4.2 <u>การศึกษาการเตรียมข้าวสุกที่เหมาะสม</u>

4.2.1 หาอัตราส่วนของข้าวสารและน้ำ ที่เหมาะสมในการหุงข้าว

แปรอัตราส่วนข้าวสารและน้ำในการหุงข้าวดังนี้ ข้าวขาว แปรอัตราส่วนข้าวสาร : น้ำ เป็น 4 ระดับคือ 1:1.5 1:1.7 1:1.9 และ 1:2.1 ข้าวหอมมะลิแปรอัตราส่วนข้าวสาร : น้ำ เป็น 3 ระดับ คือ 1: 1.2 1:1.4 และ 1:1.6

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

<u>ตารางที่ 4.2</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวขาว ที่หุงโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างกัน

อัตราส่วนข้าว:น้ำ	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
(โดยน้ำหนัก)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1:1.5	7.97 ± 1.39^{a}	7.77 ± 0.75^{b}	6.43 ± 1.05	6.93 ± 1.16^{ab}	6.47 ± 1.13^{a}
1:1.7	7.63 ± 0.83^{a}	7.87 ± 0.99^{b}	6.80 ± 1.07	6.77 ± 1.02^{b}	6.07 ± 1.32^{b}
1:1.9	7.53 ± 1.27^{a}	8.20 ± 0.94^{ab}	6.80 ± 1.22	7.13 ± 1.06^{a}	6.67 ± 1.01^{a}
1:2.1	$6.60 + 1.30^{b}$	$8.40 + 0.87^{a}$	$6.77 + 1.25$	$7.07 + 1.10^{a}$	$5.93 + 1.05^{b}$

a,b,... ตัวอักษรที่แตกต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราส่วนของข้าวสารและน้ำที่ใช้หุงข้าวขาว ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้อัตราส่วนข้าวสาร และน้ำ เท่ากับ 1:1.9 จะได้คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านดังกล่าวสูงที่สุด

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวหอมมะลิ ที่หุงโดยใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำต่างกัน

อัตราส่วนข้าว: น้ำ (โดยน้ำหนัก)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี	กลิ่น[ns]	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1:1.2	8.47 ± 0.98	7.20 ± 0.70[b]	7.10 ± 1.40	7.83 ± 1.10[b]	7.33 ± 0.82[b]
1:1.4	8.40 ± 0.91	7.30 ± 0.92[ab]	7.33 ± 0.98	8.40 ± 0.90[a]	7.90 ± 0.71[a]
1:1.6	8.70 ± 1.36	7.73 ± 1.05[a]	7.03 ± 1.36	8.03 ± 1.36[ab]	7.27 ± 1.05[b]

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อัตราส่วนข้าวสารและน้ำที่ใช้หุงข้าวหอมมะลิไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ และกลิ่น แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อใช้อัตราส่วนข้าวสาร และน้ำ เท่ากับ 1:1.4 จะได้คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด

ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนข้าว และน้ำ เพื่อใช้หุงข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ ที่ระดับ 1:1.9 และ 1:1.4 ตามลำดับ และใช้เปรียบเทียบวิธีการหุงข้าวในการทดลองต่อไป

4.2.2 ศึกษาวิธีหุงข้าวที่ดีที่สุด

หุงข้าว 2 ชนิด โดยใช้อัตราส่วนข้าวสารและน้ำ ที่สรุปได้จากการทดลอง 4.2.1 แปรวิธีหุงข้าวเป็น 3 วิธี คือ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าอัตโนมัติ วิธีนึ่ง และวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Boggs และคณะ (1951)

ผลการวิเคราะห์ความชื้นแสดงดังตารางที่ 4.4 ส่วนผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

<u>ตารางที่ 4.4</u> เปรียบเทียบ % น้ำทั้งหมดก่อนหุงต้ม และค่า %ความชื้นของข้าวสุก 2 ชนิด ที่หุงด้วยวิธีต่างกัน

วิธีหุงข้าว	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)	
	ข้าวขาว	ข้าวหอมมะลิ
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	63.90 ± 0.48[c]	57.90 ± 1.06[b]
นึ่ง	69.12 ± 0.13[a]	63.04 ± 0.20[a]
Boggs	65.43 ± 0.63[b]	59.07 ± 1.51[b]
ปริมาณน้ำทั้งหมดก่อนหุง	65.52 %	58.33 %

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าวิธีหุงข้าว มีผลต่อค่าความชื้นข้าวสุก 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวสุกที่หุงด้วยวิธีนึ่งจะมีความชื้นสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมดก่อนหุง (คำนวณจากปริมาณน้ำที่ใส่ในข้าวตามอัตราส่วนที่ใช้ในการหุงข้าวแต่ละชนิด) พบว่าการนึ่งทำให้ข้าวสุกมีความชื้นเพิ่มขึ้น

<u>ตารางที่ 4.5</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวขาว ที่หุงด้วยวิธีต่างกัน

วิธีการหุงข้าว	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี	กลิ่น[ns]	เนื้อสัมผัส[ns]	ความชอบรวม[ns]
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	6.63 ± 1.30	7.73 ± 1.03[b]	6.50 ± 1.04	6.90 ± 1.17	6.63 ± 1.33
นึ่ง	6.57 ± 1.59	8.37 ± 1.23[a]	6.13 ± 1.25	6.73 ± 1.67	6.43 ± 1.58
Boggs	7.30 ± 1.13	7.90 ± 1.15[b]	6.13 ± 1.20	6.20 ± 1.70	6.57 ± 1.45

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า วิธีการหุงข้าว ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยการหุงต้มด้วยวิธีนึ่ง จะได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีนึ่งสำหรับหุงข้าวขาว เพื่อเตรียมข้าวสุกและแช่เยือกแข็งต่อไป

<u>ตารางที่ 4.6</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวหอมมะลิ ที่หุงด้วยวิธีต่างกัน

วิธีการหุงข้าว	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี	กลิ่น^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม^{ns}
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	7.83 ± 1.41	6.37 ± 0.99^{b}	6.87 ± 1.22	6.07 ± 1.43^{b}	6.50 ± 1.05
นึ่ง	8.02 ± 0.99	7.33 ± 0.62^{a}	7.33 ± 1.03	7.47 ± 0.95^{a}	7.33 ± 0.96
Boggs	8.47 ± 1.06	6.63 ± 1.03^{b}	7.00 ± 1.20	6.73 ± 1.61^{ab}	6.87 ± 1.16

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า วิธีการหุงข้าว ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น และความชอบรวม แต่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน สี และ เนื้อสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยการหุงด้วยวิธีนึ่ง จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านดังกล่าวสูงที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีนึ่งสำหรับหุงข้าวหอมมะลิ เพื่อใช้เตรียมข้าวสุกและแช่เยือกแข็งต่อไป

4.3 การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว

แช่เยือกแข็งข้าวสุก 2 ชนิด ที่บรรจุในกล่องกระดาษเคลือบไข โดยใช้ไอไนโตรเจนเหลว และแปรอุณหภูมิแช่เยือกแข็งเป็น 3 ระดับ คือ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส ประเมินผลโดยหา%freezing loss ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.7 และทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.7 ค่า % freezing loss ของข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกแข็ง (องศาเซลเซียส)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)	
	ข้าวขาว	ข้าวหอมมะลิ
-70	0.73 ± 0.09^{b}	0.42 ± 0.05^{c}
-90	0.85 ± 0.04^{b}	0.69 ± 0.10^{b}
-110	1.02 ± 0.11^{a}	0.85 ± 0.08^{a}

a,b,... ตัวอักษรที่ต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวขาว ที่แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกแข็ง(°C)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
-70	7.50 ± 1.12	7.77 ± 1.03	7.40 ± 0.66	7.30 ± 0.75	7.00 ± 0.73
-90	7.47 ± 1.30	7.67 ± 0.84	7.57 ± 0.56	7.40 ± 0.87	7.15 ± 0.74
-110	7.37 ± 1.36	7.53 ± 0.93	7.40 ± 0.74	7.08 ± 0.94	6.73 ± 0.90

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

I17280606

ตารางที่ 4.9 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวหอมมะลิ ที่แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน

อุณหภูมิที่ใช้แช่เยือกแข็ง(°C)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ[ns]	สี[ns]	กลิ่น[ns]	เนื้อสัมผัส[ns]	ความชอบรวม[ns]
-70	7.52 ± 1.03	7.22 ± 0.84	7.53 ± 1.55	7.80 ± 0.94	7.17 ± 0.86
-90	7.47 ± 0.97	7.20 ± 0.82	7.60 ± 1.07	7.77 ± 0.86	7.23 ± 0.82
-110	7.53 ± 0.83	7.32 ± 0.70	7.67 ± 1.14	7.68 ± 0.84	7.23 ± 0.78

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า การแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ ต่างกัน ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของข้าวทั้ง 2 ชนิด อย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลต่อค่า freezing loss อย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยที่อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -70 องศาเซลเซียส มีค่า %freezing loss ต่ำที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ -90 และ -110 องศาเซลเซียส มีค่า %freezing loss สูงขึ้นตามลำดับ

นอกจากนี้ได้ทำการทดลองหาปริมาณการใช้ไนโตรเจนเหลว เมื่อแช่เยือกแข็งข้าวสุกที่อุณหภูมิ -70 -90 และ -110 องศาเซลเซียส เพื่อเปรียบเทียบพบว่า ที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ใช้ไนโตรเจนเหลวน้อยที่สุด หรือเป็นอุณหภูมิที่ประหยัดที่สุด ส่วนที่-90 และ -110 องศาเซลเซียสจะใช้ไนโตรเจนเหลวมากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงวิธีการและผลการทดลองในภาคผนวก ง

ดังนั้นจึงเลือกอุณหภูมิแช่เยือกแข็งที่ -70 องศาเซลเซียส สำหรับการแช่เยือกแข็งข้าวสุกทั้ง 2 ชนิดด้วยไอไนโตรเจนเหลว

4.4 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง

แช่เยือกแข็งข้าวสุกโดยแปรชนิดข้าวสุก 2 ชนิด คือ ข้าวขาว และข้าวหอมมะลิ ใช้วิธีแช่เยือกแข็ง 2 วิธี คือ แบบใช้ไอไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส และแบบ air blast อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส และนำมาอุ่นโดยเปรียบเทียบ 2 วิธี คือ แบบนึ่ง และแบบใช้ไมโครเวฟ ประเมินผลโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.10- 4.12

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อชนิดข้าว วิธีการแช่เยือกแข็ง และวิธีอุ่นต่างกัน

SOV	d.f	F value				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ชนิดข้าว(A)	1	9.84*	128.44*	74.15*	37.43*	36.33*
วิธีแช่เยือกแข็ง(B)	1	3.75	0.18	0.00	1.32	0.81
วิธีอุ่น (C)	1	0.36	12.73*	0.30	0.44	1.05
AB	1	0.04	0.40	0.12	1.06	0.41
AC	1	0.36	0.18	0.03	0.62	0.00
BC	1	0.04	0.18	0.03	1.62	0.59
ABC	1	1.29	0.40	0.27	0.44	0.59
error	98					

* หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง อิทธิพลร่วมของชนิดข้าวกับวิธีแช่เยือกแข็ง อิทธิพลร่วมของชนิดข้าวกับวิธีอุ่น อิทธิพลร่วมของวิธีแช่เยือกแข็งกับวิธีอุ่น และอิทธิพลร่วมของทั้งสามปัจจัย ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสทุกด้าน แต่อิทธิพลของชนิดข้าวมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสทุกด้าน และอิทธิพลของวิธีอุ่นมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงแสดงผลเฉพาะอิทธิพลของชนิดข้าว และ อิทธิพลของวิธีอุ่น ดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

<u>ตารางที่ 4.11</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของชนิดข้าว

ชนิดข้าว	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
นาปี	6.89 ± 1.06^{b}	8.06 ± 0.63^{a}	6.73 ± 0.67^{b}	7.02 ± 0.89^{b}	6.80 ± 0.81^{b}
หอมมะลิ	7.28 ± 0.84^{a}	7.16 ± 0.51^{b}	7.57 ± 0.72^{a}	7.86 ± 0.92^{a}	7.58 ± 0.78^{a}

a,b,...ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

<u>ตารางที่ 4.12</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีอุ่น

วิธีอุ่น	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี	กลิ่น^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
นึ่ง	7.05 ± 0.93	7.75 ± 0.67^{a}	7.16 ± 0.78	7.48 ± 0.99	7.26 ± 0.96
ไมโครเวฟ	7.12 ± 1.02	7.47 ± 0.76^{b}	7.14 ± 0.84	7.39 ± 0.97	7.13 ± 0.80

a,b,... ตัวอักษรที่ต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.11 พบว่าข้าวหอมมะลิได้คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงกว่าข้าวขาว แต่คะแนนด้านสีจะต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยรวมทุกด้านสรุปได้ว่าข้าวหอมมะลิเป็นข้าวที่เหมาะสมที่จะนำไปแช่เยือกแข็งมากกว่าข้าวขาว

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของวิธีอุ่น ดังตารางที่ 4.12 พบว่า คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านสีของวิธีอุ่นแบบนึ่ง ได้คะแนนสูงกว่าวิธีใช้ไมโครเวฟ ส่วนคะแนนในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของทั้ง 2 วิธี ได้คะแนนใกล้เคียงกันหรือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกวิธีอุ่นแบบนึ่งเพื่ออุ่นข้าวสุกแช่เยือกแข็ง สำหรับการทดลองต่อไป

ส่วนอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็งนั้น พบว่าไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสทุกด้าน ทำให้ไม่สามารถเลือกวิธีการแช่เยือกแข็งข้าวสุกที่ดีที่สุดได้ ดังนั้นจึงนำอิทธิพลของวิธีการแช่เยือกแข็งไปทดลอง และศึกษาผลในช่วงการศึกษาภาวะการเก็บรักษาต่อไป

4.5 <u>การศึกษาผลของวิธีการแช่เยือกแข็ง และภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวสุกแช่เยือกแข็ง</u>

ทำการทดลองแช่เยือกแข็งข้าวสุกชนิดข้าวหอมมะลิ โดยใช้ปัจจัยวิธีแช่เยือกแข็ง 2 วิธี คือ แบบใช้ไอไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส และแบบ air blast ที่อุณหภูมิ -32 องศาเซลเซียส แปรภาวะการเก็บรักษา 2 ภาวะ คือ ภาวะที่อุณหภูมิคงที่ -18 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิไม่คงที่ -8 ถึง -18 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้เป็นระยะเวลา 5 เดือน สุ่มตรวจคุณภาพก่อนการเก็บรักษา และหลังจากนั้นทุกเดือน

ผลการวิเคราะห์ % weight loss % ข้าวสุกหัก และ % ความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.13-4.20 ผลการวัดค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็งเปรียบเทียบกับข้าวสุกแช่เยือกแข็งดังตารางที่ 4.21 ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.22-4.28 และผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา แสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.13 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง % ข้าวสุกหัก และ % ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน

วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะเก็บรักษา	อายุการเก็บ (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(%)		
			weight loss	ข้าวสุกหัก	ความชื้น
ไอไนโตรเจนเหลว	อุณหภูมิคงที่	0	1.09 ± 0.13	20.92 ± 1.81	66.06 ± 0.40
		1	1.26 ± 0.08	21.36 ± 3.30	65.58 ± 0.33
		2	1.36 ± 0.17	21.32 ± 0.59	66.00 ± 2.06
		3	0.95 ± 0.26	21.65 ± 1.07	65.10 ± 0.57
		4	1.31 ± 0.11	23.95 ± 3.78	67.29 ± 0.71
		5	1.39 ± 0.30	24.79 ± 2.09	66.70 ± 1.35
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	1.09 ± 0.13	20.76 ± 2.04	65.96 ± 0.16
		1	1.07 ± 0.12	23.25 ± 1.58	67.93 ± 1.41
		2	0.50 ± 0.19	22.67 ± 0.66	65.57 ± 0.99
		3	0.17 ± 0.05	21.49 ± 1.39	66.46 ± 1.21
		4	0.57 ± 0.08	21.78 ± 0.91	68.38 ± 0.47
		5	0.69 ± 0.16	27.15 ± 2.81	68.25 ± 0.86
air blast	อุณหภูมิคงที่	0	2.69 ± 0.07	20.35 ± 1.00	66.41 ± 0.14
		1	2.68 ± 0.23	25.89 ± 0.71	68.09 ± 0.29
		2	2.75 ± 0.25	21.24 ± 2.48	66.46 ± 2.75
		3	2.48 ± 0.46	25.83 ± 1.85	68.09 ± 0.29
		4	2.62 ± 0.32	31.32 ± 1.27	68.23 ± 1.13
		5	2.84 ± 0.48	31.21 ± 0.93	69.03 ± 1.10
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	2.69 ± 0.07	20.35 ± 1.00	66.39 ± 0.69
		1	2.49 ± 0.06	23.33 ± 1.44	66.36 ± 1.05
		2	1.67 ± 0.70	23.66 ± 0.65	67.34 ± 0.28
		3	1.04 ± 0.08	27.98 ± 0.37	67.54 ± 0.22
		4	0.91 ± 0.20	28.81 ± 1.53	66.78 ± 2.09
		5	0.90 ±0.27	32.84 ± 1.44	69.32 ± 2.91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.14</u> การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ % weight loss % ข้าวสุกหัก และ % ความชื้น ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน

SOV	d.f.	F value		
		% weight loss	% ข้าวสุกหัก	% ความชื้น
วิธีแช่เยือกแข็ง(A)	1	232.47*	47.24*	3.98
ภาวะการเก็บ(B)	1	104.42*	0.49	1.53
อายุการเก็บ(C)	5	9.96*	23.73*	4.92*
AB	1	10.05*	0.10	3.01
AC	5	2.73	6.54*	0.92
BC	5	8.56*	1.74	0.33
ABC	5	1.86	0.86	0.74
error	24			

* หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง มีผลต่อค่า % weight loss และ % ข้าวสุกหัก แสดงดังตารางที่ 4.15 อิทธิพลของภาวะการเก็บรักษามีผลต่อค่า %weight loss แสดงดังตารางที่ 4.16 อิทธิพลของอายุการเก็บมีผลต่อค่า %weight loss %ข้าวสุกหัก และ%ความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.17 ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและภาวะการเก็บมีผลต่อค่า %weight loss ดังในตารางที่ 4.18 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บมีผลต่อค่า %weight loss และ % ข้าวสุกหัก แสดงดังตารางที่ 4.19 และอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการเก็บรักษาและอายุการเก็บมีผลต่อค่า % weight loss อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.15 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง และ % ข้าวสุกหักของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง

วิธีแช่เยือกแข็ง	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(%)	
	weight loss	ข้าวสุกหัก
ไอไนโตรเจนเหลว	0.95 ± 0.40[b]	22.59 ± 2.40[b]
air blast	2.13 ± 0.80[a]	26.07 ± 2.41[a]

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของวิธีแช่เยือกแข็งพบว่า การแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยวิธี air blast จะทำให้ค่า % weight loss และ%ข้าวสุกหักสูงกว่าการแช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.16 ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของภาวะการเก็บรักษา

ภาวะการเก็บรักษา	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(%)
อุณหภูมิคงที่	1.94 ± 0.78[a]
อุณหภูมิไม่คงที่	1.15 ± 0.77[b]

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

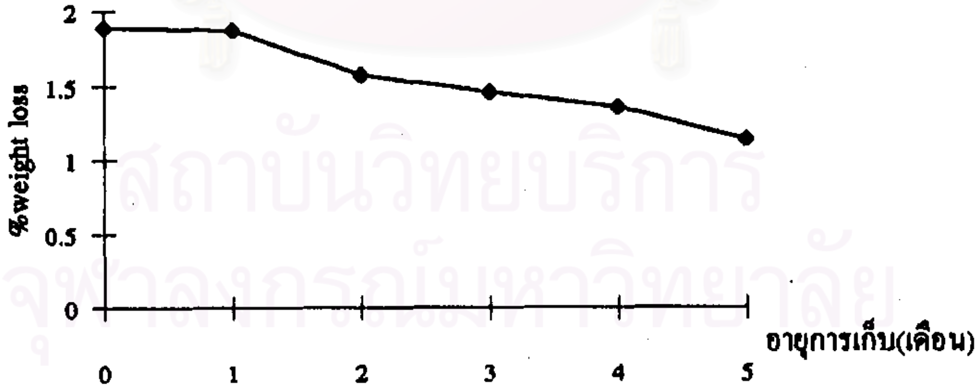
เมื่อพิจารณาอิทธิพลของภาวะการเก็บรักษา พบว่า มีผลต่อค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง กล่าวคือ เมื่อเก็บรักษาข้าวสุกแช่เยือกแข็งไว้ที่อุณหภูมิคงที่ ทำให้ค่า % weight loss สูงกว่าที่ภาวะการเก็บอุณหภูมิไม่คงที่ อย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

<u>ตารางที่ 4.17</u> ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง % ข้าวสุกหัก และ %ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอายุการเก็บรักษา

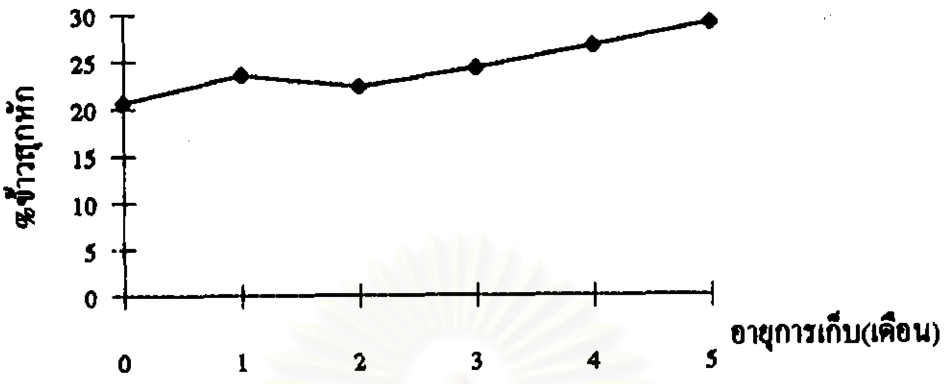
อายุการเก็บ (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)		
	weight loss	ข้าวสุกหัก	ความชื้น
0	1.89 ± 0.86^{a}	20.59 ± 1.19^{e}	66.20 ± 0.38^{c}
1	1.87 ± 0.77^{a}	23.46 ± 2.29^{cd}	66.99 ± 1.32^{abc}
2	1.57 ± 0.91^{b}	22.22 ± 1.49^{de}	66.75 ± 1.45^{bc}
3	1.45 ± 0.93^{b}	24.23 ± 3.12^{c}	66.68 ± 1.26^{bc}
4	1.35 ± 0.84^{bc}	26.46 ± 4.38^{b}	67.67 ± 1.19^{ab}
5	1.13 ± 0.87^{c}	29.00 ± 3.72^{a}	68.32 ± 1.71^{a}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

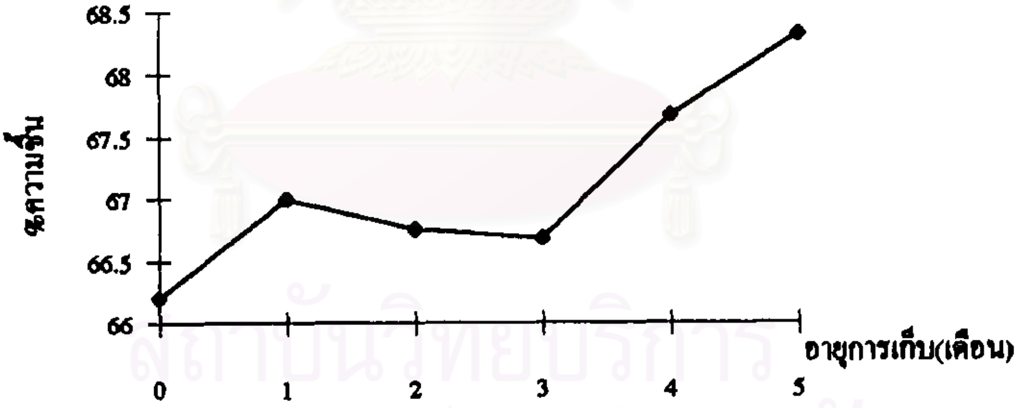
เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอายุการเก็บ พบว่า มีผลต่อค่า % weight loss % ข้าวสุกหัก และ% ความชื้น กล่าวคือ เมื่ออายุการเก็บนานขึ้นค่า % weight loss จะมีค่าลดลง แต่ % ข้าวหัก และ % ความชื้นจะมีค่าสูงขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1-4.3



<u>รูปที่ 4.1</u> กราฟแสดงค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่ออายุการเก็บต่างกัน



<u>รูปที่ 4.2</u> กราฟแสดงค่า %ข้าวสุกหักของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่นเมื่ออายุการเก็บต่างกัน



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>รูปที่ 4.3</u> กราฟแสดงค่า %ความชื้นของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่ออายุการเก็บต่างกัน

ตารางที่ 4.18 ค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และภาวะการเก็บ

วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะการเก็บ	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(%)
ไอโนโตรเจนเหลว	อุณหภูมิคงที่	1.23 ± 0.22^{c}
	อุณหภูมิไม่คงที่	0.68 ± 0.35^{d}
air blast	อุณหภูมิคงที่	2.65 ± 0.31^{a}
	อุณหภูมิไม่คงที่	1.62 ± 0.81^{b}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและภาวะการเก็บรักษาข้าวสุกแช่เยือกแข็ง พบว่าการแช่เยือกแข็งด้วยไอโนโตรเจนเหลว และเก็บรักษาที่ภาวะอุณหภูมิไม่คงที่จะมีค่า %weight loss ต่ำที่สุด แต่การแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast และเก็บรักษาที่ภาวะอุณหภูมิคงที่จะมีค่าสูงที่สุด

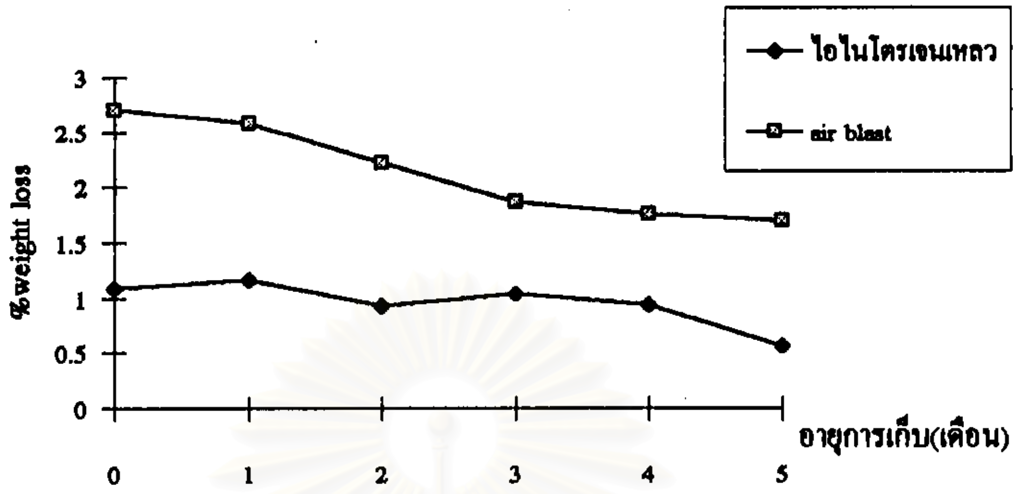
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.19</u> ค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง และ%ข้าวสุกหักของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บ

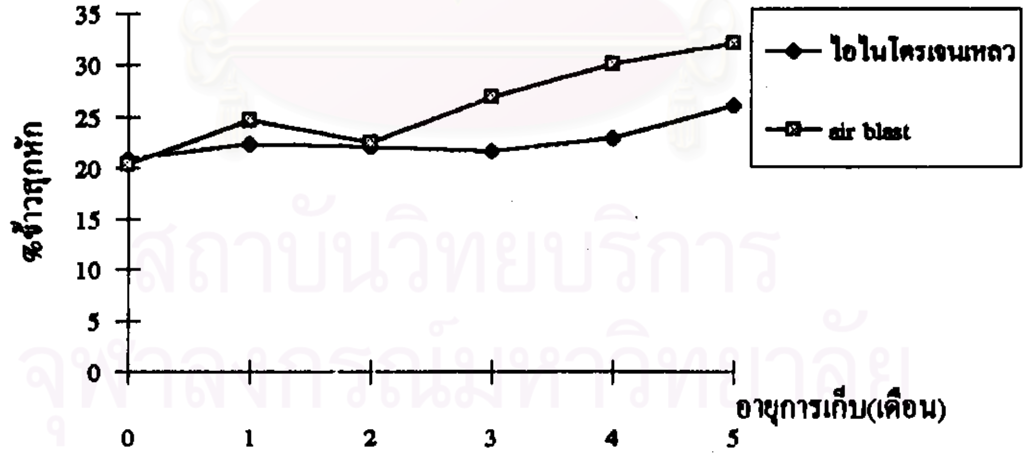
วิธีแช่เยือกแข็ง	อายุการเก็บ (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(%)	
		weight loss	ข้าวสุกหัก
ไอไนโตรเจนเหลว	0	1.09 ± 0.10^{e}	20.84 ± 1.58^{d}
	1	1.16 ± 0.14^{e}	22.30 ± 2.37^{cd}
	2	0.93 ± 0.52^{ef}	21.99 ± 0.94^{cd}
	3	1.04 ± 0.45^{e}	21.57 ± 1.02^{d}
	4	0.94 ± 0.43^{ef}	22.86 ± 2.57^{cd}
	5	0.56 ± 0.48^{f}	25.97 ± 2.44^{b}
air blast	0	2.69 ± 0.06^{a}	20.35 ± 0.81^{d}
	1	2.58 ± 0.18^{ab}	24.61 ± 1.74^{bc}
	2	2.21 ± 0.76^{bc}	22.45 ± 2.04^{cd}
	3	1.87 ± 1.16^{cd}	26.90 ± 1.65^{b}
	4	1.76 ± 1.01^{d}	30.06 ± 1.85^{a}
	5	1.70 ± 0.83^{d}	32.02 ± 1.36^{a}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บ พบว่า มีผลต่อค่า %weight loss และ% ข้าวสุกหัก คือข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วยไอไนโตรเจนเหลว และวิธี air blast เมื่ออายุการเก็บนานขึ้น % weight loss จะลดลง แต่%ข้าวสุกหักจะสูงขึ้น ข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast ก่อนเก็บรักษามีค่า % weight loss สูงที่สุด ส่วนข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast อายุการเก็บ 5 เดือน มี % ข้าวสุกหักสูงที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และ4.5



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บต่อค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บต่อค่า %ข้าวสุกหักของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น

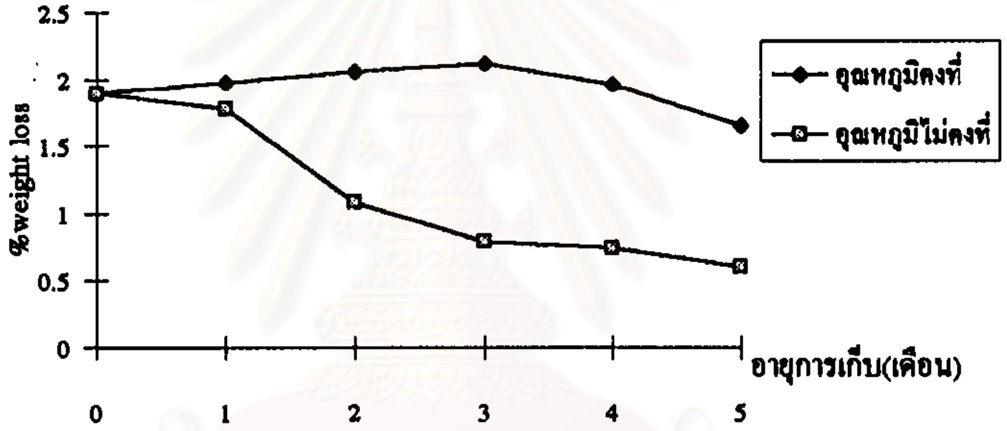
<u>ตารางที่ 4.20</u> ค่า % weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บ

ภาวะเก็บรักษา	อายุการเก็บ (เดือน)	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (%)
อุณหภูมิคงที่	0	1.89 ± 0.93^{ab}
	1	1.97 ± 0.83^{ab}
	2	2.05 ± 0.82^{ab}
	3	2.11 ± 0.90^{a}
	4	1.96 ± 0.78^{ab}
	5	1.65 ± 0.89^{b}
อุณหภูมิไม่คงที่	0	1.89 ± 0.93^{ab}
	1	1.78 ± 0.82^{ab}
	2	1.08 ± 0.79^{c}
	3	0.79 ± 0.22^{cd}
	4	0.74 ± 0.23^{cd}
	5	0.60 ± 0.51^{d}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของปัจจัยร่วมระหว่างภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บ พบว่า มี ผลต่อค่า % weight loss กล่าวคือ เมื่อเก็บรักษาข้าวสุกแช่เยือกแข็งไว้ที่ภาวะอุณหภูมิคงที่ -18°C นาน 5 เดือนจะมีค่า % weight loss สูงที่สุด แต่การเก็บที่อุณหภูมิไม่คงที่ -8 ถึง -18°C นาน 5 เดือนมีค่า % weight loss ต่ำที่สุด แสดงเป็นกราฟในรูปที่ 4.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



<u>รูปที่ 4.6</u> กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างภาวะการเก็บและอายุการเก็บต่อ ค่า %weight loss ของข้าวสุกแช่เยือกแข็ง

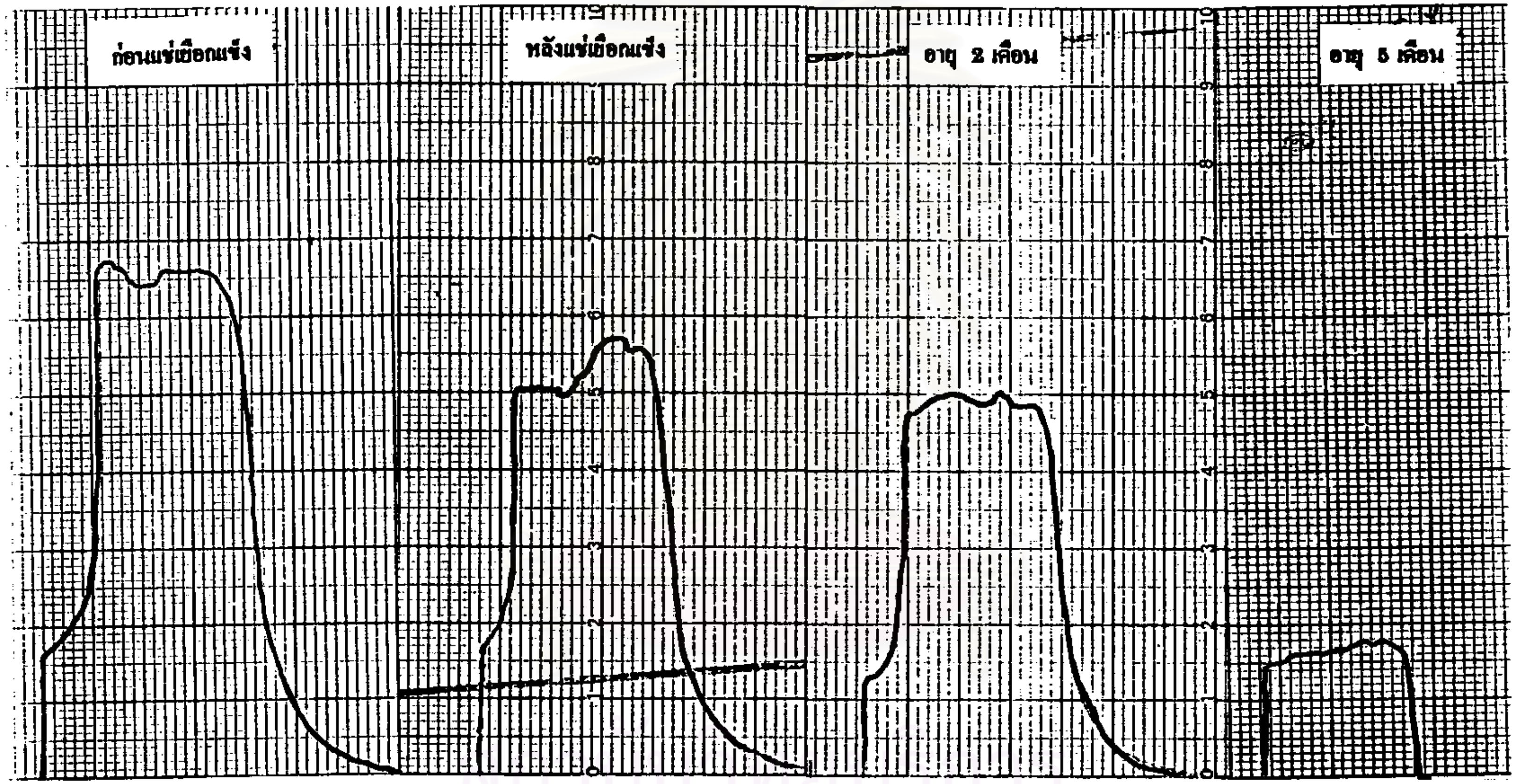
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็งและข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บ และอายุการเก็บต่างกัน

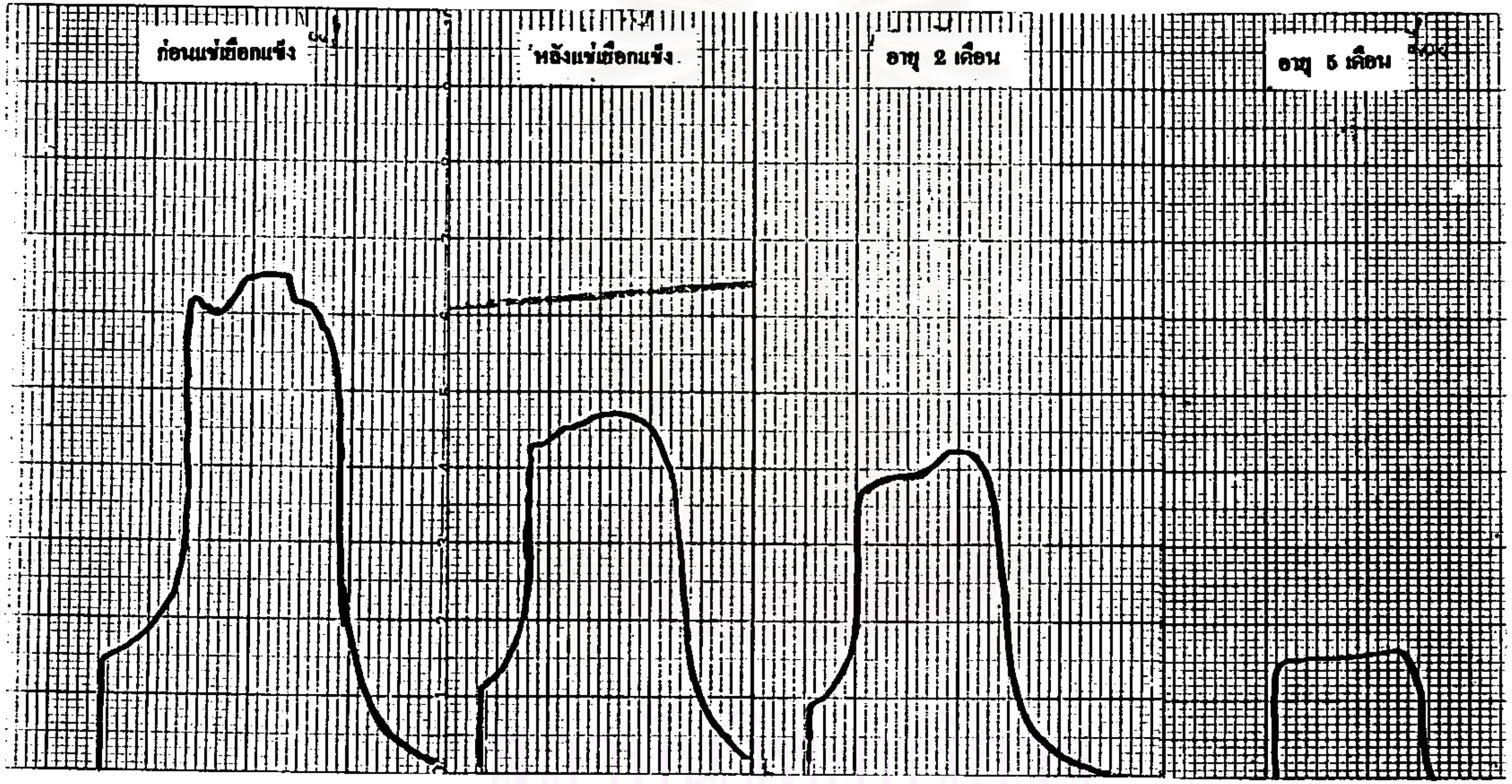
วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะการเก็บ	อายุการเก็บ(เดือน)	ค่าแรงต้าน(กก./ ตร.ซม.)
ไอไนโตรเจน	อุณหภูมิคงที่	0	1.28^{a}
เหลว		2	1.09^{b}
		5	0.41^{e}
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	1.28^{a}
		2	1.02^{bc}
		5	0.37^{e}
air blast	อุณหภูมิคงที่	0	1.24^{a}
		2	0.93^{cd}
		5	0.41^{e}
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	1.24^{a}
		2	0.87^{d}
		5	0.37^{e}
ข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง			1.40

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.21 เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็งจะมีค่าสูงกว่าข้าวสุกหลังแช่เยือกแข็ง การแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลวมีผลให้ค่าแรงต้านข้าวสุกสูงกว่าการแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast เมื่อเปรียบเทียบภาวะการเก็บพบว่าการเก็บที่ภาวะอุณหภูมิคงที่จะมีค่าแรงต้านของข้าวสุกสูงกว่าภาวะการเก็บอุณหภูมิไม่คงที่เล็กน้อย และเมื่ออายุการเก็บนานขึ้นค่าแรงต้านของข้าวสุกจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด แสดงกราฟดังรูปที่ 4.7 และ4.8



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง และหลังแช่เยือกแข็งด้วยวิธีใช้ไอไนโตรเจนเหลว เมื่ออายุการเก็บต่างกัน



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าแรงต้านของข้าวสุกก่อนแช่เยือกแข็ง และหลังแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast เมื่ออายุการเก็บต่างกัน

ตารางที่ 4.22 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน

วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะการเก็บรักษา	อายุการเก็บ (เดือน)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
			ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ไนโตรเจนเหลว	อุณหภูมิคงที่	0	8.03 ± 0.92	8.00 ± 0.85	7.53 ± 0.64	8.36 ± 0.61	7.80 ± 0.86
		1	8.13 ± 1.25	7.60 ± 0.74	7.40 ± 1.06	8.04 ± 1.16	7.53 ± 1.01
		2	7.97 ± 0.77	7.20 ± 1.01	7.53 ± 0.92	8.03 ± 1.26	7.30 ± 1.10
		3	7.73 ± 0.82	7.22 ± 0.66	7.23 ± 0.82	7.75 ± 0.77	7.38 ± 0.88
		4	7.77 ± 1.32	7.20 ± 0.78	7.70 ± 0.70	8.00 ± 1.31	7.47 ± 1.01
		5	7.90 ± 1.26	7.17 ± 0.79	7.40 ± 0.91	7.63 ± 1.32	7.60 ± 0.97
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	8.10 ± 0.60	8.53 ± 0.83	7.87 ± 0.79	7.97 ± 0.86	8.03 ± 0.72
		1	7.97 ± 0.77	7.87 ± 0.64	7.73 ± 0.70	7.80 ± 0.94	7.87 ± 0.92
		2	7.97 ± 0.97	7.63 ± 1.04	7.47 ± 0.74	7.67 ± 1.13	7.50 ± 1.18
		3	7.85 ± 0.65	7.50 ± 0.53	7.43 ± 0.53	8.03 ± 0.79	7.65 ± 0.34
		4	7.33 ± 0.72	7.67 ± 0.82	7.47 ± 0.64	8.07 ± 1.10	7.57 ± 0.62
		5	7.87 ± 0.64	7.53 ± 1.06	7.80 ± 0.68	7.77 ± 1.35	7.70 ± 1.31
air blast	อุณหภูมิคงที่	0	8.28 ± 0.75	9.13 ± 0.52	7.87 ± 0.69	8.33 ± 0.90	7.90 ± 0.66
		1	8.20 ± 0.77	8.73 ± 0.88	7.80 ± 0.68	7.67 ± 1.05	7.53 ± 0.74
		2	8.20 ± 0.68	8.20 ± 0.86	7.53 ± 0.74	8.23 ± 1.02	7.60 ± 0.83
		3	7.15 ± 0.71	7.97 ± 0.41	7.47 ± 0.55	7.58 ± 0.88	7.18 ± 0.73
		4	7.67 ± 1.05	8.40 ± 0.74	7.40 ± 0.83	7.90 ± 1.31	7.37 ± 0.85
		5	7.53 ± 0.83	7.80 ± 0.86	7.30 ± 0.65	7.70 ± 1.19	7.23 ± 1.08
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	7.63 ± 052	9.13 ± 0.64	7.80 ± 0.56	8.10 ± 1.00	7.93 ± 0.75
		1	7.43 ± 0.98	8.73 ± 0.80	7.60 ± 0.63	7.80 ± 1.01	7.83 ± 0.92
		2	7.47 ± 1.06	7.40 ± 1.06	7.67 ± 0.72	7.87 ± 0.81	7.73 ± 1.16
		3	6.78 ± 0.84	7.85 ± 0.65	7.52 ± 0.85	7.83 ± 1.11	7.57 ± 0.71
		4	7.17 ± 0.92	7.87 ± 0.74	7.70 ± 0.88	8.17 ± 0.88	7.87 ± 0.83
		5	6.80 ± 0.86	7.73 ± 0.80	7.57 ± 0.90	7.53 ± 1.41	7.23 ± 1.18

ตารางที่ 4.23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน

SOV	d.f.	F value				
		ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
วิธีแช่เยือกแข็ง(A)	1	16.29*	64.22*	0.51	0.11	0.14
ภาวะการเก็บ(B)	1	15.78*	0.73	2.52	0.26	5.41*
อายุการเก็บ(C)	5	6.39*	20.80*	1.63	2.01	2.54*
AB	1	9.76*	15.65*	0.28	0.11	0.01
AC	5	2.26*	1.54	0.47	0.33	1.04
BC	5	0.35	0.62	0.37	0.91	0.26
ABC	5	0.35	0.92	1.11	0.20	0.22
error	322					

* หมายถึงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า อิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็งมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี อิทธิพลของภาวะการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ และความชอบรวม อิทธิพลของอายุการเก็บมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวม ดังแสดงในตารางที่ 4.24- 4.26 ตามลำดับ ส่วนอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยวิธีแช่เยือกแข็ง และภาวะการเก็บรักษามีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ และสี และอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.27 และ 4.28 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง

วิธีแช่เยือกแข็ง	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลักษณะปรากฏ	สี
ไอไนโตรเจนเหลว	7.89 ± 0.92^{a}	7.59 ± 0.81^{b}
air blast	7.53 ± 0.96^{b}	8.25 ± 0.87^{a}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของวิธีแช่เยือกแข็ง พบว่า มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วย ไอไนโตรเจนเหลว จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สูงกว่าวิธี air blast ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านสี พบว่า การแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast ได้คะแนนสูงกว่า การใช้ไอไนโตรเจนเหลว

ตารางที่ 4.25 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม(แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของภาวะการเก็บรักษา

ภาวะการเก็บรักษา	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ลักษณะปรากฏ	ความชอบรวม
อุณหภูมิคงที่	7.88 ± 0.99^{a}	7.71 ± 0.92^{a}
อุณหภูมิไม่คงที่	7.53 ± 0.95^{b}	7.49 ± 0.90^{b}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของภาวะการเก็บรักษา พบว่า มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) กล่าวคือข้าวสุกแช่เยือกแข็งที่เก็บรักษาที่ภาวะอุณหภูมิคงที่จะได้คะแนนเฉลี่ย 2 ด้านดังกล่าวสูงกว่าการเก็บที่อุณภูมิไม่คงที่

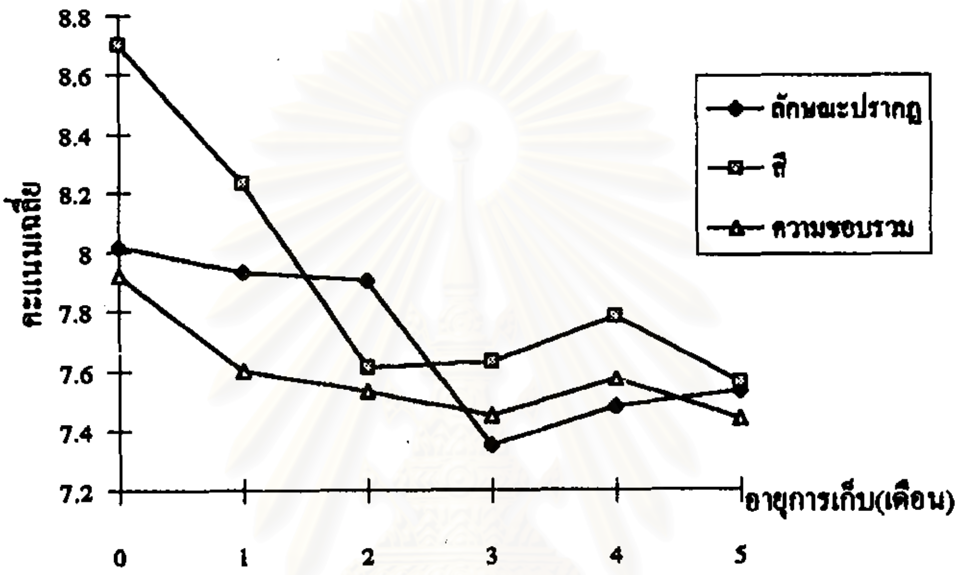
<u>ตารางที่ 4.26</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) และความชอบรวม (แบบ Hedonic 9 สเกล) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอายุการเก็บ

อายุการเก็บ(เดือน)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ลักษณะปรากฏ	สี	ความชอบรวม
0	8.02 ± 0.68^{a}	8.70 ± 1.00^{a}	7.92 ± 0.95^{a}
1	7.93 ± 0.82^{a}	8.23 ± 0.85^{b}	7.60 ± 0.87^{ab}
2	7.90 ± 0.93^{a}	7.61 ± 0.77^{c}	7.53 ± 0.93^{b}
3	7.35 ± 0.77^{b}	7.63 ± 0.84^{c}	7.45 ± 0.68^{b}
4	7.48 ± 1.04^{b}	7.78 ± 0.83^{c}	7.57 ± 0.84^{b}
5	7.53 ± 1.01^{b}	7.56 ± 0.90^{c}	7.44 ± 1.13^{b}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอายุการเก็บ พบว่ามีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี และ ความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ข้าวสุกแช่เยือกแข็งก่อนเก็บรักษาได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวมสูงที่สุดใกล้เคียงกันเมื่ออายุการเก็บ 1 และ 2 เดือน แต่เมื่อเก็บนาน 3 เดือนขึ้นไปคะแนนเฉลี่ยทั้ง 3 ด้านดังกล่าวจะลดลงและแตกต่างจากก่อนเก็บรักษาอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แสดงเป็นกราฟในรูปที่ 4.9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบรวมของข้าวฤกษ์เหนียวแช่แข็งหลังอุ่น เมื่ออายุการเก็บต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.27 คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และสี(คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และภาวะการเก็บรักษา

วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะการเก็บรักษา	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ลักษณะปรากฏ	สี
ไอในโตรเจนเหลว	อุณหภูมิคงที่	7.92 ± 1.06^{a}	7.40 ± 0.85^{d}
	อุณหภูมิไม่คงที่	7.85 ± 0.76^{a}	7.79 ± 0.89^{c}
air blast	อุณหภูมิคงที่	7.84 ± 0.90^{a}	8.37 ± 0.85^{a}
	อุณหภูมิไม่คงที่	7.21 ± 0.92^{b}	8.12 ± 0.98^{b}

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

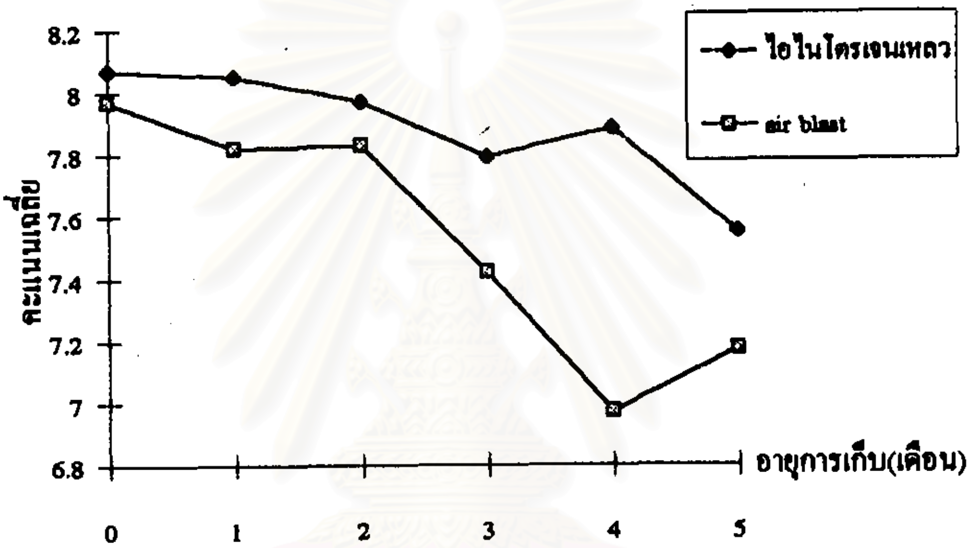
เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและภาวะการเก็บรักษา พบว่ามีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และ สี กล่าวคือข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วยไอในโตรเจนเหลว และเก็บรักษาที่ภาวะอุณหภูมิคงที่ จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏใกล้เคียงกับที่ภาวะอุณหภูมิไม่คงที่ แต่เมื่อแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast พบว่าการเก็บรักษาที่ภาวะคงที่จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าที่ภาวะไม่คงที่ ส่วนคะแนนเฉลี่ยด้านสี พบว่าการแช่เยือกแข็งด้วยไอในโตรเจนเหลว จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านสีต่ำกว่า การแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast ทั้งการเก็บรักษาที่ภาวะอุณหภูมิคงที่ และไม่คงที่

<u>ตารางที่ 4.28</u> คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (คะแนนเต็ม 10 คะแนน) ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บ

วิธีแช่เยือกแข็ง	อายุการเก็บ (เดือน)	คะแนนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ไอไนโตรเจนเหลว	0	8.07 ± 0.71[a]
	1	8.05 ± 0.69[a]
	2	7.97 ± 0.94[ab]
	3	7.79 ± 0.88[abc]
	4	7.88 ± 0.98[abc]
	5	7.55 ±1.07[bcd]
air blast	0	7.97 ± 0.80[ab]
	1	7.82 ± 0.75[abc]
	2	7.83 ± 0.80[abc]
	3	7.42 ± 1.01[cd]
	4	6.97 ± 0.85[e]
	5	7.17 ± 0.91[de]

a,b,... ตัวอักษรต่างกันของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลระหว่างวิธีแช่เยือกแข็ง และอายุการเก็บ พบว่ามีผลต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กล่าวคือการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยไอไนโตรเจนเหลว จะได้คะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏใกล้เคียงกันในช่วงอายุการเก็บ 4 เดือน แต่ที่อายุการเก็บ 5 เดือน คะแนนเฉลี่ยจะเริ่มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเก็บรักษา ส่วนการแช่เยือกแข็งข้าวสุกด้วยวิธี air blast ในช่วงอายุการเก็บ 2 เดือนแรกจะได้คะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ในเดือนที่ 3-5 คะแนนเฉลี่ยจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งแสดงดังกราฟรูปที่ 4.10



<u>รูปที่ 4.10</u> กราฟแสดงอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีแช่เยือกแข็งและอายุการเก็บต่อคะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ ของข้าวสุกแช่เยือกแข็งหลังอุ่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>ตารางที่ 4.29</u> ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา ในข้าวสุกแช่เยือกแข็ง เมื่อวิธีแช่เยือกแข็ง ภาวะการเก็บรักษา และอายุการเก็บต่างกัน

วิธีแช่เยือกแข็ง	ภาวะการเก็บรักษา	อายุการเก็บ	ค่าเฉลี่ย(โคโลนี/กรัม)	
		(เดือน)	TPC	ยีสต์และรา
ไอไนโตรเจนเหลว	อุณหภูมิคงที่	0	$1.7x10^3$	$4x10^2$
		1	$3.0x10^2$	80
		2	90	<30
		3	<30	<30
		4	<30	<30
		5	<30	<30
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	$1.5x10^3$	$1.2x10^2$
		1	$2.3x10^2$	<30
		2	80	<30
		3	<30	<30
		4	<30	<30
		5	<30	<30
air blast	อุณหภูมิคงที่	0	$8.5x10^2$	$2.0x10^2$
		1	$1.0x10^2$	<30
		2	75	90
		3	<30	<30
		4	<30	<30
		5	<30	<30
	อุณหภูมิไม่คงที่	0	$9.5x10^2$	$3.0x10^2$
		1	$2.0x10^2$	<30
		2	63	<30
		3	<30	<30
		4	<30	<30
		5	<30	<30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และราในข้าวสุกแช่เยือกแข็ง พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น เมื่อพิจารณาผลของวิธีการแช่เยือกแข็งจะพบว่าก่อนการเก็บรักษา ข้าวสุกที่แช่เยือกแข็งด้วยไอในโตรเจนเหลวจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้งปริมาณยีสต์และราสูงกว่าการแช่เยือกแข็งด้วยวิธี air blast แต่เมื่อเก็บรักษานานขึ้นปริมาณเชื้อที่พบมีแนวโน้มใกล้เคียงกันและมีปริมาณน้อยมาก คือน้อยกว่า 30โคโลนี / กรัม ส่วนผลของภาวะการเก็บทั้ง 2 ภาวะพบว่ามีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราไม่แตกต่างกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย