

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่สูตรมาตรฐาน

ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาณผลดิบและผลสุกในการผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการใช้อัตราส่วนของผลดิบและผลสุกที่แตกต่างกัน 3 ระดับ (สูตรที่ 1 = 50:50, สูตรที่ 2 = 70:30, สูตรที่ 3 = 90:10 ซึ่งทำการปั่นผสมเนื้อรวมกับเมล็ด และ สูตรที่ 4 = 50:50, สูตรที่ 5 = 70:30, สูตรที่ 6 = 90:10 ซึ่งทำการแยกเมล็ดออกก่อนปั่นผสม) เมื่อนำไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินลักษณะของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ after taste และความชอบโดยรวมด้วยวิธี 9 – point hedonic scale (กำหนดให้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) แสดงผลดังตารางที่ 4.1 โดยพบว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในทุกๆ สูตรการผลิตมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่ค่อนข้างสูงในทุกๆ ด้าน โดยมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะที่ปรากฏในช่วง 6.63 – 7.33 คะแนน ด้านสีในช่วง 6.33 – 7.67 คะแนน ด้านกลิ่นในช่วง 6.20 – 7.33 คะแนน ด้านรสชาติในช่วง 6.13 – 7.50 คะแนน ด้าน after taste ในช่วง 6.00 – 7.40 คะแนน และด้านความชอบโดยรวมในช่วง 6.37 – 7.63 คะแนน โดยที่การปั่นผสมรวมกับส่วนเมล็ดนั้นมีแนวโน้มของการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ลดลง โดยที่จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสูตรที่ 6 (อัตราส่วนของผลดิบและผลสุก = 90:10 และไม่มีการปั่นผสมรวมกับส่วนของเมล็ด) มีคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุดในทุกๆ ด้าน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

สูตร	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	After taste	ความชอบโดยรวม
1	6.70 ^b	6.20 ^b	6.13 ^c	6.90 ^b	6.00 ^c	6.37 ^c
2	7.43 ^a	7.10 ^a	7.13 ^{ab}	7.33 ^a	7.10 ^{ab}	7.43 ^a
3	7.43 ^a	6.93 ^a	6.83 ^{abc}	7.30 ^a	6.80 ^{ab}	7.07 ^{ab}
4	6.70 ^b	7.13 ^b	6.53 ^{bc}	6.63 ^b	6.33 ^{bc}	6.67 ^{bc}
5	6.33 ^b	7.07 ^b	7.20 ^{ab}	7.07 ^{ab}	6.93 ^{ab}	7.20 ^{ab}
6	7.67 ^a	7.33 ^a	7.50 ^a	7.30 ^a	7.40 ^a	7.63 ^a

abc = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านสีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ด้วยเครื่อง spectrophotometer รุ่น color quest XE (ตารางที่ 4.2) พบว่า การใช้สัดส่วนของผลดิบที่มากกว่าผลสุกนั้น มีแนวโน้มที่สีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีสีที่อ่อนและสว่างกว่า โดยที่การปั่นผสมรวมกับส่วนเมล็ดและการไม่ปั่นผสมรวมกับเมล็ดนั้นไม่พบว่ามี ความแตกต่างกันในอัตราส่วนเดียวกัน

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

สูตร	L*	a*	b*	C*	h°
1	27.80 ^b	38.38 ^c	15.80 ^c	41.51 ^b	22.37 ^b
2	29.63 ^b	45.43 ^b	20.69 ^b	49.92 ^b	24.48 ^{ab}
3	40.99 ^a	54.67 ^a	29.63 ^a	62.19 ^a	28.45 ^a
4	26.51 ^b	33.07 ^c	9.69 ^d	34.46 ^c	16.34 ^c
5	28.70 ^b	41.77 ^b	19.22 ^b	45.98 ^b	24.71 ^{ab}
6	43.88 ^a	51.73 ^a	22.98 ^a	56.61 ^a	23.95 ^b

abc = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ (ตารางที่ 4.3) พบว่า ทุกสูตรการผลิตมีค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ที่ใกล้เคียงกัน โดยค่า pH ประมาณ 3.12 และมีค่า TSS ประมาณ 13.1 องศาบริกซ์ มีความสามารถในการต้านอนุมูล

อิสระในช่วง 2.25 – 3.15 mgAAE/ml. และมีปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดในช่วง 3.75 – 5.18 µg GAE /ml. โดยที่การปนรวมผสมกับส่วนของเมล็ดนั้นมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มากกว่า และการใช้สัดส่วนของปริมาณผลสุกที่มากกว่าแสดงแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มากกว่าการใช้ปริมาณของผลดิบที่มากกว่า

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

สูตร	pH	TSS (°Brix)	DPPH assay (mgAAE/ml.)	Total polyphenol content (µg GAE /ml.)
1	3.09	13.1	3.15	5.18
2	3.11	13.0	2.86	4.76
3	3.13	12.9	2.33	3.96
4	3.10	13.1	2.76	4.67
5	3.12	13.3	2.42	4.06
6	3.14	13.0	2.25	3.75

จากการเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่พบว่าน้ำผลไม้มีค่า pH ประมาณ 3.12 จัดเป็นน้ำผลไม้ที่มีความเป็นกรดต่ำ มีรสชาติเปรี้ยว มีสีแดงอมม่วง และมีความขุ่นขาวเล็กน้อยจากยางที่พบในเนื้อผลไม้ การเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในปริมาณมากพบว่ามีปัญหาในการแกะเมล็ดออกใช้เวลาในการแกะเมล็ดนาน ทำให้อาจเป็นอุปสรรคในการผลิตในระดับอุตสาหกรรม โดยไม่ควรบดเนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมกับเมล็ดเนื่องจากจะทำให้ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีรสชาติขมและเฝื่อน อย่างไรก็ตามจากทดสอบชิมของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคสามารถยอมรับรสชาติขมและเฝื่อนจากการบดผลมะม่วงหาวมะนาวโห่พร้อมเมล็ดได้

จากผลการทดลองผู้วิจัยจึงกำหนดอัตราส่วนของปริมาณผลสุกสีม่วง 10 เปอร์เซ็นต์ และ ผลดิบสีขาวอมชมพูปริมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีแดงอมชมพู โดยที่การเพิ่มอัตราส่วนผลสุกทำให้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีม่วงเข้มมากขึ้น และการเติมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ผลดิบมีผลต่อรสชาติของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีรสชาติเปรี้ยวมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดหาวัตถุดิบมะม่วงหาวมะนาวโห่ ซึ่งพบว่ามะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละรอบการผลิตนั้นมีปริมาณผลสุกและผลดิบไม่เท่ากัน โดยมีปริมาณของผลดิบที่มากกว่าผลสุกเสมอ

การปนรวมผสมเนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่กับส่วนของเมล็ดนั้นมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มากกว่าการไม่ปนรวมกับเมล็ด และการใช้สัดส่วนของปริมาณผลสุกในการผลิตที่มากกว่าแสดงแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่า

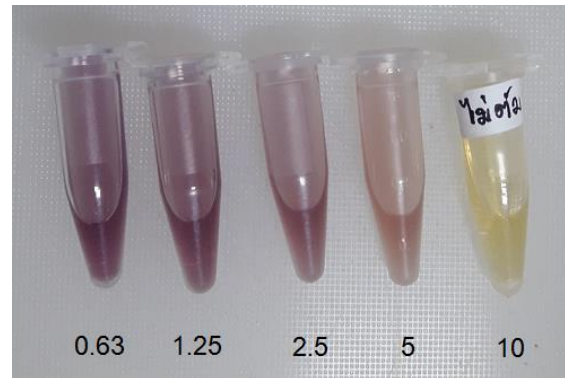
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้ปริมาณของผลดิบในการผลิตที่มากกว่า



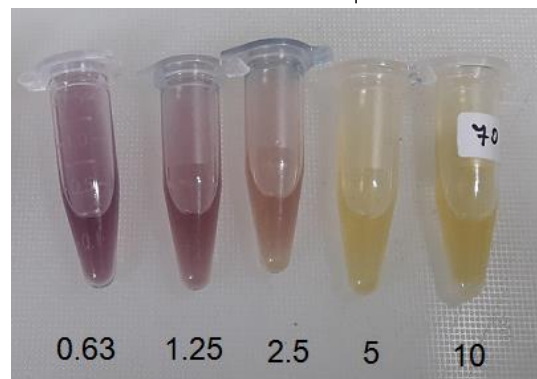
รูปที่ 4.1 กระจงเคลือบแลคเกอร์ประเภททนกรด ขนาดบรรจุ 250 มล.

4.2 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระจง

จากการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระจงที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ โดยวิธี DPPH Scavenging Assay โดยเจือจางน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ความเข้มข้น 0.63-10 เปอร์เซ็นต์ โดยเติม methanol เพื่อทำการเจือจางแบบอนุกรม และทำปฏิกิริยากับสาร DPPH 0.1 mM ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระมาตรฐานมีสีม่วงเข้ม จากการทดลองพบว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระหรือมีสารแอนติออกซิแดนท์ เนื่องจากเมื่อเติมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อทำปฏิกิริยากับ DPPH แล้วพบว่า DPPH มีการเปลี่ยนสีจากสีม่วงเข้มเป็นสีเหลือง ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 โดยพบว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนมีค่า SC_{50} ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 70, 80, 90, 100 และ 120 องศาเซลเซียสตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระจง แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบปัญหาความขุ่นของตัวอย่างหลังผ่านการต้มที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส ขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการต้มมีตะกอนแขวนลอยน้อยกว่า มีผลต่อค่า SC_{50} ที่ได้ จึงได้ทดลองนำน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่อุณหภูมิต่างๆไปทำการเซนทริฟิวส์ที่ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที พบว่าสามารถทำให้ตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใสขึ้นได้



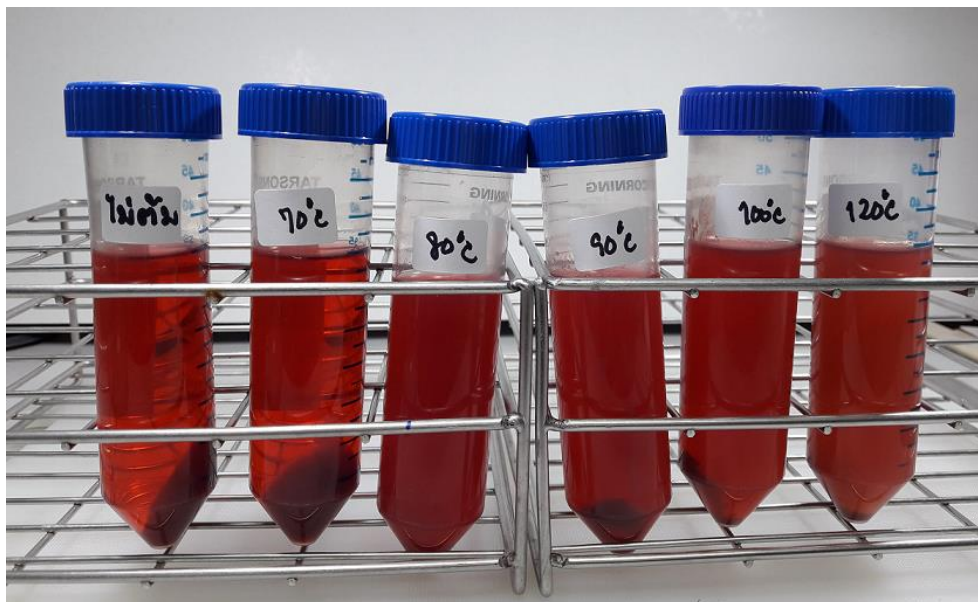
รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไม่ต้มที่ความเข้มข้นต่างๆ



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยต้มที่ 70 องศาเซลเซียส

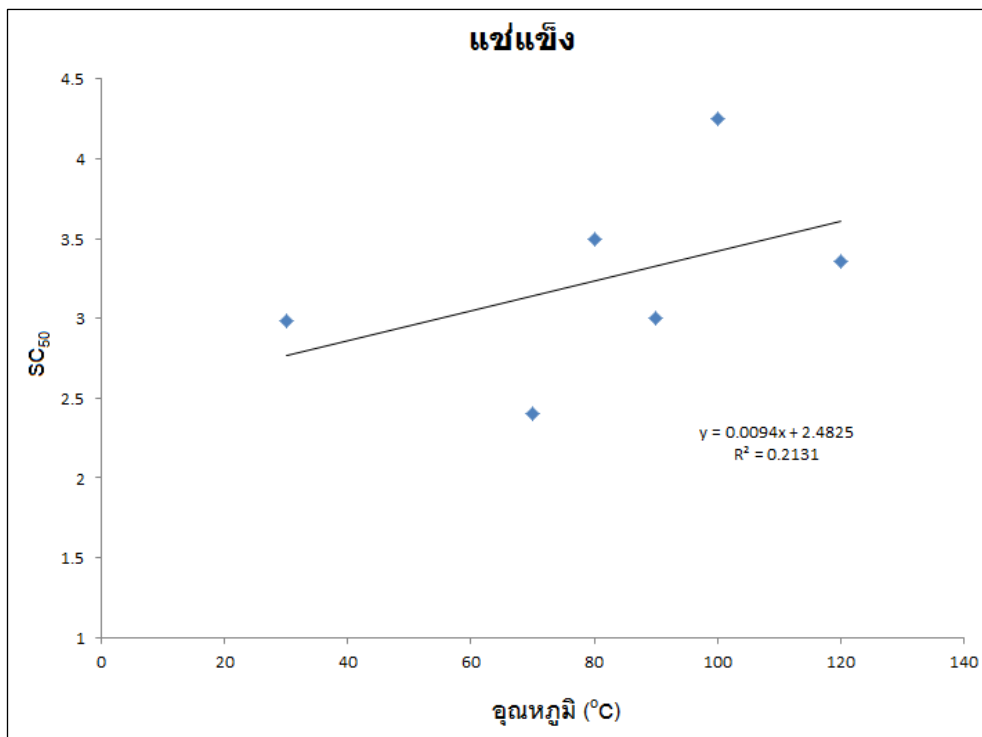
ตารางที่ 4.4 แสดงผลของอุณหภูมิต่อค่า SC_{50} และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เตรียมจากผลสดและผลแช่แข็ง

อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ (°C)	ผลสด		ผลแช่แข็ง	
	SC_{50} (%)	TA (%)	SC_{50} (%)	TA (%)
30 (ไม่ผ่านความร้อน)	1.11	0.63	2.98	0.82
70	2.11	0.61	2.4	0.78
80	2.93	0.61	3.5	0.75
90	1.91	0.61	3	0.75
100	2.26	0.59	4.25	0.73
120	2.76	0.58	3.36	0.73

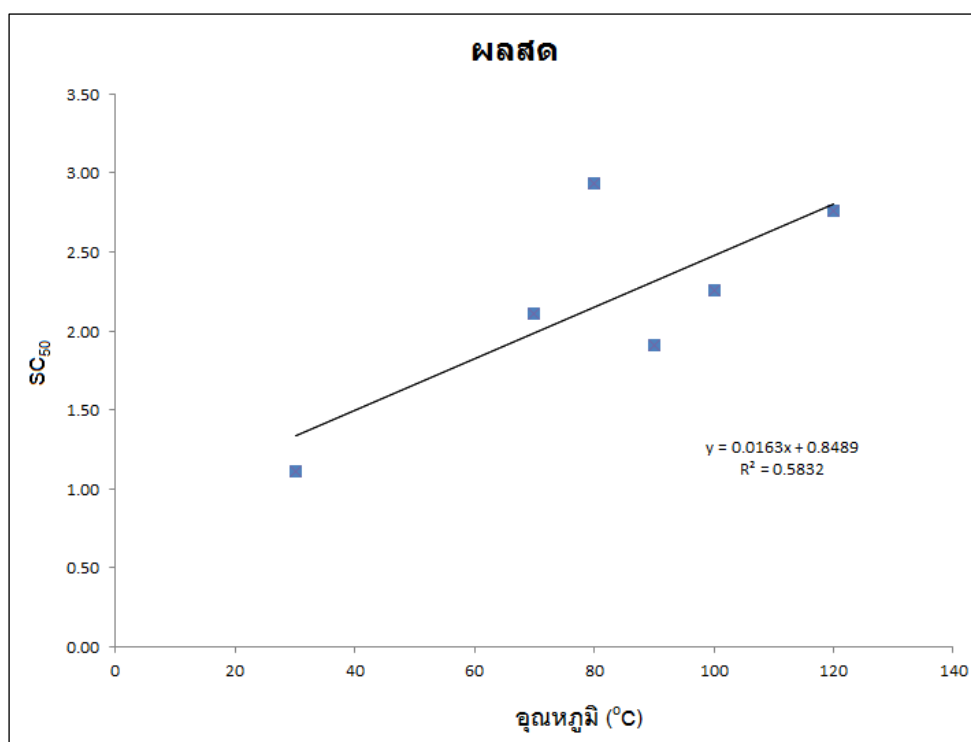


รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่หลังเซ็นทริฟิวส์ที่ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที

มะม่วงหาวมะนาวโห่มีการออกผลผลิตบางฤดูโดยเริ่มออกผลเดือนมีนาคม - ตุลาคม ดังนั้นผู้ผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่จึงนิยมนำผลสุกและผลดิบแช่แข็งที่อุณหภูมิ $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพื่อให้มีวัตถุดิบไว้ใช้ในกระบวนการผลิตตลอดปี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจทดลองหาผลของการแช่แข็งมะม่วงหาวมะนาวโห่ก่อนนำมาผลิตน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่กระป๋อง โดยเปรียบเทียบกับมะม่วงหาวมะนาวโห่กระป๋องที่ผลิตจากผลสด จากตารางที่ 4.4 แสดงผลของอุณหภูมิต่อค่า SC_{50} ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เตรียมจากผลสดและผลแช่แข็ง พบว่า SC_{50} ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่กระป๋องที่เตรียมจากผลสดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เตรียมจากผลแช่แข็ง จากรูปที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าค่าความชันของเส้นตรงของรูปที่ 4.5 มีค่ามากกว่ารูปที่ 4.4 แสดงว่าผลสดมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าผลแช่แข็ง และมีการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากอุณหภูมิฆ่าเชื้อสูงขึ้นมากกว่าผลแช่แข็ง



รูปที่ 4.5 ผลของการแช่แข็งมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ



รูปที่ 4.6 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่กระป๋องที่เตรียมจากผลสด
 ตารางที่ 4.5 แสดงผลของการเซ็นทริฟิวส์ต่อสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เตรียมจาก
 ผลสด

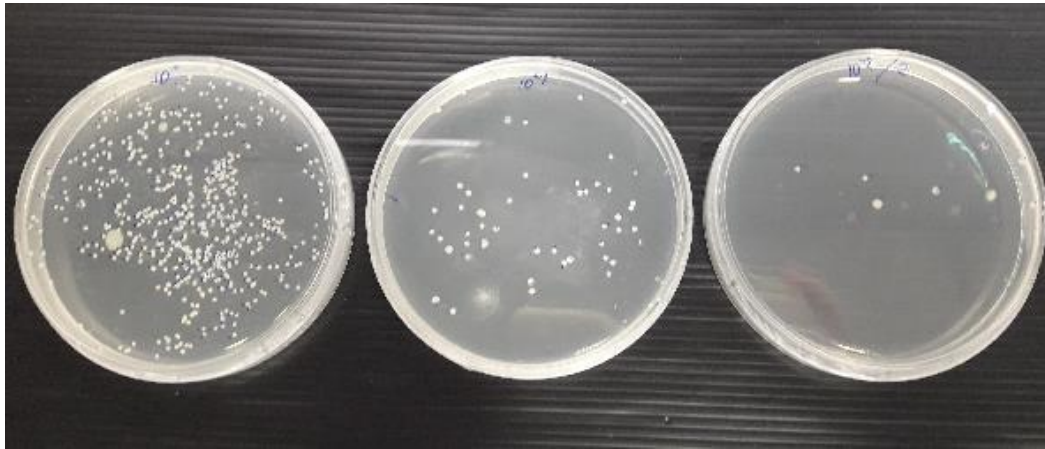
อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อ (°C)	ก่อนเซ็นทริฟิวส์			หลังเซ็นทริฟิวส์		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
30 (ไม่ผ่านความร้อน)	63.69	40.89	26.67	53.75	36.48	27.10
70	1.23	3.99	2.08	1.63	5.08	2.35
80	1.26	4.19	2.01	1.76	5.49	2.83
90	1.26	4.01	1.97	1.57	4.85	2.64
100	2.02	5.88	3.28	3.61	9.53	5.26
120	3.25	6.08	4.15	10.00	12.29	11.96

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลของการเซ็นทริฟิวส์ต่อสีของผลิตภัณฑ์น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เตรียมจากผลสดที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ โดยการวัดสีแบบเทคนิค Transparent โดยเติมตัวอย่างในขวดพลาสติกใสขนาด 50 มล. จากการทดลองพบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่า a* และ ค่า b* โดยใช้เครื่อง Hunter Lab พบว่าหลังการเซ็นทริฟิวส์ตัวอย่างไม่ต้มมีค่าความสว่างลดลง มีค่าสีแดง a* ลดลง ขณะที่ค่าสีเหลือง b* มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่ตัวอย่างที่ต้มที่อุณหภูมิ 70-120 องศาเซลเซียส ค่าความสว่าง ค่า a* และ ค่า b* มีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างจากตัวอย่างที่ไม่ต้ม ดังนั้นการต้มเพื่อทำให้น้ำผลไม้ปราศจากเชื้อมีผลต่อสีของน้ำผลไม้โดยทำให้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีขุ่นขึ้น ผู้ผลิตสามารถทำให้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ใสขึ้นได้โดยการกรองหรือการเซ็นทริฟิวส์ เพื่อช่วยเพิ่มความยอมรับจากผู้บริโภค

4.3 การหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระป๋อง

จากการทดสอบหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระป๋องโดยเทคนิค Spread Plate บนอาหาร Nutrient Agar และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง พบว่าน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ก่อนฆ่าเชื้อมีปริมาณจุลินทรีย์ 105 cfu/ml ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เมื่อทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ (70 - 120 องศาเซลเซียส) พบว่าไม่พบเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุกระป๋องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นกรดสูง เชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะความเป็นกรดสูง ดังนั้นการฆ่าเชื่อน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่บรรจุ

กระป๋องสามารถเลือกใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อได้ตั้งแต่ 70 องศาเซลเซียส เพื่อลดผลกระทบต่อการสูญเสียของสารต้านอนุมูลอิสระเมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น



รูปที่ 4.7 แสดงจำนวนจุลินทรีย์จากเทคนิค Spread Plate ของตัวอย่างน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ก่อนต้มที่ปริมาณต่างๆ