

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การประเมินความเสี่ยงของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซอสหอยนางรม

ซอสหอยนางรมที่ผลิตขึ้นมาประกอบด้วย น้ำ, เกลือ, น้ำปลา, น้ำตาลแดง, น้ำตาลทรายขาว, แปะแซ, แป้งมันสำปะหลัง, ผงชูรส, โปแตสเซียมซอร์เบท และ หัวเชื้อซีอิ๊ว ตามลำดับ จึงนำวัตถุดิบเหล่านี้มาประเมินความเสี่ยง เพื่อหาโอกาสจะเกิดความเสี่ยงการเสื่อมเสียด้านจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและความรุนแรงของเชื้อที่อยู่ในแต่ละวัตถุดิบต่างๆ

การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในอาหาร แบ่งออกเป็นความเสี่ยงและความรุนแรง มีความแตกต่างกัน้อยดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโอกาสในการเกิดอันตรายและความรุนแรงของอันตราย

โอกาสในการเกิดอันตราย	สูง	Satisfy	Minor	Major	Critical
	ปานกลาง	Satisfy	Minor	Major	Major
	น้อย	Satisfy	Minor	Minor	Minor
	ละเลยได้	Satisfy	Satisfy	Satisfy	Satisfy
		ละเลยได้	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความรุนแรงของอันตรายที่เกิดขึ้น					

เมื่อนำตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวมาประเมินความเสี่ยงในวัตถุดิบทุกตัวที่ใช้ในการผลิตซอสหอยนางรม จะได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางประเมินความเสี่ยงทางด้านจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในวัตถุดิบที่ใช้ทำซอส
หอยนางรม

วัตถุดิบ	อันตราย	ความรุนแรง	ความเสี่ยง	ผลการประเมินความเสี่ยง	หมายเหตุ
น้ำ	<i>S. aureus</i>	Moderate	Moderate	Minor	
	<i>E. coli</i>	Moderate	High	Major	
น้ำปลา	<i>Pseudomonas</i> sp.	Low	Low	Minor	เนื่องจากเชื้อเหล่านี้ไม่มีการสร้างสปอร์และสามารถควบคุมได้ ถ้ามีการควบคุมสภาวะการเก็บและการหมักปลาเพื่อทำน้ำปลาจะมีการสร้างกรดฟอร์มิก, กรดอะซิติก, กรดโปรปิโอนิก กรดไอโซบิวทริก และมีการต้มก่อนมีการกรอกใส่ขวด
	<i>Staphylococcus</i> sp.	Low	Low	Minor	
	<i>Micrococcus</i> sp.	Low	Low	Minor	
	<i>Flavobacterium</i> sp.	Low	Low	Minor	
	<i>Moraxella</i> sp.	Low	Low	Minor	
	<i>Vibrio</i> sp.	High	Low	Minor	
น้ำตาลทรายแดง / น้ำตาลทรายขาว / แป้งแซ	<i>Leuconostoc</i> sp.	Low	Low	Minor	ปกติน้ำตาลมีความชื้นต่ำ จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ และยังกระบวนการผลิตน้ำตาลมีการระเหยน้ำ การตกผลึก การปั่น และการกรอง รวมทั้งการฟอกสี จึงมีโอกาสน้อยมากที่จะพบการเสื่อมเสีย ยกเว้นถ้ามีความชื้นสูงขึ้น
	<i>Bacillus</i> sp.	Low	Low	Minor	
	<i>Saccharomyces</i> sp.	Low	Low	Minor	
แป้งมันสำปะหลัง	<i>Bacillus cereus</i>	Moderate	High	Major	เนื่องจากพบว่าแป้งมีโอกาสพบสปอร์ของจุลินทรีย์ของแบคทีเรียและเชื้อราได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสปอร์ของ <i>Bacillus cereus</i> ทนความร้อนได้สูง จึงมีความเสี่ยงมากที่จะเหลือหรือปนเปื้อนของสปอร์ของเชื้อนี้ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายได้
	<i>Achromobacter</i> sp.	Low	High	Minor	
	<i>Flavobacterium</i> sp.	Low	High	Minor	
	<i>Aspergillus</i> sp.	Moderate	High	Major	
	<i>Penicillium</i> sp.	Moderate	High	Major	
	<i>Alternaria</i> sp.	Moderate	High	Major	
	<i>Cladosporium</i> sp.	Moderate	High	Major	
ผงชูรส	ไม่มีอันตรายทางจุลินทรีย์ที่ก่อโรค	Negligible	Negligible	Negligible	

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

วัตถุดิบ	อันตราย	ความรุนแรง	ความเสี่ยง	ผลการประเมินความเสี่ยง	หมายเหตุ
โปตัสเซียมซอร์เบท	ไม่มีอันตรายทางจุลินทรีย์ที่ก่อโรค	Negligible	Negligible	Negligible	
หัวเชื้อชีวน้ำ	ไม่มีอันตรายทางจุลินทรีย์ที่ก่อโรค	Negligible	Negligible	Negligible	ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์เลียนกลั่น จึงไม่มีโอกาสจะเกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์
น้ำเกลือ / เกลือ	<i>Micrococcus sp.</i>	Low	Low	Minor	เนื่องจากเกลือเกิดจากการตกผลึก และเกลือมีคุณสมบัติไปลดปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ แต่อาจเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์พวกฮาโลฟายล์ เนื่องจากปริมาณที่ใช้ใช้เพียง 2.5% และผ่านความร้อนอีกครั้ง จึงมีอันตรายน้อย
	<i>Pseudomonas sp.</i>	Low	Low	Minor	
	<i>Serratia salinaria</i>	Low	Low	Minor	

จากตารางที่ 4.2 เรื่องการประเมินความเสี่ยง พบว่าแป้งมันสำปะหลังคัดแปรรูปและน้ำที่ใช้ในการผลิตมีโอกาสเสี่ยงต่อการพบจุลินทรีย์ก่อโรคมมีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยในอาหาร (major) มากกว่าวัตถุดิบตัวอื่นๆ จึงนำวัตถุดิบ 2 ชนิดนี้ มาวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบติดตามและยืนยันผลของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มีความเสี่ยงต่อผลิตภัณฑ์สุดท้าย ผลการตรวจสอบจะนำไปสู่การพิจารณาหามาตรการควบคุมใน HACCP plan ต่อไป ส่วนวัตถุดิบชนิดอื่นที่มีความเสี่ยงต่อความปลอดภัยในอาหารน้อย (Minor) จะทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์สุดท้ายแทน (verify) และประเมินหามาตรการควบคุมมาวิเคราะห์ลงใน HACCP plan ต่อไป

การวิเคราะห์นี้ใช้เกณฑ์ของสำนักงานคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีการตรวจวิเคราะห์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 200 พ.ศ. 2543 เรื่อง มาตรฐานภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์

น้ำ ตรวจสอบตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61

แป้ง ตรวจสอบตาม เกณฑ์ตามมาตรฐานเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

4.1.1 ศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์ในแป้งมันสำปะหลัง

จากผลการวิเคราะห์แป้งมันที่ใช้ในการผลิต โดยการส่งตรวจทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์แป้งมันสำปะหลังดัดแปลงนี้ แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์แป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่ใช้ในการผลิตซอสหอยนางรม

หัวข้อการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
		1	2	3
Water activity		0.61	0.57	0.57
จุลินทรีย์โดยรวม (TPC) (cfu/ กรัม)	$<1 \times 10^6$	20	1.4×10^3	< 10
จำนวนยีสต์ (cfu/ กรัม)	$<1 \times 10^4$	<10	<10	<10
จำนวนรา (cfu/ กรัม)	<500	< 10	20	<10
โคลิฟอร์ม MPN / กรัม	<3 MPN	<3	<3	<3
อี. โคไล (cfu/ กรัม)	<3 MPN	<3	<3	<3
<i>S. aureus</i> (cfu/ กรัม)	< 100	<10	<10	<10
<i>C. perfringens</i> (cfu/ 0.01 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Salmonella (cfu/25 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>B. cereus</i> (cfu/ กรัม)	< 100	<10	<10	<10

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่า ค่า water activity (a_w) ที่วิเคราะห์ได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.58 ± 0.02 ซึ่งมีความเสี่ยงของสปอร์จุลินทรีย์ปนเปื้อนได้ เพราะแบคทีเรียจะเจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มี a_w ประมาณ 1.00 (เช่น 0.995 ถึง 0.998) แต่อาจมีแบคทีเรียบางชนิดเจริญได้ที่ a_w ต่ำกว่า 0.9 แต่ถ้าเป็นรา จะเจริญได้ ใน a_w ที่แตกต่างกันได้ เพราะ ช่วงของ a_w ที่ใช้ในการงอกของสปอร์แบบไม่ใช้เพศ (asexual spores) ช่วงของ a_w ที่ราเจริญได้จะกว้างขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิและอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการงอกของสปอร์ สปอร์ราบางชนิดสามารถงอกได้ต่ำกว่า 0.62 ในขณะที่บางชนิดต้องการ a_w สูงถึง 0.93 ราแต่ละชนิดมี a_w ที่เหมาะสมและช่วงกว้างของ a_w ที่ราเจริญได้แตกต่างกัน ค่า a_w ที่ทำให้ราไม่สามารถเจริญได้อาจต่ำถึง 0.62 ถึงแม้ว่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.70 ก็สามารถยับยั้งการเจริญของราส่วนใหญ่ที่เป็นสาเหตุให้อาหารเสียได้แล้ว a_w ที่ต่ำกว่า 0.94 จะสามารถยับยั้งการเจริญของรากลุ่ม *Rhizopus* และ ถ้า a_w ต่ำกว่า 0.85 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus* sp. ได้ การทำให้ a_w ในอาหารลดต่ำลงจากค่าที่เหมาะสมที่ราต้องการ จะช่วยชะลอการงอกของสปอร์ และลดอัตราการเจริญของราด้วย จึงเป็นปัจจัยในการถนอมอาหาร (สุมาลี, 2541) ดังนั้น แป้งจะต้องมีการควบคุมปริมาณ a_w ไม่ให้สูงกว่า เพราะจะทำให้มีการเจริญของแบคทีเรีย

มากขึ้นด้วย ทางด้านผลทางจุลินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้ในแป้งมีค่า จุลินทรีย์โดยรวม มีค่าที่สูงสุดที่ 1.4×10^3 cfu / กรัม ค่าน้อยที่สุดอยู่ที่ น้อยกว่า 10 cfu/กรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 1×10^6 cfu / กรัม ส่วนปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบ สูงสุดพบที่ 20 cfu / กรัม ส่วนปริมาณเชื้อตรวจสอบไม่พบ ได้แก่ ยีสต์ coliform *S. aureus* *C. perfringens* *Salmonella* และ *B. cereus* ซึ่งสอดคล้องตาม เกณฑ์ที่กำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารที่ทางกรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ กำหนดไว้ สำหรับ ผลการทดลองในครั้งที่ 2 มีค่า ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม(TPC) สูง กว่า 2 ครั้งที่เหลือ นั้นอาจเกิดจากการสุ่มตัวอย่างที่ไม่ถูกสุขลักษณะหรือวัตถุดิบมีการปนเปื้อน อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

4.1.2 การศึกษาคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการผลิตซอสหอยนางรม

จากการตรวจประเมินในตารางที่ 4.4 พบว่าน้ำเป็นวัตถุดิบที่มีโอกาสพบจุลินทรีย์ก่อโรคใน ระดับสูง จึงได้ทำการเก็บน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีการส่งตรวจทั้งหมด 3 ครั้ง เกณฑ์ที่ใช้ใน การตรวจอ้างอิงตามมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 และ ฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534 ผลการตรวจพบ ปรากฏดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยา ของน้ำที่ใช้ใน การผลิต

หัวข้อการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
		1	2	3
ทางฟิสิกส์				
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (ที่ 25°C)	6.5-8.5	7.4	7.2	7.2
ทางเคมี (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
ปริมาณสารทั้งหมด (%)	< 500.0	37	35	42
ความกระด้างทั้งหมด (คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต)	< 100.0	8	8	8
คลอไรด์ (คำนวณเป็นคลอรีน)	< 250.0	27	32	44
ไนเตรด (คำนวณเป็นไนโตรเจน)	< 4.0	<0.5	<0.5	<0.5
ฟลูออไรด์ (คำนวณเป็นฟลูออรีน)	< 1.5	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ทางฟิสิกส์				
เหล็ก	< 0.3	0.005	0.005	0.005
ตะกั่ว	< 0.05	<0.003	<0.003	<0.003

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

หัวข้อการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
		1	2	3
ทางจุลชีววิทยา				
จุลินทรีย์โดยรวม (TPC) cfu / มิลลิลิตร	-	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
โคลิฟอร์ม MPN / 100 มิลลิลิตร	<2.2	<1.1	<1.1	<1.1
E. coli MPN / 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
S. aureus cfu / 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
C. perfringens cfu / 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Salmonella cfu / 100 มิลลิลิตร	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของน้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างที่ 25°C มีคุณสมบัติเป็นกลาง ค่าทางเคมี และค่าจุลชีววิทยา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งจากผลการทดลองในด้านการวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาของวัตถุดิบหลักของการผลิตซอสหอยนางรม คือ แป้ง และน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต พบว่าวัตถุดิบหลักทั้งสอง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และไม่มีอันตรายที่เกิดจากการใช้วัตถุดิบทั้งสองก่อนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์

4.2 ศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ เคมี และ กายภาพของผลิตภัณฑ์

เมื่อนำแป้งมันสำปะหลังคัดแปรรูปสดเดียวกันมาทำการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมโดยมีการส่งวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ที่ได้ ดังตารางที่ 4.5

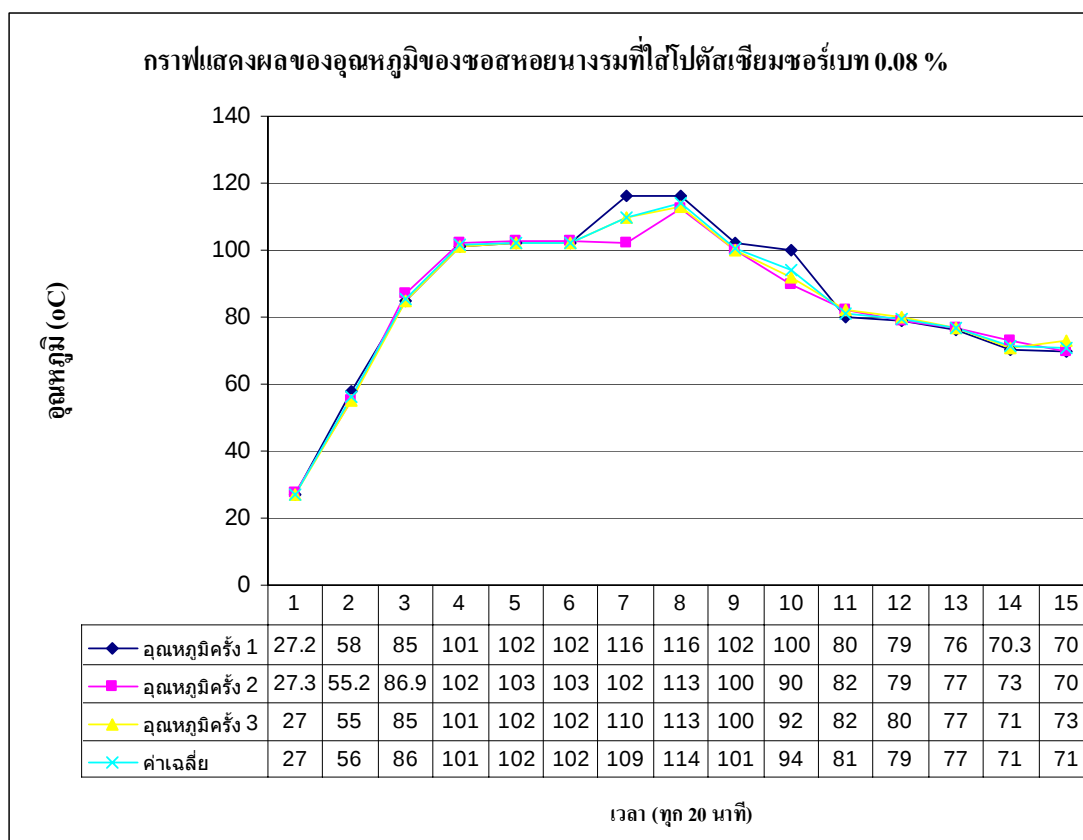
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ผลทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรมสูตรปกติ ที่เติมโปตัสเซียมซอร์เบต 0.08%

หัวข้อการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์		
		1	2	3
Water activity		0.93	0.95	0.95
จุลินทรีย์โดยรวม (TPC) (cfu/ กรัม)	$<1 \times 10^6$	10	4.5×10^4	< 10
จำนวนยีสต์ (cfu/ กรัม)	$<1 \times 10^4$	<10	<10	<10
จำนวนรา (cfu/ กรัม)	<500	< 10	<10	<10
โคลิฟอร์ม MPN / กรัม	<3 MPN	<3	<3	<3
<i>E. coli</i> (cfu/ กรัม)	<3 MPN	<3	<3	<3
<i>S. aureus</i> (cfu/ กรัม)	< 100	<10	<10	<10
<i>C. perfringens</i> (cfu/0.01 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Salmonella (cfu/ 25 กรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>B. cereus</i> (cfu/ กรัม)	< 100	<10	<10	<10

จากผลการทดสอบ ค่าทางกายภาพ มีการตรวจสอบ ค่า a_w ในช่วง 0.94 ± 0.01 ซึ่งมีความเสี่ยงที่แบคทีเรียสามารถเจริญได้ เพราะ แบคทีเรียเจริญได้ดีที่ a_w อยู่ ประมาณ 1.00 เช่น 0.995 ถึง 0.998 (สุมาลี, 2541) และทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดอย่างสม่ำเสมอ แสดงว่าวัตถุดิบและบรรจุภัณฑ์ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตรวมถึงความสะอาดในการล้างภาชนะ น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต และสุขลักษณะของพนักงานที่ผลิตนั้น ทำอย่างถูกต้องปลอดภัยต่ออาหาร ดูได้จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ ดังตารางที่ 4.5 พบว่า ไม่มีจุลินทรีย์ก่อโรคเกินจากมาตรฐานที่กำหนดไว้

4.3 ศึกษาผลของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระหว่างการเคี่ยวซอสหอยนางรม

ในขณะที่ทำการทดลอง ได้นำเทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอลที่ได้รับสอบเทียบเรียบร้อยแล้ว มาติดตั้งในหม้อต้มซอสหอยนางรม โดยให้หัววัด (probe) อยู่จุดกึ่งกลางหม้อ ในระหว่างการต้มมีการให้บันทึกอุณหภูมิทุก 20 นาที ค่าอุณหภูมิที่ได้เป็นสถานะจริงที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ควบคุมแก๊สให้การต้มเดือดของซอสหอยนางรม โดยการบันทึกอุณหภูมินี้ได้จากการผลิตของซอสหอยนางรมสูตรปกติ และสูตรไม่ใส่โปตัสเซียมซอร์เบต หลังจากเสร็จกระบวนการเคี่ยว ต้มเดือด ได้เก็บตัวอย่างซอสหอยนางรมมาทำการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์ เพื่อเป็นตรวจสอบผลหลังจากการศึกษา ผลของการบันทึกอุณหภูมิดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างในการผลิตซอสหอยนางรมสูตรปกติ

จากภาพที่ 4.1 ในช่วงที่มีการเทส่วนผสมในช่วงแรก ส่วนผสมยังอยู่ในสถานะของเหลว เมื่ออุณหภูมิของซอสหอยนางรมเพิ่มขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส และคัมมันต์ประมาณ 1 ชั่วโมง อุณหภูมิเริ่มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจาก ในซอสมีปริมาณของแข็งอยู่ ทำให้จุดเดือดของซอสสามารถสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากไม่ใช่น้ำบริสุทธิ์ เมื่อเดือดได้ที่พร้อมกวนอย่างสม่ำเสมอ ลักษณะของซอสหอยนางรมเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง ลักษณะเป็นของเหลว เริ่มข้นหนืดขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะ อุณหภูมิที่ใช้ในการต้มเดือดของซอส ใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียส ถึง 114 องศาเซลเซียส และ นานกว่า 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เป็นเพราะ เนื่องจากความร้อนจะช่วยให้พันธะไฮโดรเจนที่ยึดโครงสร้างภายในเม็ดแป้งแตกออก เม็ดแป้งดูดซึมน้ำได้มากขึ้นเป็นผลให้เกิดการพองตัวของเม็ดแป้ง และสูญเสียลักษณะของไพริฟรินเจนส์ สารละลายใสและมีความหนืดเพิ่มขึ้น กระบวนการนี้เรียกว่า เจลาติไนเซชัน (gelatinization) (Osmam, 1967) จึงทำให้ซอสหอยนางรมเกิดเป็นเจลขึ้นหนืด และ ใส หลังจากนั้นทำการปิดไฟเตาแก๊ส พร้อมปิดฝา แต่เมื่อวัดอุณหภูมิหลังต้มจะพบว่า อุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลงอย่างช้าๆ ทั้งไว้ในหม้อ ประมาณ 2 ชั่วโมงเพื่อรอการกรอกลงขวด อุณหภูมิของซอสหอยนางรมอยู่ในช่วง 90 - 105 องศาเซลเซียส (รูปที่ 4.2) พนักงานต้องกรอกขณะร้อน เพราะ น้ำแป้งที่เป็นส่วนผสมผ่านกระบวนการเจลาติไนเซชัน ยังไม่เข้าสู่ การเกิดรีโทรกราเดชัน (Smith, 1979) คือ การที่น้ำแป้งสุกเย็นตัวลง อะมิโลส อะมิโลเพคติน สามารถจับตัวกัน

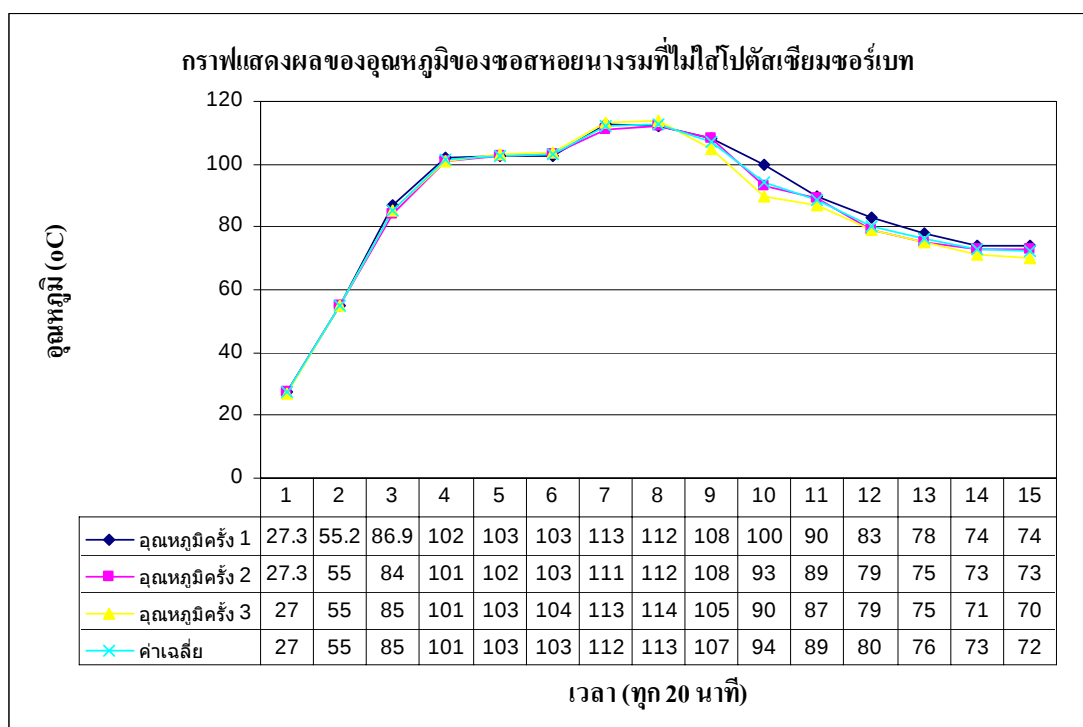
ใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้น้ำแป้งสุกมีความหนืดเพิ่มสูงขึ้น ซอสหอยนางรมจะข้นขึ้นแต่ยังสามารถที่จะกรอกลงขวดได้ แต่ถ้าหาก กรอกที่อุณหภูมิของซอสต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ซอสจะไม่สามารถกรอกลงในขวดได้ เพราะ ซอสหอยนางรมจะเกิดการข้นหนืด และ เมื่อกรอกลงขวดจะทำให้เกิดฟองอากาศแทรกอยู่ในเนื้อซอส หลังจากการกรอกทำการปิดขวดขณะร้อน อุณหภูมิที่กรอกลงขวดแล้วจะอยู่ในช่วง 88 – 95 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิในหม้อก่อนกรอกลงขวด

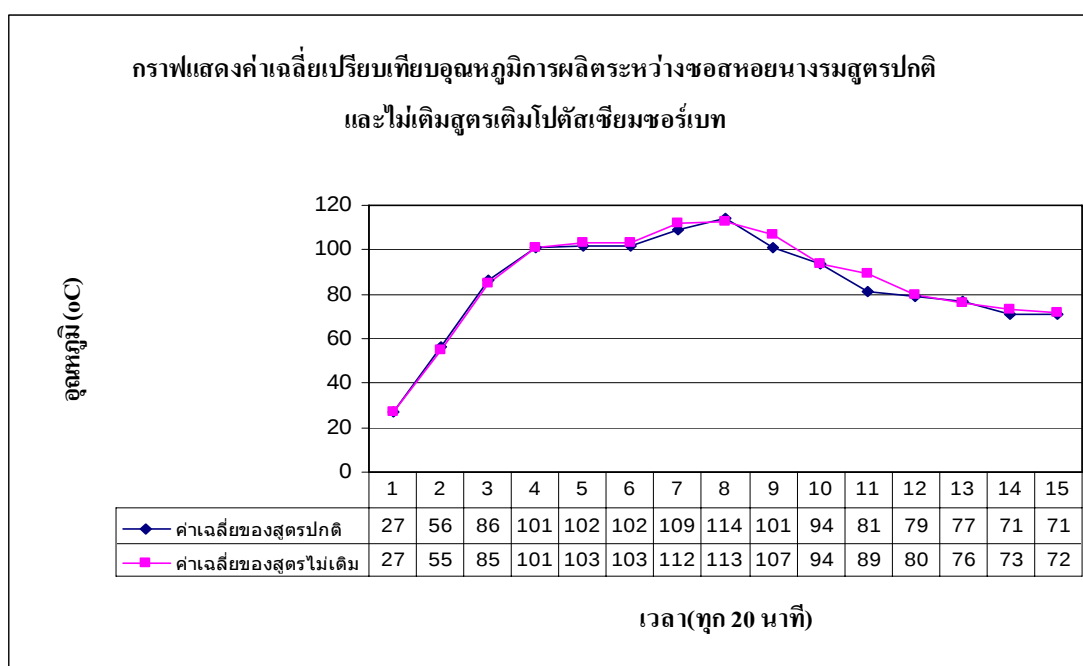


รูปที่ 4.3 อุณหภูมิของซอสในขวด



รูปที่ 4.4 แสดงอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตหอยนางรมสูตรไม่ใส่โป๊ตัสเซียมซอร์เบต

กราฟนี้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการผลิตซอสหอยนางรม โดยมีสูตรไม่ใส่โป๊ตัสเซียมซอร์เบต ลักษณะการเกิดมีลักษณะคล้ายกับสูตรปกติ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตซอสหอยนางรมสูตรไม่ใส่โปตัสเซียมซอร์เบตและสูตรปกติ

จากรูปที่ 4.5 จะแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิของซอสหอยนางรมเริ่มสูง ถึง 100 องศาเซลเซียส ที่เวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ทั้งสูตรปกติและสูตรไม่ใส่โปตัสเซียมซอร์เบต ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ในการผลิต ดังนั้น โปตัสเซียมซอร์เบต ไม่ได้ให้ผลการแตกต่างในการเกิดการขึ้นหนืดของแป้งหากใส่ในปริมาณเล็กน้อย (ศศิเกษม, 2530)

4.4 ศึกษาผลของโปตัสเซียมซอร์เบต ที่มีผลต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หลังเปิดใช้

โดยการทดลองนี้ได้มีการทดลองผลิตซอสหอยนางรมทั้งหมด 2 สูตร โดยมีสูตรปกติ คือ มีปริมาณโปตัสเซียมซอร์เบต 0.08% และสูตรที่ไม่มีการเติมโปตัสเซียมซอร์เบต โดยมีการตรวจ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อดูปริมาณจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น หากพบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เกินจากมาตรฐานที่กำหนดไว้ ก็แสดงว่า อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์หลังเปิดขวดไม่สามารถใช้ได้

ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการของภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทำการวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดตามมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 200 พ.ศ. 2543 เรื่องซอส ในภาชนะบรรจุปิดสนิท

เนื่องจากการทดสอบนี้จัดทำที่ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาของสถาบันฯ จึงต้องทำการเปรียบเทียบวิธีการและความแม่นยำของผู้ทดสอบ โดยการทดสอบตัวอย่างจาก การนำตัวอย่างที่ผลิตจากรุ่นการผลิตเดียวกันมาทำการตรวจทั้ง 2 ที่ คือกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และ

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาของสถาบัน โดยส่งตรวจสูตรปกติอย่างเดียว ผลที่ได้รับ คือ ไม่มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ค่าที่ได้จากห้องปฏิบัติการของสถาบันฯ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าการวิเคราะห์ซอสหอยนางรมสูตรปกติ

หัวข้อการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	ผลการวิเคราะห์เฉลี่ยจากกรมวิทย์	ผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
ทางเคมี			
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.7	6.7
ทางจุลินทรีย์			
จุลินทรีย์โดยรวม (TPC) / กรัม	$<1 \times 10^6$	<10	<10
จำนวนยีสต์ / กรัม	$<1 \times 10^4$	<10	<10
จำนวนรา / กรัม	<500	10	<10
โคลิฟอร์ม MPN / กรัม	<3 MPN	<3	<3
อี. โคไล MPN / กรัม	<3 MPN	<3	<3
<i>S. aureus</i> cfu / กรัม	< 100	<10	<10
<i>C. perfringens</i> cfu / 0.01 กรัม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Salmonella cfu / 25 กรัม	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>B. cereus</i> cfu / กรัม	< 100	<10	<10

หมายเหตุ สอดคล้องตามประกาศกระทรวงที่ 200 พ.ศ. 2543

จากการศึกษาพบว่า วิธีการ ผู้ทำการวิเคราะห์ อุปกรณ์ ไม่มีผลทำให้มีความแตกต่างการส่งวิเคราะห์กรมวิทยาศาสตร์ และวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตรใน วัตถุประสงค์ วิเคราะห์ผลิตสินค้าสำเร็จรูป ไม่พบค่าของ Coliforms, *E. coli*, *S. aureus*, *C. perfringens*, Salmonella, *B. cereus* ดังนั้นจึงหยุดการตรวจติดตาม ประกอบกับ การทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตซอสหอยนางรมสูตรใส่โปดัสเทียมซอร์เบต กับ สูตรที่ไม่ใส่โปดัสเทียมซอร์เบต ซึ่งโปดัสเทียมซอร์เบตเป็นวัตถุกันเสียที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อรา (สุมาลี, 2541) และ เมื่อนำผลที่ได้มาประกอบกับเปรียบเทียบกับอุณหภูมิในการต้ม ถือว่าอุณหภูมิในการผลิตที่ใช้อยู่ไม่ทำให้ก่อให้เกิดผลิตภัณฑ์มีปัญหาในเรื่องของ จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค คืออุณหภูมิที่ใช้ มากกว่า 100 องศาเซลเซียส และ นานมากกว่า 2 ชั่วโมง

หลังจากผ่านช่วงกระบวนการผลิต ให้นำซอสหอยนางรมที่ผลิต มาทดสอบอายุการเก็บรักษาของซอสหอยนางรมที่มีโปดัสเทียมซอร์เบต และ ไม่มีโปดัสเทียมซอร์เบต จะมีการเสื่อมเสียอย่างไรและอายุการเก็บนานเท่าไร จึงนำมาวิเคราะห์ผลของจุลินทรีย์โดยรวม(TPC), ยีสต์ และ รา

ในช่วงของการเตรียมตัวอย่าง คือ ซอสหอยนางรมทั้ง 2 ชนิด จะถูกเปิดในครั้งแรก และทำการตรวจ จะนับว่าตรวจที่ เวลา 0 วัน หลังจากนั้นจะเปิดทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง และ ปิด อีกครั้ง ทิ้งไว้ 7 วัน แล้วนำมาเปิดขวดเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อ จะนับวันที่ตรวจนี้เป็นช่วงเวลาที่ 7 วัน หลังจากนั้นซอสทั้ง 2 จะเปิดทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง และ ปิดฝาอีกครั้ง ปิดจนครบ 7 วัน แล้วนำมาเปิดขวดเพื่อทำการทดลอง จะนับว่าครั้งนี้เป็นการตรวจ ที่เวลา 14 วัน ทำเช่นนี้จนครบ 28 วัน และตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ คือ ตัวอย่างจากการ swab ในส่วนของปาก-คอขวด และ เนื้อซอสหอยนางรม ทำการวิเคราะห์ ทั้งหมด 3 ครั้ง จากผลการตรวจติดตามจากซอสหอยนางรมที่อยู่ในขวด เป็นระยะเวลา 4 อาทิตย์ โดยตรวจที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยมีผลดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ผลของซอสหอยนางรมใส่โปดัสเทียมซอร์เบท 0.08% และ
ไม่ใส่โปดัสเทียมซอร์เบท

แหล่งตัวอย่าง	รายการที่วิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
สูตรใส่โปดัสเทียมซอร์เบท 0.08%							
Swab จากปากขวด	TPC cfu/g	$<1 \times 10^6$	<10	0	67	333	778
Swab จากปากขวด	Yeast cfu/g	$<1 \times 10^4$	<10	<10	<10	<10	<10
Swab จากปากขวด	Mould cfu/g	<500	<10	<10	<10	<10	<10
เนื้อซอสหอยนางรม	TPC cfu/g	$<1 \times 10^6$	<10	<10	20	3.3×10^3	6.6×10^3
เนื้อซอสหอยนางรม	Yeast cfu/g	$<1 \times 10^4$	<10	<10	<10	<10	<10
เนื้อซอสหอยนางรม	Mould cfu/g	<500	<10	<10	<10	<10	<10
สูตรไม่ใส่โปดัสเทียมซอร์เบท							
Swab จากปากขวด	TPC cfu/g	$<1 \times 10^6$	<10	1.7×10^3	2.3×10^4	3.0×10^5	6.0×10^5
Swab จากปากขวด	Yeast cfu/g	$<1 \times 10^4$	<10	<10	250	600	800
Swab จากปากขวด	Mould cfu/g	<500	<10	2.4×10^3	9.8×10^3	8.6×10^3	7.2×10^4
เนื้อซอสหอยนางรม	TPC cfu/g	$<1 \times 10^6$	<10	2.6×10^3	1.6×10^4	2.5×10^5	4.8×10^5
เนื้อซอสหอยนางรม	Yeast cfu/g	$<1 \times 10^4$	<10	<10	7.3×10^3	9.9×10^4	2.3×10^5
เนื้อซอสหอยนางรม	Mould cfu/g	<500	<10	2.2×10^3	6.8×10^3	1.1×10^4	7.3×10^4

จากการทดลองพบว่า ใช้ อาหาร Potato dextrose broth (PDB) เป็นตัวควบคุมการทดลองโดยนำมาควบคุมทุกครั้งที่มีการทดสอบ มีทั้ง PDB ที่มี โปดัสเทียมซอร์เบท 0.08% และ ไม่ใส่โปดัสเทียมซอร์เบท ผลที่ได้ในแต่ละครั้ง คือ ไม่มีผลของปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเกินมาตรฐาน (negative)



รูปที่ 4.6 ภาพของเชื้อราที่ปรากฏที่ปากขวด

จากการทดลองพบว่าซอสหอยนางรมสูตรที่ไม่ใส่โปรตีนเชื่อมซอร์เบทสามารถอยู่ได้มากกว่า 4 สัปดาห์ แต่ถ้าซอสหอยนางรมสูตรที่ไม่ใส่โปรตีนเชื่อมซอร์เบทอยู่ได้เพียง 7 วันก็มีการเกิดของเชื้อราที่ผิวหน้าของซอสหอยนางรมที่อยู่ในขวดและเกาะตามผิวด้านในของขวด จึงได้ทำเชื้อราที่พบจากการศึกษาทั้งหมดไปศึกษาหาชนิดของเชื้อราในขั้นตอนต่อไป

4.5 ศึกษาชนิดของเชื้อราที่พบในซอสหอยนางรมที่ไม่ได้ใช้โปรตีนเชื่อมซอร์เบท

จากการศึกษาซอสหอยนางรมที่ไม่ใส่โปรตีนเชื่อมซอร์เบท ได้พบว่ามีเชื้อราเกิดขึ้นหลายชนิด จึงทำการเก็บตัวอย่างเชื้อราที่เกิดขึ้นบนอาหารแข็ง ลงใน หลอดทดลองที่มี potato dextrose agar (PDA) ส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีทางชีวภาพแห่งประเทศไทยเพื่อแยกประเภทของเชื้อรา ที่สามารถพบได้ในน้ำซอสหอยนางรม จากการวิเคราะห์ พบว่ามี *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Acremonium* sp., และ *Eurotium* sp. ดังรูปที่ 4.7 – 4.34



รูปที่ 4.7 *Cladosporium* sp. ยังไม่สร้างสปอร์



รูปที่ 4.8 *Cladosporium* sp. สร้างสปอร์



รูปที่ 4.9 *Cladosporium* sp. เมื่อถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์



รูปที่ 4.10 *Cladosporium* sp.



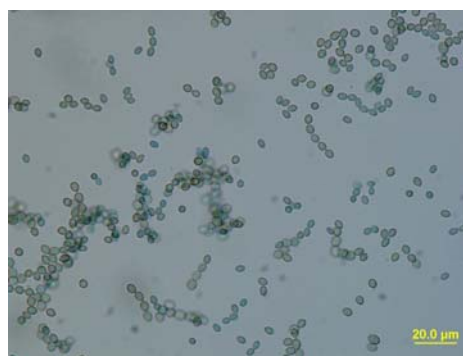
รูปที่ 4.11 *Penicillium* sp. ยังไม่สร้างสปอร์



รูปที่ 4.12 *Penicillium* sp. สร้างสปอร์



รูปที่ 4.13 *Penicillium* sp.



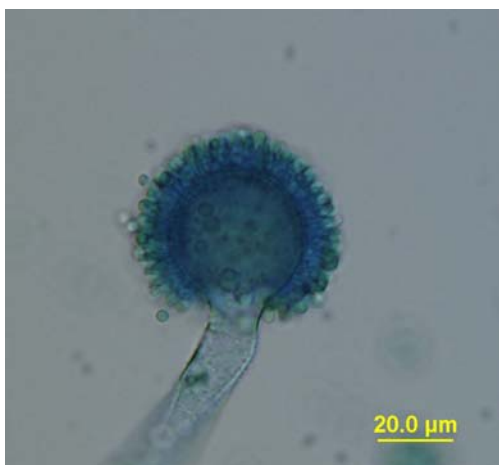
รูปที่ 4.14 *Penicillium* sp.



รูปที่ 4.15 *Aspergillus* sp. ยังไม่สร้างสปอร์



รูปที่ 4.16 *Aspergillus* sp. สร้างสปอร์



รูปที่ 4.17 *Aspergillus* sp.



รูปที่ 4.18 *Aspergillus* sp.



รูปที่ 4.19 *Aspergillus japonicus* ยังไม่สร้างสปอร์



รูปที่ 4.20 *Aspergillus japonicus* สร้างสปอร์



รูปที่ 4.21 *Aspergillus japonicus*



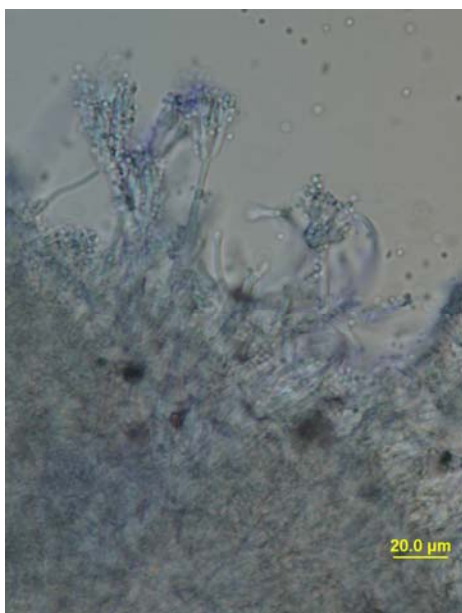
รูปที่ 4.22 *Aspergillus japonicus*



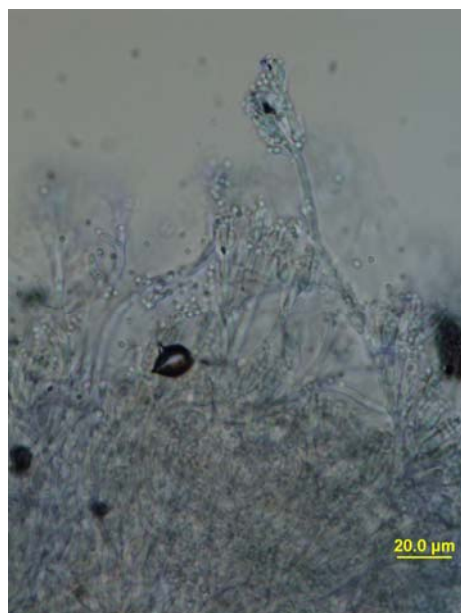
รูปที่ 4.23 *Penicillium* sp. ยังไม่สร้างสปอร์



รูปที่ 4.24 *Penicillium* sp. สร้างสปอร์



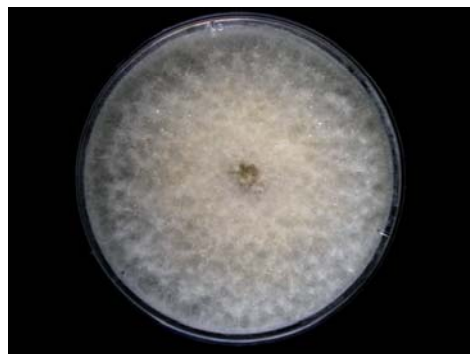
รูปที่ 4.25 *Penicillium* sp.



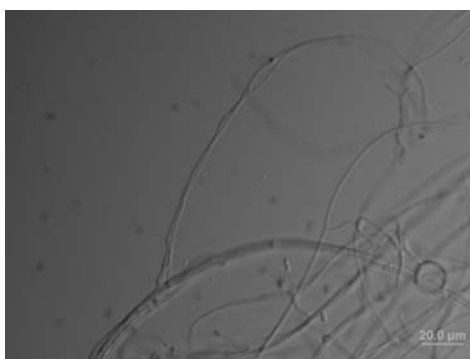
รูปที่ 4.26 *Penicillium* sp.



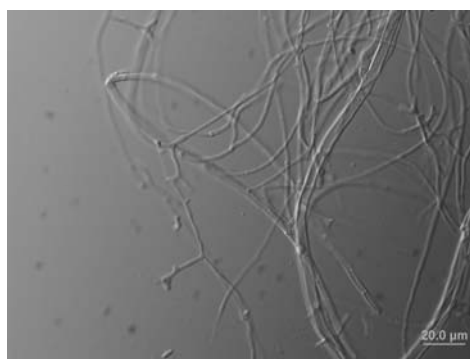
รูปที่ 4.27 *Acremonium* sp.



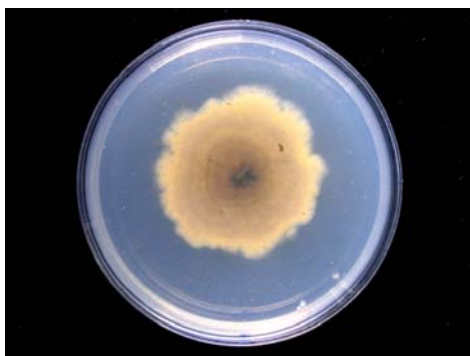
รูปที่ 4.28 *Acremonium* sp.



รูปที่ 4.29 *Acremonium* sp.



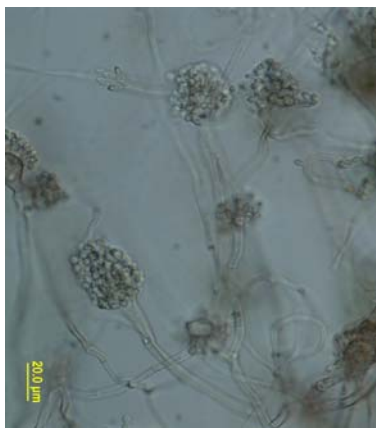
รูปที่ 4.30 *Acremonium* sp.



รูปที่ 4.31 *Eurotium* sp.



รูปที่ 4.32 *Eurotium* sp.



รูปที่ 4.33 *Eurotium* sp.



รูปที่ 4.34 *Eurotium* sp.

นอกจากนี้คุณลักษณะของซอสหอยนางรมที่มีการปนเปื้อนจากเชื้อราจะพบเชื้อราที่ผิวหน้าของซอสและผิวภาชนะด้านใน ส่วนของซอสจะมีลักษณะที่เหลวขึ้นอย่างมาก และ มีกลิ่น คล้าย แอลกอฮอล์ เนื่องจาก เชื้อรา มีการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต (Grishuin, 2006) ทำให้ สภาพของการเกิดเจลาติในสัมีการเปลี่ยนสภาพไปอันเนื่องจากการเชื้อมีการย่อยสลายโครงสร้างให้สายพันธะสั้นลง สภาพข้นหนืดหมดสภาพไป จึงสรุปได้ว่า ถ้า ซอสหอยนางรมที่ใช้อุณหภูมิในการต้มอย่างเดียวยังไม่สามารถที่จะยับยั้งเชื้อราได้ แต่ถ้าซอสหอยนางรมที่มีการใส่โปตัสเซียมซอร์เบต จะพบว่า ไม่พบเชื้อรา และ ยีสต์ ถึงจะเปิดขวดซอสหอยนางรมไว้นานถึง 1 เดือน แต่อาจพบปริมาณ แบคทีเรียมีพบอยู่บ้าง แต่ยังไม่เกินจากมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้

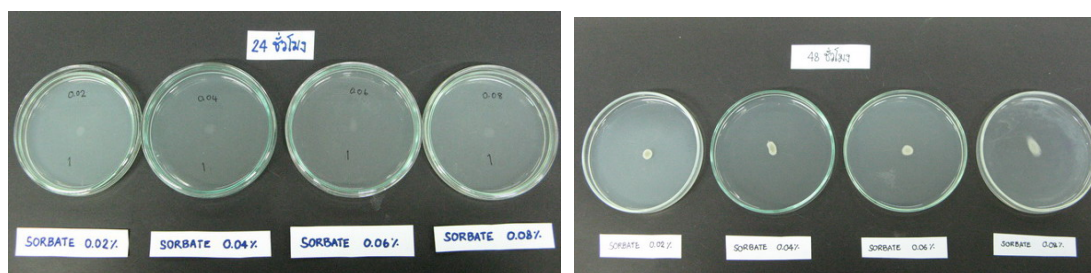
4.6 ศึกษาความเข้มข้นของโปตัสเซียมซอร์เบต ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อราที่พบ

เมื่อได้เชื้อราจากการทดลองที่ 4.5 จึงนำเชื้อราในแต่ละประเภทมาทำการทดสอบกับโปตัสเซียมซอร์เบต ที่ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ ที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยทำ 3 ซ้ำ โดยนำเชื้อราที่เพาะไว้ในหลอดทดลอง นำมาปรับความเข้มข้น และ หยดลงไปที่กึ่งกลางของ จานเพาะเชื้อ ในปริมาณ 0.01 มิลลิลิตร ถ้าเปรียบเทียบความเข้มข้นของเชื้อ คือ 10^6 พบว่า มีผลไปในทิศทางเดียวกันคือ เชื้อราทั้ง 7 ชนิดสามารถเกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีปริมาณโปตัสเซียมซอร์เบตที่แตกต่างกัน ตัวควบคุมที่ใช้คือ PDA ที่ไม่ใส่โปตัสเซียมซอร์เบต ทำการนับเชื้อจุลินทรีย์ตั้งต้นทั้งหมด ที่ ความเข้มข้น 10^4 ผลการทดลองปรากฏในตารางที่ 4.8

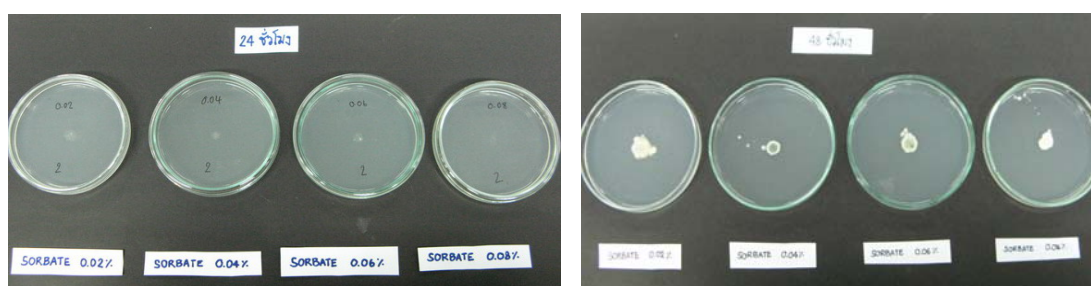
ตารางที่ 4.8 ผลของเชื้อราทั้ง 7 ชนิด กับ อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้นแตกต่างกันที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08%

ชนิดของเชื้อรา	ตัวควบคุม	ความเข้มข้นของโปตัสเซียมซอร์เบต			
		0.02%	0.04%	0.06%	0.08%
ตัวควบคุม	0				
1. <i>Cladosporium</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
2. <i>Penicillium</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
3. <i>Aspergillus</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
4. <i>Aspergillus japonicus</i>	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
5. <i>Penicillium</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
6. <i>Acremonium</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ
7. <i>Eurotium</i> sp.	TNTC	พบ	พบ	พบ	พบ

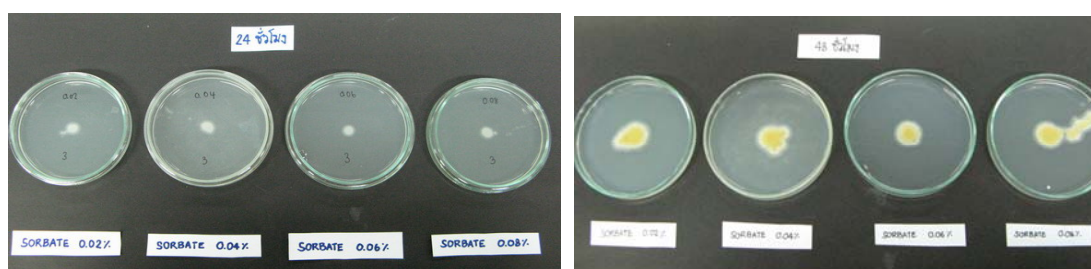
หมายเหตุ TNTC = To number too count



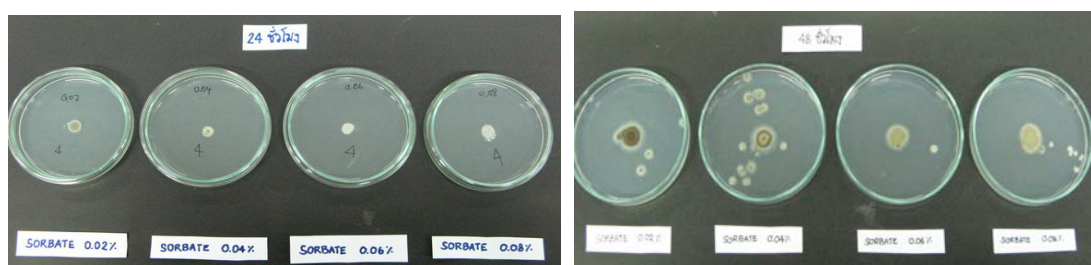
รูปที่ 4.35 ผลของเชื้อรา *Cladosporium* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



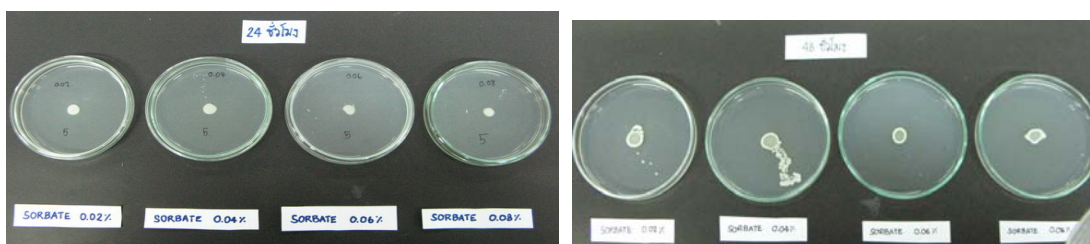
รูปที่ 4.36 ผลของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



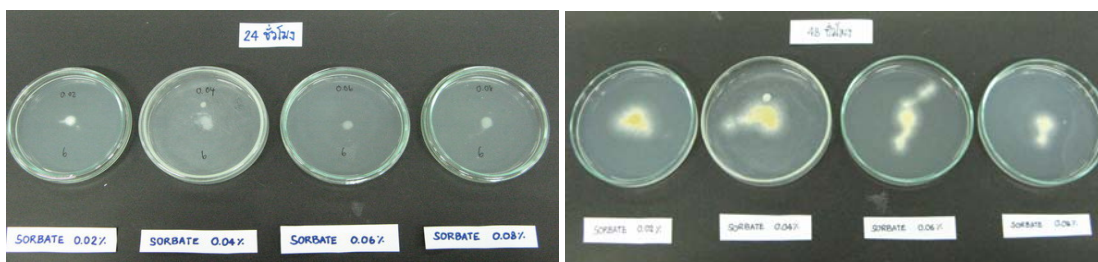
รูปที่ 4.37 ผลของเชื้อรา *Aspergillus* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



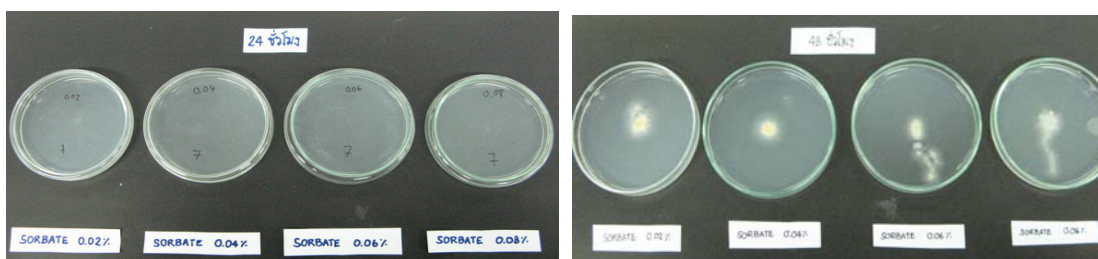
รูปที่ 4.38 ผลของเชื้อรา *Aspergillus japonicus* ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



รูปที่ 4.39 ผลของเชื้อรา *Penicillium* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



รูปที่ 4.40 ผลของเชื้อรา *Acromonium* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง



รูปที่ 4.41 ผลของเชื้อรา *Eurotium* sp. ที่เกิดขึ้นในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นที่ 0.02%, 0.04%, 0.06% และ 0.08% ที่ 24 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

จากการทดลองพบว่าเชื้อราทั้ง 7 ชนิดนี้ไม่ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตโดยโปตัสเซียมซอร์เบทเพียงอย่างเดียว เพราะสามารถพบเห็นเชื้อราเกิดขึ้นบนอาหารที่มีโปตัสเซียมซอร์เบททั้งความเข้มข้นที่ 0.02% จนถึง 0.08% แต่จะพบว่าเห็นว่ เมื่อ เวลาที่ 24 ชั่วโมง จะเริ่มเห็นความขุ่นของเชื้อรา *Aspergillus japonicus* มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วกว่าเชื้อราชนิดอื่นๆที่นำมาทดลอง และเชื้อรา *Eurotium* sp. มีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าเชื้อราชนิดอื่นๆที่นำมาทดลอง ดังนั้น หากอ่านผลในเวลา 48 ชั่วโมง จะไม่สามารถเห็นอัตราการเติบโตที่แตกต่างกัน ดังนั้น การทดลองนี้พบว่าโปตัสเซียมซอร์เบท สามารถชะลอการเติบโตของเชื้อราได้ในช่วงแรก แต่ถ้าหากปริมาณเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์มากขึ้นทำให้ ความสามารถของโปตัสเซียมซอร์เบทที่มีอยู่ในอาหารลดลงและไม่สามารถชะลอการเติบโตได้ ดังนั้นความเข้มข้นของโปตัสเซียมซอร์เบท มีผลต่อการชะลอการเติบโตของเชื้อราในช่วงแรกเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในการผลิตซอสหอยนางรมนี้ เราจะไม่

สามารถใช้ โปดัสเซียมซอร์เบทอย่างเดียวยังได้ จึงจะต้องหาวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ให้ลดลง ด้วยจึงได้มีการนำเชื้อราที่ได้ไปศึกษาเรื่องของอุณหภูมิและความเข้มข้นของโปดัสเซียมซอร์เบทที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อราเป็นเพราะ โปดัสเซียมซอร์เบทจัดเป็นสารกันบูดที่มี องค์ประกอบของกรดที่ไม่แตกตัวจะมีผลต่อต้านจุลินทรีย์ เพราะว่าสารประกอบของส่วนที่ไม่แตกตัว จะเคลื่อนผ่านผนังเนื้อเยื่อชนิดกึ่งยอมให้ผ่านของเซลล์จุลินทรีย์ และไปทำให้เกิดผลยับยั้งการสร้างเอนไซม์ภายในเซลล์ (ไพบูลย์, 2532)

โปดัสเซียมซอร์เบทจัดเป็นสารกันบูดชนิดหนึ่งจะไปชะงักปฏิกิริยาของเอนไซม์บางตัว หรือการสังเคราะห์เอนไซม์ในเซลล์จุลินทรีย์ ซึ่งยังมีผลให้ไปชะงักเอนไซม์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเมตาโบลิซึม หลัก ของเซลล์ หรือ การสังเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ เช่นการสังเคราะห์โปรตีนหรือการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก สารกันบูดอาจจะสามารถไปชะงักกิจกรรมต่างๆในเซลล์ร่างกายของมนุษย์ได้เช่นกัน แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าสารกันบูดที่มีผลต่อเอนไซม์ในเซลล์จุลินทรีย์จะมีอันตรายต่อมนุษย์หรือไม่ ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ใช้ประเมินผลดังกล่าวได้แก่ ความเข้มข้นของสารกันบูดที่ใช้ ซึ่งปกติพบว่า ปริมาณที่ใช้กับจุลินทรีย์มีค่าต่ำกว่าที่จะไปมีผลต่อมนุษย์ นอกเสียว่าสารกันบูดนั้นเป็นสารชนิดที่สามารถสะสมในร่างกายมนุษย์ได้ แต่สารกันบูดส่วนใหญ่ เช่น กรดซอร์บิกจะสลายตัวในร่างกายได้รวดเร็วและถูกขับออกจากร่างกาย จึงไม่มีผลตกค้างอยู่ในร่างกาย (Lueck, 1980)

4.7 ศึกษาผลของความร้อนกับความเข้มข้นของโปดัสเซียมซอร์เบท ที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อราที่พบ

ในการทดลอง นำเชื้อราทั้ง 7 ชนิด ผสมในอาหารเหลวที่มีโปดัสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน และ นำดัมที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และ ตรวจหาเชื้อรา (การเตรียมตัวอย่าง แนบใน ภาคผนวก ข.) โดยการดูอาหารเหลวที่มีการผสมเชื้อราและโปดัสเซียมซอร์เบท มาวิเคราะห์เชื้อทุก 15 นาที โดยทำ 3 ซ้ำ แสดงผลในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Cladosporium* sp. ในสารละลายที่มีโปรตีนเชื่อมซอร์เบทที่แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	4.0×10^7	4.0×10^7	4.0×10^7	4.0×10^7	4.0×10^7
15 นาที (1×10^2)	3000	<100	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Penicillium* sp. ในสารละลายที่มีโปรตีนเชื่อมซอร์เบทที่แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	2.75×10^7	2.75×10^7	2.75×10^7	2.75×10^7	2.75×10^7
15 นาที (1×10^2)	2600	150	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Aspergillus* sp. ในสารละลายที่มีโปรตีนเชื่อมซอร์เบทที่แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7
15 นาที (1×10^2)	3000	<100	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.12 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Aspergillus japonicus*. ในสารละลายที่มีโปดัสเซียมซอร์เบท ที่แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7
15 นาที (1×10^2)	2500	<100	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Penicillium* sp. ในสารละลายที่มีโปดัสเซียมซอร์เบทที่ แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	3.65×10^7	3.65×10^7	3.65×10^7	3.65×10^7	3.65×10^7
15 นาที (1×10^2)	25000	1625	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	3000	125	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.14 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Acremonium* sp. ในสารละลายที่มีโปดัสเซียมซอร์เบทที่ แตกต่างกันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

เวลา \ ความเข้มข้น	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	2.8×10^7	2.8×10^7	2.8×10^7	2.8×10^7	2.8×10^7
15 นาที (1×10^2)	250	<100	<100	<100	<100
30 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
45 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 นาที (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

ตารางที่ 4.15 แสดงปริมาณของเชื้อรา *Eurotium* sp. ในสารละลายที่มีโปดัสเซียมซอร์เบทที่แตกต่างกัน
 กันในการต้มที่ 100 องศาเซลเซียส เก็บมาวิเคราะห์ทุก 15 นาที

ความเข้มข้น เวลา	0% SB	0.02% SB	0.04% SB	0.06% SB	0.08% SB
	ปริมาณเชื้อรา cfu/ กรัม				
0 นาที (1×10^2)	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7	3.0×10^7
15 min (1×10^2)	600	<100	<100	<100	<100
30 min (1×10^2)	120	<100	<100	<100	<100
45 min (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100
60 min (1×10^2)	<100	<100	<100	<100	<100

จากผลการศึกษาพบว่าโปดัสเซียมซอร์เบทเพียงอย่างเดียว หรือ ใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถยับยั้ง เชื้อราทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Aspergillus japonicus*., *Penicillium* sp., *Acremonium* sp., และ *Eurotium* sp. เนื่องจาก การใช้อุณหภูมิในการฆ่าเชื้อเพียงอย่างเดียวจะได้ผลดีในช่วงแรกเท่านั้น จากการทดลองพบว่า สปอร์เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในอากาศไม่ว่าจะเป็น *Bacillus* sp. หรือ เชื้อรา สามารถกลับมาปนเปื้อนภายใน 7 วัน หลังการเปิดขวด ทำให้อายุการเก็บรักษาของซอสหอยนางรมเก็บไว้ได้ไม่นาน หรือหากใช้โปดัสเซียมซอร์เบทเพียงอย่างเดียวฤทธิ์ของโปดัสเซียมซอร์เบท ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมาจากระบวนการผลิตได้แต่อาจจะลดการเจริญแต่ไม่ยับยั้งเชื้อราที่มีการปนเปื้อนได้ แต่ถ้าหากจุลินทรีย์เริ่มต้นมีปริมาณที่สูงโดยเฉพาะเชื้อรา จะทำให้ฤทธิ์ของโปดัสเซียมซอร์เบทจะลดลง และไม่สามารถต้านทานการปนเปื้อนภายหลังได้ ทำให้การเก็บรักษาซอสหอยนางรมเก็บไว้ได้ไม่นาน แต่ถ้าหากใช้ปัจจัยต่างรวมกัน ทั้ง อุณหภูมิ เวลา และโปดัสเซียมซอร์เบท จะทำให้ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์และการเก็บรักษานานขึ้น โดยอุณหภูมิที่สูงมากกว่า 100 องศาเซลเซียส นาน มากกว่า 2 ชั่วโมง จะทำลายจุลินทรีย์และสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบและกระบวนการผลิตให้หมดไป และ โปดัสเซียมซอร์เบทจะช่วยชะลอการเกิดเชื้อราที่มีโอกาสปนเปื้อนจากอากาศหลังจากเปิดใช้ ทำให้อายุของซอสหอยนางรมอยู่นานมากขึ้น เป็นเพราะ การใช้โปดัสเซียมซอร์เบทซึ่งเป็นสารกันบูดชนิดหนึ่ง เมื่อใช้ร่วมกับความร้อน อุณหภูมิและเวลาที่ต้องการใช้สำหรับการทำลายจุลินทรีย์ในการแปรรูปที่เดิม สารกันบูดโดยวิธีการใช้ความร้อน จะพบว่าต้องการใช้น้อยกว่าตัวอย่างอาหารที่ไม่มีสารกันบูด จุลินทรีย์ในอาหารที่มีสารกันบูด จะถูกทำลายได้เร็วกว่าตัวอย่างอาหารที่ไม่มีสารกันบูดที่อุณหภูมิเดียวกัน (ไพบูลย์, 2532)

4.8 การประเมินขั้นตอนของ การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมใน กระบวนการผลิตน้ำมันหอย

นำผลการวิเคราะห์และมาตรการควบคุมมาพิจารณาหาจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมโดยใช้ Decision tree ช่วยในการตัดสินใจ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

Q1				Q2			Q3			Q4		
มีมาตรการป้องกันอันตรายที่ระบุไว้หรือไม่	ใช่	ไม่	Go to Q1 หยุด*	ขั้นตอนนี้ได้ออกแบบโดยเฉพาะเพื่อกำจัดหรือลดอันตรายที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือไม่	ใช่	CCP Go to Q3 ใช่	ใช่	ไม่	ใช่	ไม่	ใช่	หยุด*
จุดตรวจ	วัตถุประสงค์ / ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	อันตราย	อันตราย B/C/P	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย	อันตราย
13	ถังพักเพื่อเตรียมผสม		P	เศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		การผสมผ่านตะแกรงตะแกรง 60 mesh						
14	พลาสติกโพลีเอทิลีนที่เตรียมแล้ว		P	เศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
15	แป้งมันสำปะหลัง		B	Starch granules sp.		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			B	Starch granules sp.		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			B	Starch granules sp.		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			B	Starch granules sp.		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			B	Starch granules sp.		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			C	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
16	น้ำแข็งละลายกับน้ำ		B	น้ำแข็งที่ละลายกับน้ำ		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
			B	น้ำแข็งที่ละลายกับน้ำ		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
17	หัวฉีดชีว		C	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
18	ถังหัวฉีดชีว		-	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
19	เบรค		-	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
20	ถังน้ำพริกเบรค		-	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						
21	กลิ่น		C	ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง		ไม่พบการปนเปื้อนของเศษพลาสติกที่ติดกับผิวภายในถัง						

ตารางที่ 4.17 การกำหนดค่าวิกฤต การตรวจติดตาม ผลการแก้ไข

CCP no.	อันตราย / สาเหตุ หรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม (control measure)	ค่าวิกฤต (Critical Limit)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective action)
CCP 1	เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ที่ปนเปื้อนมา จากต้นพริกอื่น ๆ	1. ความร้อน และเวลาในการ การเดี่ยวรสหอยนางรม	1. อุณหภูมิ $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 2. เวลา นน > 2 ชั่วโมง	ตรวจสอบ : อุณหภูมิในการเดี่ยวรส กว่า 100 องศาเซลเซียส และไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง อย่างไร้ : ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่สอบเทียบ เรียบร้อยแล้ว เมื่อไป : ตั้งแต่ข้อสเริ่มต่อที่ 100 องศา เซลเซียส ตรวจสอบ : พนักงานที่ปฏิบัติงาน ณ จุด ปฏิบัติงาน บันทึก : แบบฟอร์มการบันทึกอุณหภูมิ บันทึก : แบบฟอร์มการบันทึกอุณหภูมิ การผลิต	สินค้า 1. หากพบว่ามีสารเคมีปนเปื้อน เชื้อจุลินทรีย์ในสภาพ ฐานในช่วงที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปให้ ทำลายทิ้ง 2. หากพบว่ามีสารเคมีปนเปื้อน เชื้อจุลินทรีย์ในสภาพ แต่อุณหภูมิไม่ถึง ให้เพิ่มความแรงของเตา หรือเปลี่ยนเตาใหม่ และตั้งเวลานอนต้น 3. ในกรณีที่สินค้าสำเร็จรูปพบว่า อุณหภูมิและเวลาไม่ได้ตามมาตรฐาน ให้ทำ การทำลายทิ้ง หรือ นำมาผลิตใหม่ แต่ทั้งนี้ ต้องระวังเรื่องคุณภาพของรสหอยนางรม ด้วย

จากการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมสำหรับกระบวนการผลิตซอสหอยนางรม โดยใช้คำถามจาก Decision tree สามารถกำหนดจุด CCP ได้ทั้งหมด 1 จุด ดังนี้

CCP 1 อุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ในขั้นตอนการกวนซอสหอยนางรม

การกำหนดค่าวิกฤต การตรวจติดตาม และการแก้ไข

ในขั้นตอนที่เป็นจุด CCP นำมากำหนดค่าวิกฤตสำหรับมาตรการป้องกันแต่ละอันตราย พร้อมทั้งศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจติดตามมาตรการป้องกันว่าสามารถควบคุมแต่ละอันตราย ในจุด CCP ให้อยู่ภายใต้ค่าวิกฤตที่กำหนด และศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ไข ในกรณีที่พบว่าผลจากการตรวจติดตามอาจเกิดการเบี่ยงเบนไปจากค่าวิกฤตที่กำหนด ผลดังแสดงในตารางที่ 4.17

นอกจากจุด CCP ที่ต้องมีการตรวจตามที่กำหนด ระบบการจัดการด้าน GMP บางจุดก็ต้องมีความเข้มงวดเช่นกัน เรียกว่า operational prerequisite program(OPRP) ในแต่ละ OPRP อธิบายในตารางที่ 4.18 เช่น

OPRP1 ขั้นตอนการซั่งสาร ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ต้องการควบคุมผู้ปฏิบัติงาน ณ จุดซั่งสารกันบูดเป็นพิเศษ หาก ถ้าผู้ซั่งสารไม่ได้รับการอบรม อาจทำให้เกิดการซั่งปริมาณสารที่เกินจากมาตรฐานกำหนด หรือ หากใส่ปริมาณที่น้อยเกินไปจะมีผลต่อคุณภาพของซอสหอยนางรม

OPRP2 ขั้นตอนการใช้ตะแกรงเพื่อกรองเศษที่ปนเปื้อนมาจากวัตถุดิบ หรือ ภาชนะ โดยที่ตะแกรงมีขนาด รู 60 mesh ดังนั้นถ้าสิ่งปลอมปนที่จะต้องไม่ผ่านตะแกรง หาก ตะแกรงเกิดชำรุดทำให้สิ่งปลอมปนสามารถผ่านรอยชำรุดและปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์ สิ่งปลอมปนอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ดี ตะแกรงนี้จำเป็นต้องตรวจทุกครั้งหลังจากการกรอง เนื่องจาก หาก มีชิ้นส่วนใดของตะแกรงหลุดปนเปื้อนไปกับซอส ถือว่า ซอสมีการปนเปื้อนของโลหะ จะต้องมีการจัดการกับผลิตภัณฑ์ เช่น นำไปกรองใหม่ หรือ ทิ้ง

OPRP3 โลหะหนักที่ปนเปื้อนมาจาก วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งควบคุมจาก ใบวิเคราะห์วัตถุดิบจากผู้ขาย และ ผลการตรวจติดตาม ที่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

OPRP 4 เศษแก้วในช่วงขั้นตอนการล้างขวดแก้ว และ บรรจุขวดแก้ว จุดนี้ต้องระวังเรื่องเศษแก้วที่อาจจะปนเปื้อนในขณะที่ล้างขวด และมีเศษแก้วเล็กหลุดเข้าไปในขวด ดังนั้นหากพบว่ามี การแตกของขวดในถังที่ล้าง ให้ทำการล้างขวดทั้งหมดในถังใบนั้นอีกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีเศษแก้วในการปนเปื้อน

ตารางที่ 4.18 การกำหนดมาตรการควบคุมของ Operational PRP

OPRP no.	อันตราย / สาเหตุ หรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม (control measure)	ตัวชี้วัด (Critical limit)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective action)
OPRP1	ปริมาณไปตัสเชื่อมอาร์เบตเตน ผิดมาตรฐาน	1. โปรแกรมการมีคอมพิวเตอร์ที่บันทึกข้อมูลการชั่งสาร 2. การทวนสอบบันทึกการปริมาตรการใช้ฟ่อน	ห้ามเกิน 1000 g/gm (มีสถิติเริ่มต้นที่ 1000 g/gm)	ตรวจสอบ : วัตถุประสงค์ของพนักงานที่จุดชั่งน้ำหนัก อย่างไร้ : จัดให้มีการฝึกอบรมและวัดผล : ทบทวนปริมาณการใช้ในแต่ละวัน เมื่อไร : เมื่อเปลี่ยนพนักงานใหม่ หรือ ทบทวนอย่างน้อยปีครึ่ง ตรวจสอบ : หัวหน้างาน บันทึก : แบบฟอร์มการบันทึกการใช้สาร	สินค้า 1. หากพบว่ามีการเพิ่มไปตัสเชื่อมอาร์เบตเตนมาหาฐานในช่วงที่เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับเรือรูปให้ทำลายทิ้ง 2. ในกรณีที่เพิ่มสินค้าสำเร็จรูปแต่พบว่าอุณหภูมิและเวลาไม่ได้ตามมาตรฐานให้ทำการทำลายทิ้ง หรือนำมาผลิตใหม่ แต่ทั้งนี้ต้องระวังเรื่องคุณภาพของวัสดุของแรงแรง
OPRP2	เคมีโลหะที่เชื่อมการชำรุดของตะแกรงกรอง	1. ต้องตรวจสอบสภาพของตะแกรงทุกครั้งก่อนใช้และหลังใช้	ต้องไม่ชำรุด (defect = 0)	ตรวจสอบ : สภาพของตะแกรงต้องไม่ชำรุด อย่างไร้ : ใช้สายพานในการตรวจสอบ เมื่อไร : ทุกครั้งก่อนใช้และหลังใช้ ตรวจสอบ : พนักงานที่ปฏิบัติงาน ณ จุดปฏิบัติงาน บันทึก : แบบฟอร์มการบันทึกการตรวจสอบตะแกรง	สินค้า 1. หากพบว่ามีการชำรุดของตะแกรงให้ทำการกรองผ่านตะแกรงตัวใหม่และหาตะแกรงที่ชำรุดมาเปลี่ยน 2. หากพบการบดขยี้ของวัสดุตัวให้ที่แล้ว ผู้บริหารจะต้องพิจารณาความเสี่ยงสินค้าตัวเอาไปทำลาย

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

OPRP no.	อันตราย / สาเหตุ หรือ แหล่งที่มาของอันตราย	มาตรการควบคุม (control measure)	ค่าวิกฤต (Critical limit)	การตรวจติดตาม (Monitoring)	การแก้ไข (Corrective action)
OPRP3	โลหะหนัก เช่น ปรีท, อะกัว สารหนู	ให้ตรวจสอบในใบ COA ทุกครั้งที่มีการรับวัตถุดิบเข้ามา	ค่าจะต้องไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ตามประกาศกระทรวง	ตรวจสอบ: ปริมาณสารโลหะหนักบนเบือน อย่างไร้: ออกจาก COA เมื่อไร: ทุกครั้งที่วัตถุดิบเข้ามา ตรวจสอบโดย: พนักงานที่ปฏิบัติงาน ณ จุดปฏิบัติงาน บันทึก: แบบฟอร์มการบันทึกการตรวจรับวัตถุดิบ	สินค้า 1. หากพบว่ามีความเกินกว่ามาตรฐานให้ทำการคืนสินค้า
OPRP4	เศษแก้วที่ปนเปื้อนจากการล้างขวดแก้ว	1. ทำการล้างและตรวจสอบ 100% ก่อนการใช้งาน	ต้องไม่ชำรุด (defect = 0)	ตรวจสอบ: ทั่วแล้ว อย่างไร้: ใช้สายตา เมื่อไร: ทุกครั้งก่อนการรองของสิ่งของ ตรวจสอบโดย: พนักงานที่ปฏิบัติงาน ณ จุดปฏิบัติงาน บันทึก: แบบฟอร์มการบันทึกการตรวจสอบขวดแก้วก่อนการใช้งาน	สินค้า 1. หากพบว่ามีการแตกของขวดขณะล้างให้ทำการเปลี่ยน และ สิ่งของในอ่างนั้นใหม่ 100%

และในกระบวนการวิเคราะห์อันตรายต้องมีการทวนสอบระบบ (Verification) ดังนั้น จะต้องจัดตั้งทีมเพื่อทำการทบทวนคุณภาพภายใน เพื่อให้มั่นใจว่า เรามีการจัดการด้านคุณภาพเป็นอย่างดี โดยปฏิบัติตามทวนสอบระบบตามตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แผนการทวนสอบ

กิจกรรมทวนสอบ	วิธีการ	ความถี่	ผู้รับผิดชอบ	บันทึก
1. GMP audit	GMP checklist	ทุกเดือน	หัวหน้างาน	GMP audit report
2. การตรวจติดตามคุณภาพภายใน	ตรวจประเมิน (audit)	ทุก 3 เดือน	ผู้จัดการ	Audit report
3. การทบทวนคุณภาพภายใน	ประชุม ทบทวน	ทุก 3 เดือน	ผู้จัดการ	บันทึกการทบทวน
4. การตรวจผลิตภัณฑ์สุดท้าย	ส่งกรมวิทยาศาสตร์บริการ	ทุก วัน การผลิต	ผู้จัดการ	ผลการตรวจ
5. การสอบเทียบอุปกรณ์วัดที่จุด CCP 5.1 เทอร์มิเตอร์	สอบเทียบ	ทุกปี	ผู้จัดการ	รายงานการสอบเทียบ
5.2 นาฬิกา	สอบเทียบ	ทุกปี	ผู้จัดการ	รายงานบันทึกการสอบเทียบ
5.2 ตาชั่ง	สอบเทียบ	ทุกปี	ผู้จัดการ	รายงานการสอบเทียบ