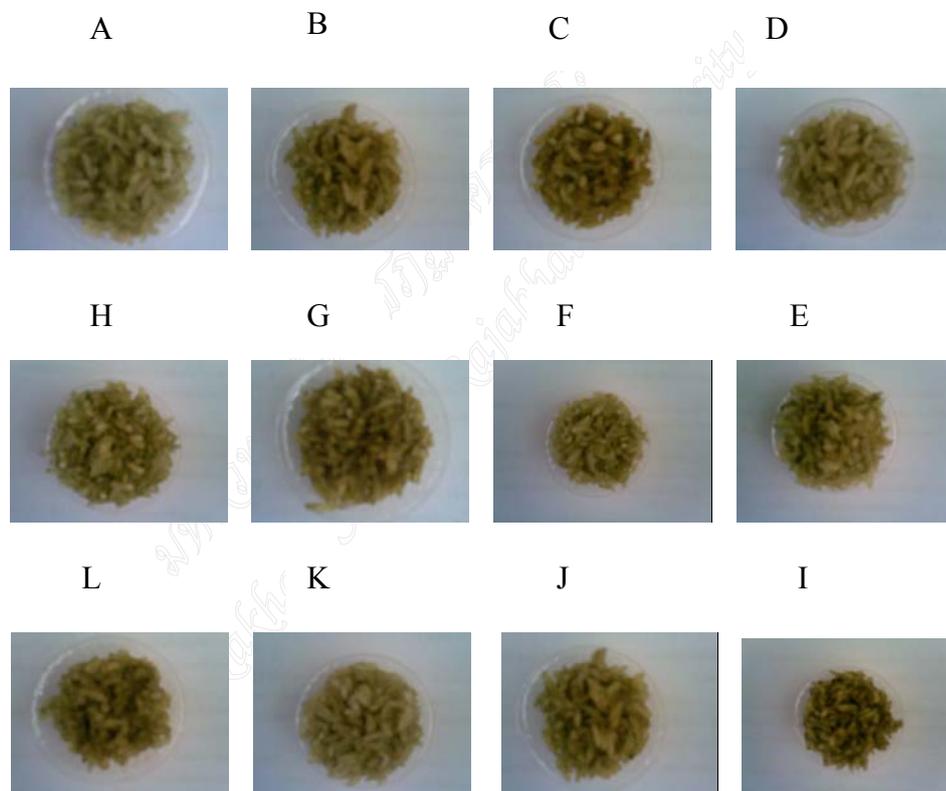


บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลศึกษาความเข้มข้นของน้ำใบเตย

จากผลการศึกษาความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่ใช้ในกระบวนการผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูปกลั่นใบเตยทั้ง 3 ความเข้มข้น แสดงผลการตรวจสอบดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของข้าวกล้องสำเร็จรูปหลังอบ

หมายเหตุ

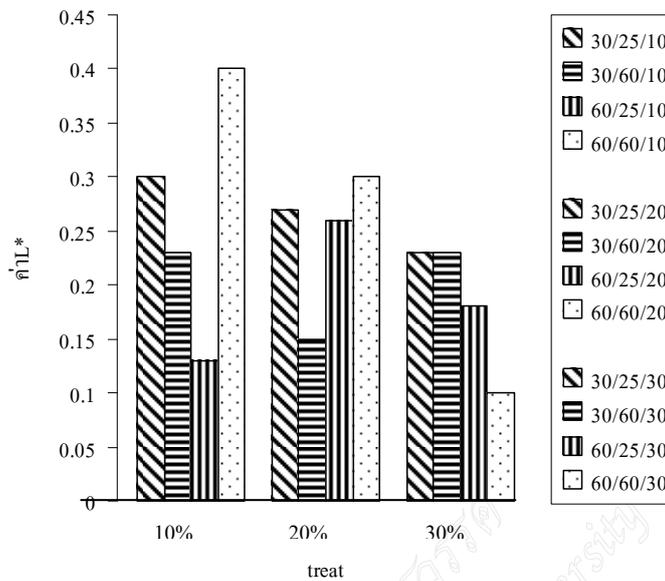
- A คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (30/25/10)
- B คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (30/25/20)
- C คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (30/25/30)
- D คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (30/60/10)
- E คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (30/25/10)
- F คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (30/25/10)
- G คือ แห่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (60/25/10)

- H คือ แขนงข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (60/25/20)
 I คือ แขนงข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (60/25/30)
 J คือ แขนงข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (60/60/10)
 K คือ แขนงข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (60/60/20)
 L คือ แขนงข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (60/60/30)

ตารางที่ 4.1 ค่าสีข้าวถึงสำเร็จรูปก่อนอบแห้ง

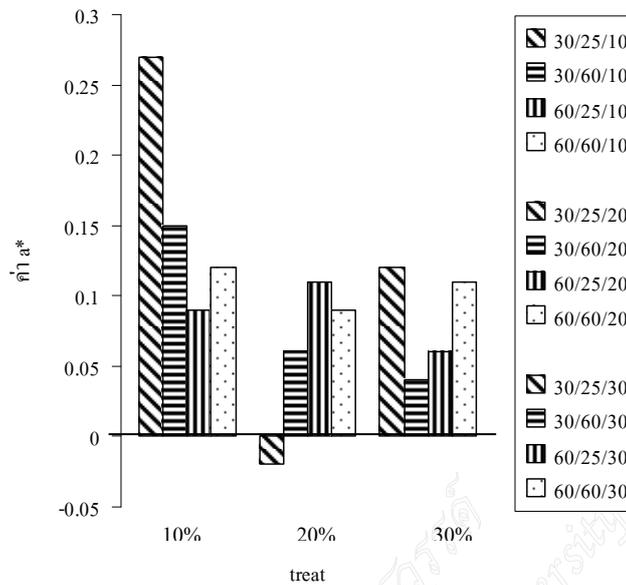
ตัวอย่าง	สีก่อนอบ		
	L*	a*	b*
30/25/10	0.30 ^b	0.27 ^a	0.48 ^a
30/25/20	0.27 ^c	-0.02 ^d	0.28 ^{cd}
30/25/30	0.23 ^d	0.12 ^{bc}	0.32 ^{bc}
30/60/10	0.23 ^d	0.15 ^b	0.35 ^b
30/60/20	0.15 ^f	0.06 ^{bcd}	0.46 ^a
30/60/30	0.23 ^d	0.04 ^{cd}	0.27 ^{cd}
60/25/10	0.13 ^h	0.09 ^{bc}	0.15 ^f
60/25/20	0.26 ^c	0.11 ^{bc}	0.13 ^f
60/25/30	0.18 ^c	0.06 ^{cd}	0.24 ^d
60/60/10	0.40 ^a	0.12 ^{bc}	0.23 ^{dc}
60/60/20	0.30 ^b	0.09 ^{bc}	0.10 ^f
60/60/30	0.10 ^g	0.11 ^{bc}	0.16 ^{ef}

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าตัวอย่าง 60/60/10 มีค่า L* สูงที่สุดคือ 0.40 และตัวอย่างมีค่า a* 0.12 และ b* 0.23 แสดงว่ามีสีเขียวอ่อนที่สุด เพราะว่าผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นน้อยที่สุด จึงทำให้มีสีอ่อนที่สุด เป็นผลทำให้มีค่า L* มากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบค่าสีในแนวตั้ง ตัวอย่าง 60/60/30 มีค่า L* ต่ำที่สุดคือ 0.10 และตัวอย่างมีค่า a* 0.11 และ b* 0.16 แสดงว่ามีสีเขียวเข้มที่สุด เพราะว่าผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปมีความเข้มข้นมากที่สุด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มที่สุด เป็นผลทำให้ค่า L* ต่ำที่สุด ค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับจะมีค่า L*, a* และ b* คือ 2.36, 0.92 และ 3.67 ตามลำดับ เพราะเป็นค่าสีที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค



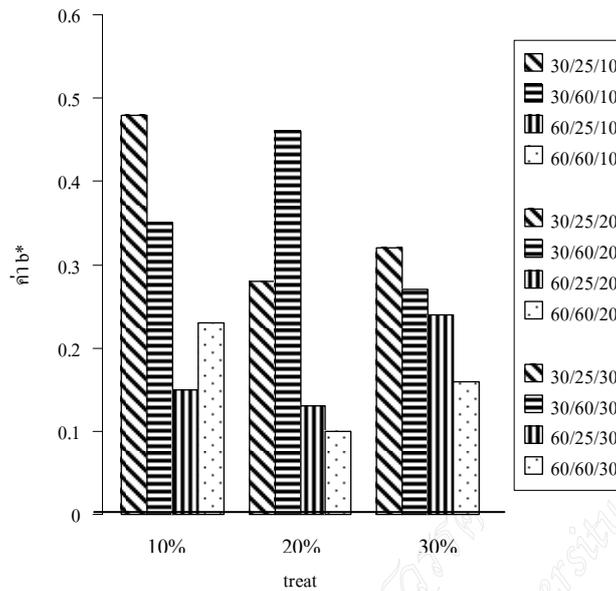
ภาพที่ 4.2 ค่า L^* ก่อนอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.2 เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเดียวกันที่ความเข้มข้น 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ แช่ว้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 นาที จะมีค่า L^* มากที่สุดแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียวย่นที่สุดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า L^* สูงที่สุดคือ 0.40 และที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ L^* สูงที่สุดคือ 0.30 และ แช่ว้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จะมีค่า L^* น้อยที่สุดแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มที่สุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์จะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.13 ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์จะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.15 ส่วนที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ แช่ว้าวที่อุณหภูมิ 25 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จะมีค่า L^* มากที่สุดคือ 0.23 และ แช่ว้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีจะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.10



ภาพที่ 4.3 ค่า a^* ก่อนอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเดียวกันที่ความเข้มข้น 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แช่วข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30 นาที จะมีค่า a^* มากที่สุดแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียวน้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ค่า a^* มากที่สุดคือ 0.27 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ค่า a^* มากที่สุดคือ 0.12 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ แช่วข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.09 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียวมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ แช่วข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ค่า a^* น้อยที่สุดคือ -0.02 แสดงว่ามีสีเขียวมากที่สุดและแช่วข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 60 นาทีจะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.11 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์แช่วข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีจะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.04 และเมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้น ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า a^* มากที่สุด คือ 0.27 และตัวอย่าง 30/25/20 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ -0.02



ภาพที่ 4.4 ค่า b^* ก่อนอบผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

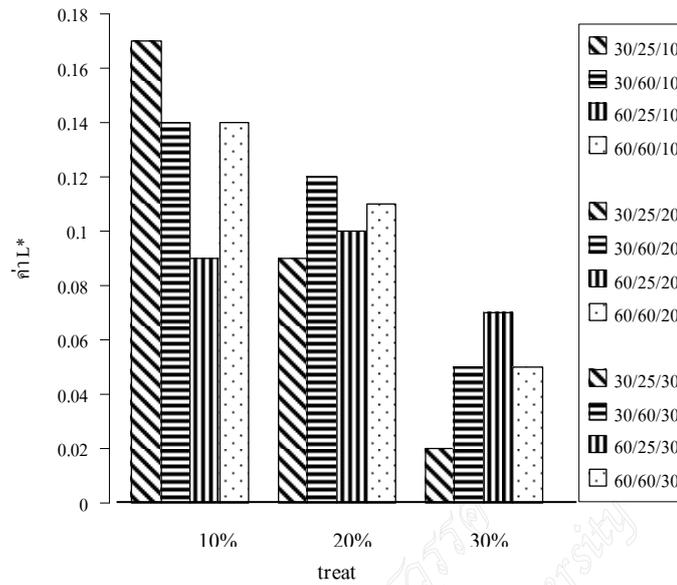
จากภาพที่ 4.4 เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเดียวกันที่ความเข้มข้น 10 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แช่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30 นาที จะมีค่า b^* มากที่สุดแสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเจียวอ่อนที่สุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.48 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.32 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ แช่ข้าวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.13 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเจียวเข้มมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์แช่ข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ค่า b^* มากที่สุดคือ 0.46 แสดงว่ามีสีเจียวอ่อนมากที่สุดที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้น ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.48 และตัวอย่าง 60/60/20 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.10

4.2 ศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการแช่ข้าวในน้ำใบเตย

ตารางที่ 4.2 ค่าสีข้าวถึงสำเร็จรูปหลังอบแห้ง

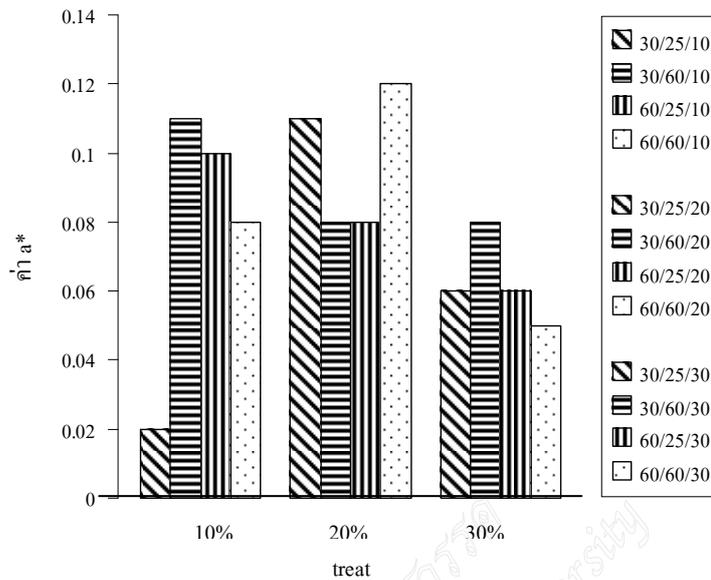
ตัวอย่าง	สีหลังอบ		
	L*	a* ^{ns}	b*
30/25/10	0.17 ^a	0.02	0.10 ^{cde}
30/25/20	0.09 ^{cde}	0.11	0.04 ^{bcde}
30/25/30	0.02 ^f	0.06	0.02 ^{de}
30/60/10	0.14 ^b	0.11	0.09 ^{bc}
30/60/20	0.12 ^{bc}	0.08	0.09 ^{bc}
30/60/30	0.05 ^{ef}	0.08	0.03 ^{de}
60/25/10	0.09 ^{cde}	0.10	0.01 ^b
60/25/20	0.1 ^{bcd}	0.08	0.03 ^a
60/25/30	0.07 ^{de}	0.06	0.01 ^{bcde}
60/60/10	0.14 ^b	0.08	0.09 ^{bc}
60/60/20	0.11 ^{bcd}	0.12	0.06 ^{bcd}
60/60/30	0.05 ^{ef}	0.05	0.04 ^c

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าตัวอย่าง 30/25/10 มีค่า L* สูงที่สุดคือ 0.17 ค่า a* 0.02 และค่า b* 0.10 แสดงว่ามีสีเขียวอ่อนที่สุด เพราะว่ามีผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นน้อยที่สุด ประกอบกับใช้อุณหภูมิต่ำในการแช่ข้าวและระยะเวลาในการแช่สั้นจึงทำให้มีสีอ่อนที่สุด เป็นผลทำให้มีค่า L* มากที่สุดโดยทำการเปรียบเทียบค่าสีในแนวตั้ง ตัวอย่าง 30/25/30 มีค่า L* ต่ำที่สุดคือ 0.02 ค่า a* 0.06 และค่า b* 0.02 แสดงว่ามีสีเขียวเข้มที่สุด เพราะว่ามีผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปมีความเข้มข้นมากที่สุด ประกอบกับใช้อุณหภูมิต่ำในการแช่ข้าว ซึ่งถ้าใช้อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการตกตะกอน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มที่สุด เป็นผลทำให้ค่า L* ต่ำที่สุด ค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับจะมีค่า L*, a* และ b* คือ 0.14, 0.08 และ 0.09 ตามลำดับเป็นค่าสีที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค



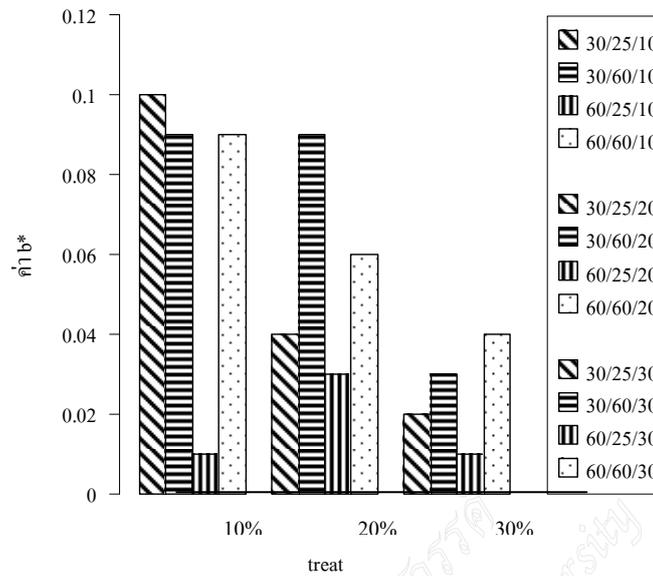
ภาพที่ 4.5 ค่า L^* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพ 4.5 จะเห็นว่าที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า L^* มากที่สุดคือ 0.17 แสดงว่ามีสีเขียวย่นที่สุดตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.09 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุดในความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/60/20 จะมีค่า L^* มากที่สุดคือ 0.12 และตัวอย่าง 30/25/20 จะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.09 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า L^* มากที่สุดคือ 0.07 ตัวอย่าง 30/25/30 จะมีค่า L^* น้อยที่สุดคือ 0.02 และตัวอย่าง 30/60/10 จะมีค่า L^* เท่ากับตัวอย่าง 60/60/10 คือ 0.14



ภาพที่ 4.6 ค่า a^* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นว่าที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.02 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุด ตัวอย่าง 30/60/10 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.11 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุดในความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/60/20 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.12 และตัวอย่าง 30/60/20 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.08 และมีเท่ากับตัวอย่าง 60/25/20 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/60/30 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.08 ตัวอย่าง 60/60/30 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้นตัวอย่าง 60/60/20 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.12 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุด ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.02 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุด



ภาพที่ 4.7 ค่า b^* หลังอบของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.7 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.10 แสดงว่ามีสีเขียวย่นที่สุดตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.01 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/60/20 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.09 ตัวอย่าง 60/25/20 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.03 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/60/30 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.04 ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.01 เมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้น ตัวอย่าง 30/25/10 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 0.10 แสดงว่ามีสีอ่อนที่สุด ตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.01 แสดงว่ามีสีเข้มที่สุด

4.3 ศึกษาวิธีการทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการอบข้าวและค่า a_w ของข้าวหลังอบ

treat	เวลา(ชั่วโมง)	ค่า a_w ^{ns}
30/25/10	18	0.27
30/60/10	18.5	0.26
60/25/10	18	0.27
60//60/10	18.5	0.31
30/25/20	18.5	0.31
30/60/20	19	0.290
60/25/20	18.5	0.25
60/60/20	19	0.26
30/25/30	19	0.27
30/60/30	19.5	0.30
60/25/30	19	0.29
60/60/30	19.5	0.27

จากตารางที่ 4.3 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการอบมากกว่าความเข้มข้น 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ จะมีตะกอนเกาะอยู่ที่เมล็ดข้าว ทำให้เมล็ดข้าวระเหยน้ำออกมาได้ช้า ระยะเวลาที่ใช้ในการอบน้อยจะเป็นผลดีต่อผู้ผลิต เนื่องจากจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะใช้ระยะเวลาในการอบน้อยที่สุด เนื่องจากที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีตะกอนน้อยที่สุด ทำให้เมล็ดข้าวระเหยน้ำออกมาได้เร็ว ผลของค่า a_w ของข้าวหลังอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และจะอยู่ระหว่าง 0.254 - 0.306 ซึ่งต่ำกว่า 0.70 จะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ (งามชื่น, 2550)

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของข้าวถึงสำเร็จรูป

treat	เปอร์เซ็นต์ผลผลิต
30/25/10	84.17
30/25/20	84.83
30/25/30	84.5
30/60/10	87.5
30/60/20	86.67
30/60/30	87.5
60/25/10	85.5
60/25/20	85.83
60/25/30	85.83
60/60/10	89.17
60/60/20	88.33
60/60/30	88.33

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าตัวอย่าง 60/60/10 จะมีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากที่สุดคือ 89.17 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้ามีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตมากก็จะเป็นผลดีต่อผู้ผลิต เพราะจะทำให้ลดต้นทุนในการผลิตได้ ตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตต่ำสุดคือ 30/25/10 มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 84.17 เปอร์เซ็นต์

4.4 ศึกษาการคืนรูปของข้าวถึงสำเร็จรูปกลับในเตยด้วยไมโครเวฟ เป็นเวลา 5 และ 10 นาที



5 นาที



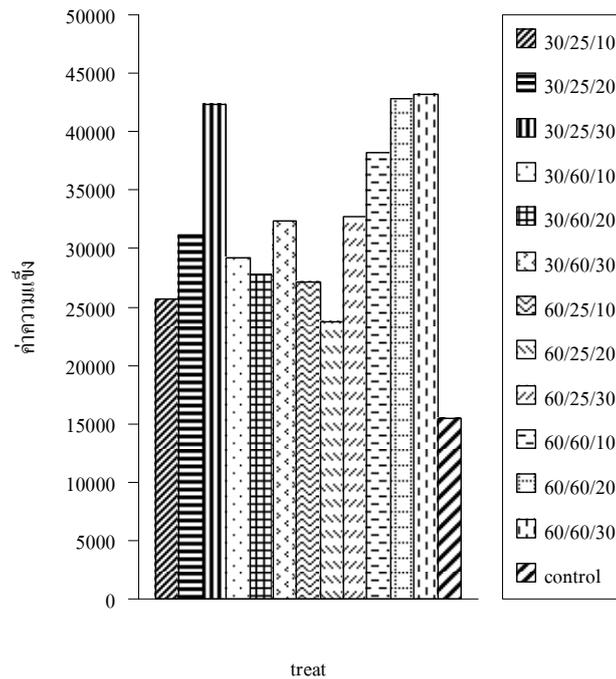
10 นาที

ภาพที่ 4.8 การเปรียบเทียบข้าวถึงสำเร็จรูปที่ใช้เวลาในการคืนรูป 5 นาที และ 10 นาที

จากภาพที่ 4.8 จะเห็นว่าข้าวที่ใช้เวลาในการคั้นรูป 10 นาที ข้าวจะไหม้ เนื่องจากใช้เวลาในการคั้นรูปนานเกินไปจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ต่อไปได้และข้าวที่ใช้เวลาในการคั้นรูป 5 นาที เมล็ดข้าวจะสุกพอดี ดังนั้นจึงใช้เวลาคั้นรูป 5 นาทีในการวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.5 ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปหลังคั้นรูป

treat	ค่าความแข็ง (g)
30/25/10	25728.6 ^{ab}
30/25/20	31180.77 ^c
30/25/30	42275 ^e
30/60/10	29244.5 ^b
30/60/20	27711.2 ^b
30/60/30	32413.37 ^c
60/25/10	27100 ^b
60/25/20	23776.9 ^a
60/25/30	32691.6 ^c
60/60/10	38208.4 ^d
60/60/20	42866.35 ^e
60/60/30	43171.77 ^e
control	15508.37



ภาพที่ 4.9 ความแข็งของข้าวถึงสำเร็จรูป 10 เปอร์เซ็นต์ 20 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์

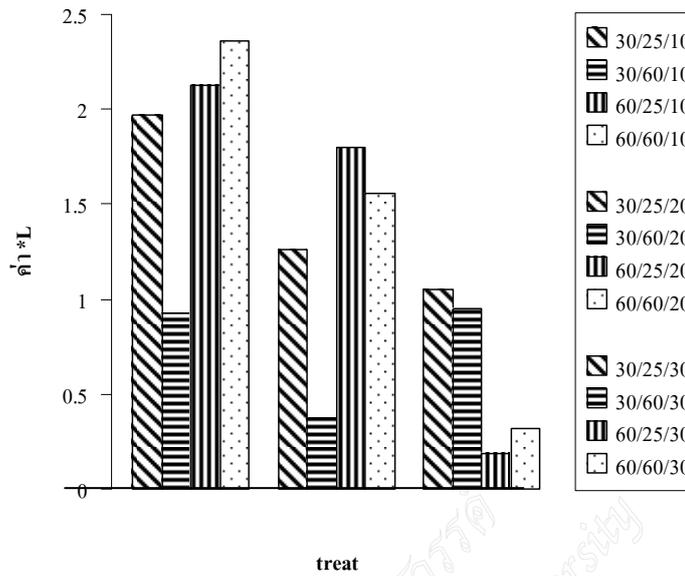
หมายเหตุ treat = เวลา (นาทื) / อุณหภูมิ (°C) / ความเข้มข้น (%)

จากภาพที่ 4.9 ตัวอย่าง 60/60/30 จะมีค่าความแข็งมากที่สุด คือ 43171.77 กรัม เพราะว่าตัวอย่างมีตะกอนเกาะที่เมล็ดข้าวมาก ทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้น้อยเวลานำไปคั้นรูป ค่าความแข็งของตัวอย่างที่ดีควรจะใกล้เคียงกับตัวอย่าง control ซึ่งมีค่าความแข็ง 15508.37 กรัม ตัวอย่าง 60/25/20 จะมีค่าความแข็งน้อยที่สุดและใกล้เคียงกับตัวอย่าง control มากที่สุด คือ 23776.9 กรัม เพราะว่าตัวอย่างมีการแตกหักของเมล็ดมาก ทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้มากเวลานำไปคั้นรูป

ตารางที่ 4.6 ค่าสีข้าวถึงสำเร็จรูปหลังคั้นรูปแห้ง

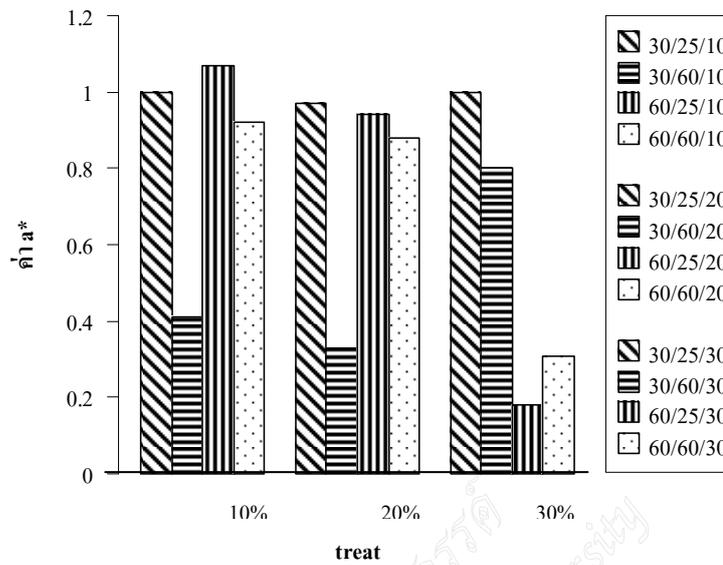
ตัวอย่าง	สีหลังคั้นรูป		
	L*	a*	b*
30/25/10	1.97 ^c	1.00 ^{ab}	3.15 ^c
30/25/20	1.26 ^f	0.97 ^{ab}	2.00 ^f
30/25/30	1.05 ^g	1.00 ^{ab}	1.48 ^g
30/60/10	0.93 ^h	0.41 ^c	1.44 ^g
30/60/20	0.37 ^j	0.33 ^c	1.44 ⁱ
30/60/30	0.95 ^h	0.80 ^d	0.38 ^g
60/25/10	2.13 ^b	1.07 ^a	1.4 ^b
60/25/20	1.80 ^d	0.94 ^d	2.77 ^d
60/25/30	0.19 ^k	0.18 ^f	0.22 ^j
60/60/10	2.36 ^a	0.92 ^{bc}	3.67 ^a
60/60/20	1.56 ^e	0.88 ^{cd}	2.48 ^e
60/60/30	0.32 ⁱ	0.31 ^c	0.50 ^h

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าตัวอย่าง 60/60/10 มีค่า L* สูงที่สุดคือ 2.36 ค่า a* 0.92 และค่า b* 3.67 แสดงว่ามีสีเขียวอ่อนที่สุด เพราะว่าผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นน้อยที่สุด จึงทำให้มีสีอ่อนที่สุด เป็นผลทำให้มีค่า L* มากที่สุดโดยทำการเปรียบเทียบค่าสีในแนวตั้ง ตัวอย่าง 60/60/30 มีค่า L* ต่ำที่สุดคือ 0.32, ค่า b* 0.31 และค่า b* 0.50 แสดงว่ามีสีเขียวเข้มที่สุด เพราะว่าผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปมีความเข้มข้นมากที่สุด จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มที่สุด เป็นผลทำให้ค่า L* ต่ำที่สุด ค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะมีค่า L*, a* และ b* คือ 2.36, 0.92 และ 3.67 ตามลำดับเพราะเป็นค่าสีที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค



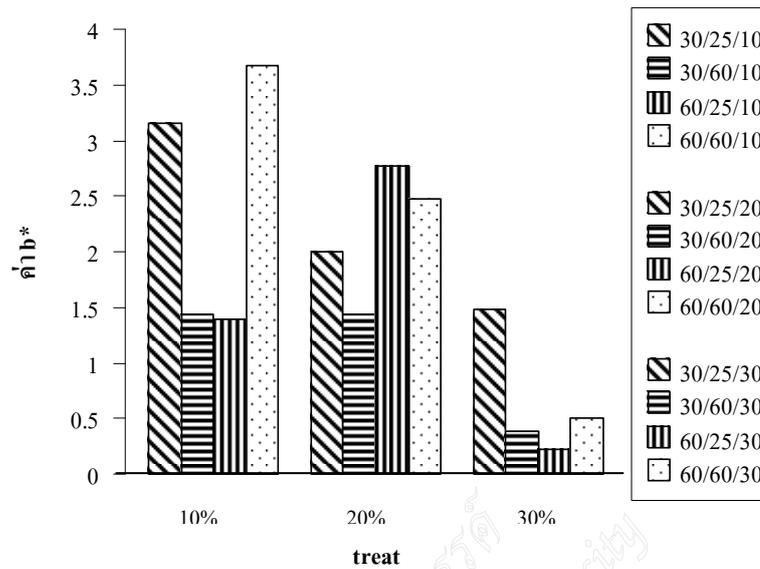
ภาพที่ 4.10 ค่า L* หลังคืนรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นเดียวกันที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/60/10 จะมีค่า L* มากที่สุดคือ 2.36 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเขียวอ่อนที่สุด ตัวอย่าง 30/60/10 จะมีค่า L* น้อยที่สุดคือ 0.93 แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มที่สุดที่อุณหภูมิ ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/25/20 จะมีค่า L* มากที่สุดคือ 1.80 ตัวอย่าง 30/60/20 จะมีค่า L* น้อยที่สุดคือ 0.37 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/30 จะมีค่า L* มากที่สุดคือ 1.05 ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า L* น้อยที่สุดคือ 0.19



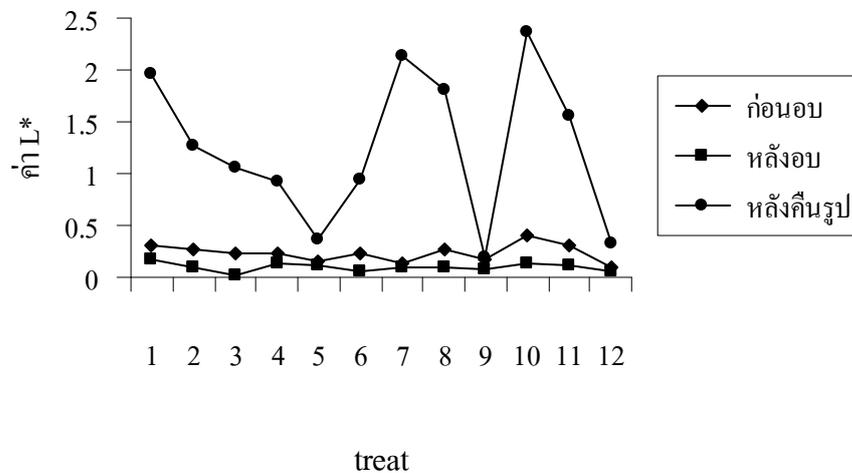
ภาพที่ 4.11 ค่า a^* หลังคืนรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากกราฟที่ 4.11 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 1.07 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุด ตัวอย่าง 30/60/10 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.41 แสดงว่ามีสีเขียวมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/20 มีค่า a^* มากที่สุดคือ 0.97 ตัวอย่าง 30/60/20 มีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.33 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/30 มีค่า a^* มากที่สุดคือ 1.00 ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.18 เมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้น ตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า a^* มากที่สุดคือ 1.07 แสดงว่ามีสีเขียวน้อยที่สุด ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า a^* น้อยที่สุดคือ 0.18 แสดงว่ามีสีเขียวมากที่สุด



ภาพที่ 4.12 ค่า b^* หลังคืนรูปของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปทั้ง 12 ตัวอย่าง

จากกราฟที่ 4.12 ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/60/10 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 3.67 แสดงว่ามีสีอ่อนที่สุด ตัวอย่าง 60/25/10 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 1.40 แสดงว่ามีสีเข้มมากที่สุด ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 60/25/20 มีค่า b^* มากที่สุดคือ 2.77 ตัวอย่าง 30/60/20 มีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 1.44 ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่าง 30/25/30 มีค่า b^* มากที่สุดคือ 1.48 ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.22 เมื่อเปรียบเทียบทุกความเข้มข้น ตัวอย่าง 60/60/10 จะมีค่า b^* มากที่สุดคือ 3.67 แสดงว่ามีสีอ่อนที่สุด ตัวอย่าง 60/25/30 จะมีค่า b^* น้อยที่สุดคือ 0.22 แสดงว่ามีสีเข้มมากที่สุด

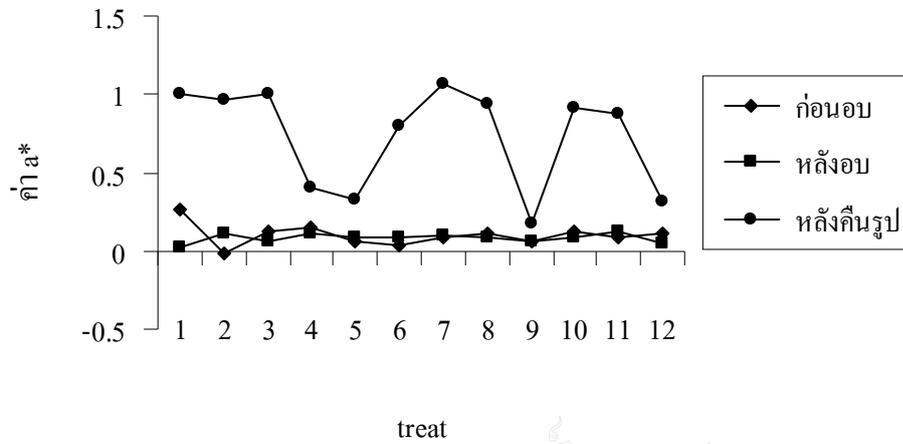


ภาพที่ 4.13 เปรียบเทียบค่า L* ก่อนอบ หลังอบ และหลังคั้นรูป

หมายเหตุ

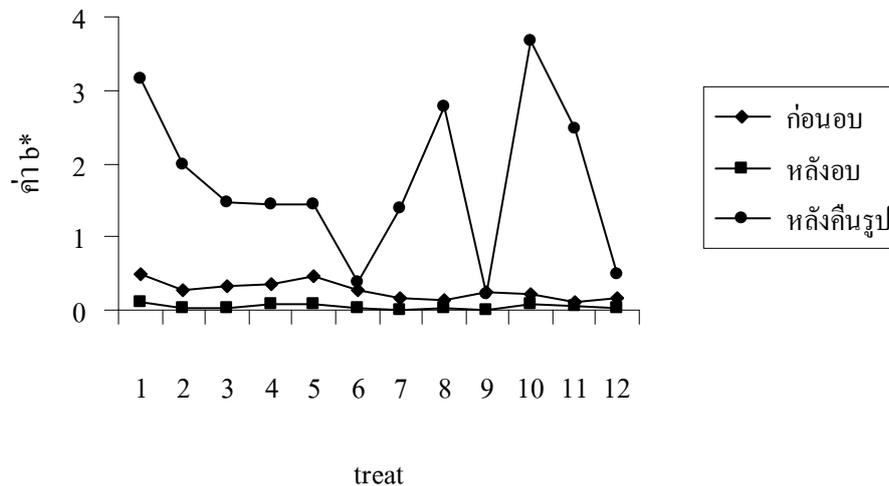
- 1 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (30/25/10)
- 2 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (30/25/20)
- 3 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (30/25/30)
- 4 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (30/60/10)
- 5 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (30/60/20)
- 6 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (30/60/30)
- 7 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (60/25/10)
- 8 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (60/25/20)
- 9 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (60/25/30)
- 10 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (60/60/10)
- 11 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (60/60/20)
- 12 คือ แขน้ำวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (60/60/30)

จากภาพที่ 4.13 จากการเปรียบเทียบค่า L* ของตัวอย่างก่อนอบ หลังอบ และหลังคั้นรูปของทุกตัวอย่างพบว่าค่า L* ของตัวอย่างหลังอบจะมีค่าน้อยที่สุด แสดงว่าตัวอย่างหลังอบจะมีสีเข้มกว่าตัวอย่างก่อนอบและตัวอย่างหลังคั้นรูป ค่า L* หลังคั้นรูปจะมีค่ามากที่สุด แสดงว่าสีของตัวอย่างหลังคั้นรูปจะมีสีอ่อนกว่าตัวอย่างก่อนอบและตัวอย่างหลังอบและค่า L* ของตัวอย่างก่อนอบและหลังอบจะใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างหลังคั้นรูปดังนั้นตัวอย่างก่อนอบและหลังอบจะมีสีใกล้เคียงกันและมีสีเข้มกว่าตัวอย่างหลังคั้นรูป ส่วนตัวอย่างหลังคั้นรูปมีสีอ่อนที่สุด เนื่องจากเวลา คั้นรูปต้องเติมน้ำทำให้มีสีที่อ่อนลง



ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบค่า a^* ก่อนอบ หลังอบ และหลังคืนรูป

จากภาพที่ 4.14 จากการเปรียบเทียบค่า a^* ก่อนอบ หลังอบ และหลังคืนรูปของทุกตัวอย่างพบว่าค่า a^* หลังคืนรูปของทุกตัวอย่างจะมากที่สุด แสดงว่าตัวอย่างหลังคืนรูปมีสีเขียวน้อยกว่าตัวอย่างก่อนอบและตัวอย่างหลังอบ ค่า a^* ของตัวอย่างก่อนอบและหลังอบจะใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยกว่าตัวอย่างหลังคืนรูป ดังนั้นตัวอย่างก่อนอบและหลังอบจะมีสีใกล้เคียงกันและมีสีเขียวมากกว่าตัวอย่างหลังคืนรูป ส่วนตัวอย่างหลังคืนรูปมีสีเขียวน้อยที่สุด เนื่องจากเวลาคืนรูปต้องเติมน้ำทำให้มีสีเขียวน้อยลง



ภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบค่า b^* ก่อนอบ หลังอบ และหลังคืนรูป

จากภาพที่ 4.15 จากการเปรียบเทียบค่า b^* ก่อนอบ หลังอบ และหลังคืนรูปของทุกตัวอย่างพบจะเห็นว่าค่า b^* ก่อนอบและหลังอบของทุกตัวอย่างจะมีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าน้อยกว่า

4.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ความสมบูรณ์ของเมล็ด	ความนุ่ม ^{ns}	การยอมรับรวม
30/25/10	5.72 ^b	5.76 ^c	5.12 ^c	5.44	5.48 ^b
30/60/10	6.56 ^a	6.32 ^{bc}	6.96 ^a	6.24	6.60 ^a
60/25/10	6.48 ^a	6.64 ^{ab}	6.24 ^b	6.40	6.72 ^a
60/60/10	6.56 ^a	6.96 ^a	7.28 ^a	6.56	7.04 ^a

จากตาราง 4.7 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคุณลักษณะตามแนวตั้ง จะเห็นว่าคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ความนุ่ม และการยอมรับรวมของข้าวกล้องสำเร็จรูปของตัวอย่าง 60/60/10 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ตัวอย่าง 30/25/10 จะได้คะแนนในด้านสี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด และการยอมรับรวมน้อยที่สุด และคุณลักษณะในด้านความนุ่มของทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่าง 60/60/10 เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ความสมบูรณ์ของเมล็ด	ความนุ่ม ^{ns}	การยอมรับรวม
30/25/20	6.48 ^{ab}	6.56 ^{ab}	6.56 ^a	6.00	6.36 ^{ab}
30/60/20	6.68 ^a	6.72 ^a	7.12 ^a	6.16	6.88 ^a
60/25/20	6.32 ^{ab}	6.20 ^{ab}	5.64 ^b	6.28	6.04 ^{bc}
60/60/20	5.88 ^b	6.08 ^b	5.64 ^b	5.52	5.56 ^c

จากตาราง 4.8 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคุณลักษณะตามแนวตั้ง จะเห็นว่าคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ความนุ่ม และการยอมรับรวมของข้าวถึงสำเร็จรูปของตัวอย่าง 30/60/20 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ตัวอย่าง 60/60/20 จะได้คะแนนในด้านสี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด และการยอมรับรวมน้อยที่สุด และคุณลักษณะในด้านความนุ่มของทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่าง 30/60/20 เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ความสมบูรณ์ของเมล็ด	ความนุ่ม ^{ns}	การยอมรับรวม
30/25/30	5.12 ^c	5.96 ^b	6.48 ^a	6.00	5.88 ^b
30/60/30	5.52 ^c	6.08 ^b	5.24 ^b	6.16	5.84 ^b
60/25/30	6.96 ^a	6.84 ^a	5.64 ^b	6.28	6.44 ^a
60/60/30	6.40 ^b	6.24 ^b	6.72 ^a	5.52	6.32 ^{ab}

จากตาราง 4.9 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคุณลักษณะตามแนวตั้ง จะเห็นว่าคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ความนุ่ม และการยอมรับรวมของข้าวถึงสำเร็จรูปของตัวอย่าง 60/25/30 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ตัวอย่าง 30/60/30 จะได้คะแนนในด้านสี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด และการยอมรับรวมน้อยที่สุด และคุณลักษณะในด้านความนุ่มของทุกตัวอย่างจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่าง 60/25/30 เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ความเข้มข้น 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่าง	สี	กลิ่น	ความสมบูรณ์ของเมล็ด	ความนุ่ม	การยอมรับรวม
60/60/10	7.12 ^a	7.06 ^a	7.60 ^a	6.70 ^a	7.46 ^a
30/60/20	6.42 ^b	6.24 ^b	5.68 ^b	6.12 ^b	6.18 ^b
60/25/30	4.92 ^c	5.40 ^c	4.82 ^c	5.44 ^c	5.24 ^c

จากตารางที่ 4.10 เมื่อเปรียบเทียบแต่ละคุณลักษณะตามแนวตั้ง พบว่าคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ความนุ่ม และการยอมรับรวมของข้าวถึงสำเร็จรูป ตัวอย่าง 60/60/10 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และตัวอย่าง 60/25/30 จะได้คะแนนในด้านสี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด และการยอมรับรวมน้อยที่สุด คุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความสมบูรณ์ของเมล็ด ความนุ่ม และการยอมรับรวมของทุกตัวอย่างจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนั้นจึงเลือกตัวอย่าง 60/60/10 เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

4.6 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวถึงสำเร็จรูปกลั่นใบเตยของตัวอย่าง 60/60/10

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (%)
ความชื้น	0.62
โปรตีน	7.02
ไขมัน	0.65
คาร์โบไฮเดรต	90.71
เถ้า	0.47
เยื่อใย	0.53

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวถึงสำเร็จรูปกลั่นใบเตย ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มีปริมาณความชื้น 0.62 โปรตีน 7.02 ไขมัน 0.65 คาร์โบไฮเดรต 90.71 เถ้า 0.47 มีปริมาณเส้นใย 0.53

ตารางที่ 4.12 ผลของการวัดคุณสมบัติทางกายภาพของข้าวถึงสำเร็จรูปกลั่นใบเตย

คุณสมบัติทางกายภาพ	ปริมาณ (%)
เนื้อสัมผัส	
ค่าความแข็ง (g)	38208.4
สี	
L*	0.14
a*	0.08
b*	0.09

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวกล้องสำเร็จรูปกลิ่นใบเตย ที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด มีค่าความแข็ง 38208.4 กรัม มีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 0.14 0.08 0.09

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Nakhon Sawan Rajabhat University