูรณ์ (100 เปอร์เซ็นต์) ที่ระยะหนอน และตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสาร ส่วนระยะดักแด้และระยะไข่พบเปอร์เซ็นต์การตายรองลงมาคือ 98.90±0.69 เปอร์เซ็นต์ และ 98.35±0.73 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าระยะที่มีเปอร์เซ็นต์การตายน้อยที่สุดคือระยะไข่ หลังการผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 27.12 MHz ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.1 เปอร์เซ็นต์การตายของผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* ในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ หลังจากผ่านคลื่นความถี่วิทยุความถี่ 27.12 MHz ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที

ระยะการเจริญเติบโต	ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ		ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ	
	% การตาย	SE	% การตาย	SE
ไข่	25.01[b]	1.87	98.35[a]	0.73
หนอน	34.98[b]	5.88	100.00[a]	0.00
ดักแด้	38.90[b]	5.88	98.90[a]	0.69
ตัวเต็มวัย	12.21[b]	1.40	100.00[a]	0.00

[1/] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

2 ศึกษาผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดผีเสื้อข้าวสารในวัยที่มีความสามารถในการรอดชีวิตมากที่สุด

จากผลการทดลองที่ 1 พบว่าคลื่นความถี่วิทยุสามารถให้ความร้อนที่สามารถทำให้ผีเสื้อข้าวสารในระยะต่างๆ ตายร้อยละ 98 ถึง 100 ของจำนวนแมลงทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ยังคงพบผีเสื้อระยะไข่ และดักแด้มีอัตราการตายไม่สมบูรณ์ ในการทดลองที่ 2 นำระยะไข่ ซึ่งเป็นระยะที่พบการตายไม่สมบูรณ์มาทดสอบกับคลื่นความถี่วิทยุอีกเพื่อหาอัตราที่เหมาะสมในการกำจัดไข่ได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งพบว่า หลังจากผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุซึ่งที่อุณหภูมิ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส และชุดควบคุม (ไข่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ) เป็นระยะเวลา 3 นาที ในการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ จากผลการทดสอบพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของไข่ที่พัฒนาไปเป็นตัวเต็มวัย หลังจากผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.2) ไข่ที่ไม่ผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ มีเปอร์เซ็นต์การตาย 33.66 เปอร์เซ็นต์ หรือมีอัตราการรอดชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 66. 34 เปอร์เซ็นต์ และไข่ที่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 40, 45, 50 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยเท่ากับ 82.66, 87.34 และ 87.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิที่ 55 และ60 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยเท่ากับ 95.34 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.2 เปอร์เซ็นต์การตายของไข่หลังจากผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ ต่างๆ

กรรมวิธี (°C)	การตาย (%)[1/]
ชุดควบคุม	33.36[c]
40	82.66[b]
45	87.34[b]
50	87.34[b]
55	95.34[a]
60	100.00[a]
LSD (0.05)	5.59
CV (%)	5.29

[1/] ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

3. ศึกษาผลของการใช้คลื่นความถี่วิทยุต่อคุณภาพของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105

นำข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) ความถี่ 27.12MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาทีมาตรวจสอบคุณภาพของข้าวสารที่เปลี่ยนไปหลังการผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุดังกล่าว เปรียบเทียบกับคุณภาพของข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

3.1 การวัดคุณภาพทางเคมี

3.1.1 เปอร์เซ็นต์อะไมโลส (apparent amylose content)

ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาทีมาตรวจสอบเปอร์เซ็นต์อะไมโลสที่เปลี่ยนไป พบว่าเปอร์เซ็นต์ของอะไมโลสจะเพิ่มขึ้นเมื่อข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุและเกิดความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ แต่ยังคงอยู่ในช่วงของข้าวที่มีอะไมโลสต่ำคือ 12–19 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.3) โดยที่ข้าวสารที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 55 และ 60 องศาเซลเซียส จะมีอะไมโลสเฉลี่ยเท่ากับ 16.89 และ 17.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แตกต่างกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่มีค่าเฉลี่ยของอะไมโลสเท่ากับ 15.17 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.2 ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Micro Kjeldahl method

ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาทีมาตรวจสอบปริมาณโปรตีนที่เปลี่ยนไป พบว่าปริมาณของโปรตีนจะลดลงเมื่อข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุและเกิดความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.4) เมื่อเทียบกับข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ โดยที่ข้าวสารที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 8.06, 8.16 และ 7.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แตกต่างกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีนเท่ากับ 9.45 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 4.3 เปอร์เซ็นต์อะไมโลสที่วัดได้จากข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	**อะไมโลส (%)[1/]**
ชุดควบคุม	15.17[e]
40°C	15.99[d]
45°C	16.14[cd]
50°C	16.64[bc]
55°C	16.90[ab]
60°C	17.36[a]
LSD (0.05)	0.60
CV (%)	2.83

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 เปอร์เซ็นต์ของโปรตีนที่วัดได้จากข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	โปรตีน (%)[1/]
ชุดควบคุม	9.45[a]
40°C	8.52[b]
45°C	8.35[b]
50°C	8.06[bc]
55°C	8.16[bc]
60°C	7.77[c]
LSD (0.05)	0.48
CV (%)	4.42

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

3.2 การวัดคุณภาพการหุง

3.2.1 การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (texture profile analysis)

การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสที่เปลี่ยนแปลงไปของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ ข้อมูลที่ได้จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง TA-XT plus Texture Analyzer จะแสดงค่าต่างๆ ได้แก่ ความแน่นแข็ง (hardness) ความเหนียวติดกัน (adhesiveness) ความยืดหยุ่น (springiness) ความเกาะติดกัน (cohesiveness) และค่าของการบดเคี้ยว(chewiness)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.5 ข้อมูลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	ข้อมูลการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส[1/]				
	ความแน่นแข็ง	ความเหนียวติดกัน	ความยืดหยุ่น	ความเกาะติดกัน	ค่าการบดเคี้ยว
control	2796.7^{e}	-51.25^{d}	0.6920^{e}	0.6540^{c}	1268.5^{f}
40°C	3079.8^{d}	-40.10^{c}	0.7200^{d}	0.6760^{b}	1495.4^{e}
45°C	3196.8^{c}	-30.72^{b}	0.7260^{cd}	0.6800^{ab}	1576.0^{d}
50°C	3488.6^{b}	-21.08^{a}	0.7360^{c}	0.6800^{ab}	1751.0^{c}
55°C	3550.4^{ab}	-20.42^{a}	0.7560^{b}	0.6860^{a}	1844.8^{b}
60°C	3597.8^{a}	-19.78^{a}	0.7880^{a}	0.6880^{a}	1953.0^{a}
LSD (0.05)	95.79	2.42	0.01	0.009	53.71
CV (%)	2.23	6.07	1.64	1.06	2.50

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

จากผลการวิเคราะห์พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุและเกิดความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.5) เมื่อเทียบกับข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดยที่พบว่าเมื่อเกิดการกดของหัววัดค่าความแน่นแข็ง (hardness) ของข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับอุณหภูมิที่ 50, 55 และ60 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 3488.6, 3550.4 และ 3597.8 ซึ่งจะมีค่าความแน่นแข็งมากขึ้นตามลำดับของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2796.7 ต่อมาขณะที่เครื่องดึงหัวกดขึ้นจะเกิดแรงดึงจากความเหนียวของหัวกดขึ้นจากตัวอย่าง (adhesiveness) พบว่าข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับอุณหภูมิที่ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าเฉลี่ยของแรงที่ใช้ดึงเท่ากับ -21.08, -20.42 และ-19.78 ซึ่งจะใช้แรงในการดึงมากขึ้นตามลำดับ เมื่ออุณหภูมิของคลื่นความถี่วิทยุลดลงและใช้แรงดึงมากที่สุดในชุดควบคุม ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -51.25 เมื่อเครื่องทำการกดครั้งที่สองจะทำให้เกิดแรงที่ใช้กดตัวอย่างครั้งที่สองซึ่งเมื่อนำอัตราส่วนของเส้นทางระหว่างเส้นทางการกดของหัวกดเส้นโค้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่สอง และเส้นโค้งแรกจะได้ค่าความยืดหยุ่น (springiness) พบว่าข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับอุณหภูมิที่ 55 และ60 องศาเซลเซียสจะมีค่าเฉลี่ยความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.7560 และ0.7880 ตามลำดับซึ่งจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าเมื่อเทียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6920 นอกจากนั้นยังพบว่าค่าเฉลี่ยของความเกาะติดกัน (cohesiveness) ที่ได้จากอัตราส่วนของพื้นที่ระหว่างเส้นโค้งที่สองกับเส้นโค้งแรกของข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับอุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 0.6880 ตามลำดับจะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6540 ส่วนค่าเฉลี่ยของการบดเคี้ยว (chewiness) ของข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับอุณหภูมิที่ 40, 45, 50, 55และ 60 องศาเซลเซียสพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)โดยที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1495.4, 1576.0, 1751.0, 1844.8 และ1953.0 ซึ่งมากขึ้นตามลำดับเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1268.5 (ตาราง 4.5)

3.2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้ง (viscosity analyses)

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งที่เปลี่ยนแปลงไปของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการใช้คลื่นความถี่วิทยุ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) รุ่น RVA-4D จากบริษัท Newport Scientific Warriewood NSW Australia จะแสดงค่าต่างๆ ได้แก่ ความหนืดสูงสุด (peak) ความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ค่าความคงทนต่อการกวนของแป้งข้าวและความเหนียว (breakdown) ความหนืดจากการคืนตัว (setback) และ ค่าอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด (pasting temperature)

จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความหนืดของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุและเกิดความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะมีค่าความหนืดที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.6) เมื่อเทียบกับข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ได้รับการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดยที่เมื่อแป้งได้รับความร้อนจากเครื่อง RVA ประมาณ 20 วินาทีจะพบว่าอุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด (pasting temperature) ของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุในอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้อุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด (pasting temperature) นั่นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เช่น ข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าความหนืดเฉลี่ยเท่ากับ 88.70, 89.15,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

89.52, 89.53 และ 89.68 ตามลำดับ ซึ่งจะใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.39 หลังจากนั้นเมื่อความหนืดของแป้งจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดความหนืดสูงสุด (peak) พบว่าข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิสูงขึ้น จุดความหนืดสูงสุด (peak) จะมีค่าเฉลี่ยลดลง โดยที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสยิ่งมีค่าที่ต่ำที่สุดคือเฉลี่ยเท่ากับ 2,560.0 ซึ่งเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 3,186.1 ในขั้นตอนต่อไปคือระหว่างที่มีการลดอุณหภูมิของเครื่องวิเคราะห์ความหนืดลงไปยังอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส จะพบว่าความคงทนต่อการกวนของแป้งสุก (breakdown) ของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุในอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะมีแนวโน้มของค่าความคงทนต่อการกวนของแป้งสุก (breakdown) ลดลง โดยจะสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าความคงทนต่อการกวน (breakdown) ลดลงเหลือน้อยที่สุดคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 637.80 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยความคงทนต่อการกวนของแป้งสุก(breakdown) ที่ค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1,574.9 และณ.อุณหภูมิของการวิเคราะห์ของเครื่องที่ 50 องศาเซลเซียส ความหนืดจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งซึ่งเป็นความหนืดเนื่องจากการคืนตัว หรือ การเกิดเจลของแป้งข้าว (setback) โดยที่แป้งข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีค่าของความหนืดเนื่องจากการคืนตัว (setback) ที่เพิ่มขึ้นโดยที่ข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่ 60 องศาเซลเซียสจะมีค่าของความหนืดเนื่องจากการคืนตัว (setback) เฉลี่ยเท่ากับ 869.8 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -275.60 และเมื่อเกิดการคืนตัวของแป้ง (setback) จะพบว่าค่าความหนืดสุดท้ายหลังลดอุณหภูมิ (final viscosity) ซึ่งข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ที่เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นในการทดลองนี้ข้าวสารขาวดอกมะลิที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะมีค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) เพิ่มขึ้นสูงสุดโดยที่ค่าเฉลี่ยจะเท่ากับ 3,429.8 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) เท่ากับ 2,910.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.6 ข้อมูลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของน้ำแป้งของข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์, cP) [1/]				
	อุณหภูมิเริ่มต้นของความหนืด	ความหนืดสูงสุด	ค่าความคงทนของแป้ง	ความหนืดจากการคืนตัว	ความหนืดสุดท้าย
control	88.39^{c}	3,186.1^{a}	1574.9^{a}	-275.60^{f}	2,910.5^{d}
40°C	88.70^{c}	3,020.0^{b}	1321.6^{b}	-78.800^{e}	2,941.2^{d}
45°C	89.15^{bc}	2,855.4^{c}	1116.8^{c}	200.80^{d}	3,056.2^{c}
50°C	89.52^{ab}	2,740.4^{d}	978.80^{d}	394.20^{c}	3,134.6^{c}
55°C	89.53^{ab}	2,668.0^{e}	784.60^{e}	636.80^{b}	3,307.8^{b}
60°C	89.68^{a}	2,560.0^{f}	637.80^{f}	869.80^{a}	3,429.8^{a}
LSD (0.05)	0.47	54.28	85.27	77.25	84.62
CV (%)	0.40	1.47	6.11	20.29	2.07

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

3.2.3 อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongation ratio during cooking)

นำข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านคลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาที มาตรวจสอบอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกที่เปลี่ยนไป พบว่า อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกจะลดลงเมื่อข้าวสารได้รับความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้นโดยความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.7) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ โดยที่ข้าวสารที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส จะมีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 และ 1.56 ตามลำดับ และ อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก จะลดลงมากที่สุดคือ ข้าวสารที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเฉลี่ยเท่ากับ 1.52 แตกต่างกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่มีค่าเฉลี่ยของอัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุกเฉลี่ยเท่ากับ 1.66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 อัตราการยืดตัวของข้าวสุกที่วัดได้จากข้าวสารที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	อัตราการยืดตัว[1/]
ชุดควบคุม	1.66[a]
40°C	1.61[b]
45°C	1.60[b]
50°C	1.56[c]
55°C	1.56[c]
60°C	1.52[d]
LSD (0.05)	0.02
CV (%)	1.16

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

3.2.4 ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency)

ข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 มาผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 นาทีมาตรวจสอบความคงตัวของแป้งสุกโดยวัดจากระยะทางการไหลแป้งที่เปลี่ยนไป พบว่า ระยะทางความแตกต่างการไหลของแป้งจะลดลงเมื่อข้าวสารได้รับความร้อนในอุณหภูมิที่สูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.8) เมื่อเทียบกับข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุ โดยที่ข้าวสารที่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส จะมีระยะทางของการไหลของแป้งเฉลี่ยเท่ากับ 7.08, 6.82 และ 6.68 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างกับชุดควบคุมที่เป็นข้าวสารที่ไม่ได้รับคลื่นความถี่วิทยุที่มีค่าเฉลี่ยของระยะทางการไหลของแป้งเท่ากับ 8.63 เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.8 ระยะทางของแป้งที่ไหลในการทดสอบความคงตัวของแป้งสุกที่วัดได้จากข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	ระยะทางการไหล (cm) [1/]
ชุดควบคุม	8.63[a]
40°C	7.24[b]
45°C	7.38[b]
50°C	7.08[bc]
55°C	6.82[c]
60°C	6.68[c]
LSD (0.05)	0.41
CV (%)	4.40

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

3.3 ปริมาณสารหอม (2-acetyl-l-pyrroline; 2AP)

เป็นการวิเคราะห์สารหอมในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นถี่วิทยุ เทียบกับข้าวสารที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ด้วยใช้เครื่อง Headspace Gas Chromatography ณ. ห้องปฏิบัติการวิจัยเคมีของข้าว ภายใต้การสนับสนุนของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยทางเคมี (PERCH) ผลที่ได้จะเป็นปริมาณของสาร 2-acetyl-l-pyrroline; 2AP (Tinakorn *et al*., 2006) ซึ่งเป็นสารหอมที่อยู่ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังผ่านคลื่นความถี่วิทยุ (RF)

เมื่อนำข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้รับความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 40, 45, 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 3 นาที พบว่า ปริมาณสาร 2-acetyl-l-pyrroline ที่เป็นสารที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวสารดอกมะลิ 105 ที่ได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้น มีปริมาณที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตาราง 4.9) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ปริมาณของสารหอม 2-acetyl-l-pyrroline; 2AP ที่ตรวจสอบพบในข้าวสารขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการใช้คลื่นวิทยุ (RF) ความถี่ 27.12 MHz ในระดับอุณหภูมิต่างๆ เป็นระยะเวลา 3 นาที

กรรมวิธี	สอง-เอพี (พีพีเอ็ม) [1/]
ชุดควบคุม	3.06[a]
40°C	3.29[a]
45°C	3.25[a]
50°C	3.42[a]
55°C	3.30[a]
60°C	3.30[a]
LSD (0.05)	0.48
CV (%)	8.28

[1/] = ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved