

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

“การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว”

“Reduction of Microorganism in Rice Soak”

โดย

นางสาววันสนัญ อยู่รักชาติ

B4050735

นางสาวยุติกา สร้อยระย้า

B4051046

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 305499 สหกิจศึกษา

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 19 เมษายน 2544

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรื่อง

การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว

Reduction of Microorganism in Rice soak

โดย

นางสาวนันทน์ญ์ อยู่รักชาติ

B4050735

นางสาวยุธิกา สร้อยระย้า

B4051046

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด

สถานที่ตั้ง 89 หมู่ 3 ถนนสีคิ้ว-ชัยภูมิ ตำบลวังโรงใหญ่

อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

จดหมายนำส่ง

วันที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2544

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร อ.ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก

ตามที่ข้าพเจ้า นางสาวนัสสน์ อยู่รักษาติ และนางสาวอุฎิภา ศรีอริยะชา นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 25 ธันวาคม 2543 ถึง 12 เมษายน 2544 ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ณ บริษัท เซนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Job Supervisor ให้ทำรายงานเรื่อง การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการนึ่งข้าว (Reduction of Microorganism in Rice soak)

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงส่งรายงานส่วนดังกล่าวมาพร้อมนี้ จำนวน 1 เล่ม เพื่อรับค่าปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

คณะผู้จัดทำ

19 เม.ย. 2544

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 25 ธันวาคม 2543 ถึง 12 เมษายน 2544 ส่งผลให้ข้าพเจ้ามีความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณภาณุพงศ์ กิตติวงษ์วิวัฒน์ ผู้จัดการบริษัทฯ ที่เห็นความสำคัญของระบบการศึกษาแบบสหกิจศึกษา และให้โอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า
2. คุณเสราพร วงศ์สาทรกิจ ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็น Job Supervisor ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทดลองและการทำรายงาน
3. อาจารย์กนกกร อินทรพิเชษฐ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ซึ่งเป็นผู้มานิเทศการปฏิบัติสหกิจศึกษา และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวางแผนและหลักการทำงานที่ดี
4. อาจารย์ปิยะวรรณ กาสลัก อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ซึ่งให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการตรวจแก้จุดบกพร่อง
5. คุณเสินชัย อยู่อาศรม ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายโรงงาน และ คุณเกรกซ์ เงื่อนกลาง หัวหน้าฝ่ายผลิต ผู้ให้ข้อมูลด้านการผลิต
6. คุณสรินชาพร เดียงไธสง หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ และ คุณลักขณา วิบูลพรชัย เจ้าหน้าที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพ ผู้ให้คำปรึกษาในการทำรายงาน และข้อเสนอแนะแนวทางในการทำการทดลอง และบุคลากรอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้ประสบการณ์ในการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

19 เมษายน 2544

บทคัดย่อ

บริษัท เบนเนอรด์ ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด เป็นบริษัทฯ ผลิตแป้งข้าว ซึ่งมีทั้งหมด 3 ชนิด คือ แป้งข้าวเหนียว, แป้งข้าวเจ้า, แป้งผสม ซึ่งจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เบนเนอรด์ ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในแผนกควบคุมคุณภาพ และได้ทำการศึกษาในเรื่อง ปริมาณของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตทั้งหมด และได้รับมอบหมายโครงการเรื่อง การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว เพื่อหาวิธีการทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร, สภาพะการแช่ข้าวที่เหมาะสม, ความเข้มข้นที่เหมาะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการล้างข้าว นอกจากนี้ยังนำเสนอปัญหาและการปรับปรุงการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการสำหรับการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานในครั้งต่อไป

ในการปฏิบัติงานดังกล่าวข้างต้น ทำให้ข้าพเจ้าได้ทราบถึงวิธีการทำความสะอาด, สภาพะการแช่ข้าวและความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมต่อกระบวนการแช่ข้าว และสามารถเป็นแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น



สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่ง	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบัญ	ง-จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทนำ	ซ
โครงสร้างการจัดหน่วยงานของบริษัทฯ	ฌ
วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	ญ
แผนการปฏิบัติงาน	ฎ
ทฤษฎี	
- สถานที่ประกอบการ: การซ่อมบำรุงและการสุขาภิบาลโรงงาน	1
- เป้าหมายของการทำความสะอาด	2
- ประเภทของสารทำความสะอาด	2
- คุณสมบัติของสารทำความสะอาด	3
- ชนิดของสารฆ่าเชื้อ	6
- ลักษณะส่วนบุคคล	7
การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว	
- วิธีการทดลอง	10-11
- ผลการทดลอง	12-14
- สรุป	14-15
การเปรียบเทียบระบบการแช่ข้าว	
- วิธีการทดลอง	16
- ผลการทดลอง	17
- สรุป	18
การลดปริมาณจุลินทรีย์ในระบบแช่ข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์(H_2O_2)ในกระบวนการผลิตจริง	
- วิธีการทดลอง	19
- ผลการทดลอง	20-21
- สรุป	22

	หน้า
ข้อเสนอแนะและสรุปผลการปฏิบัติงาน	23
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก ก	25
ภาคผนวก ข	46



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิต	12-14
ตารางที่ 2 ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในระบบการแช่ข้าว	17
ตารางที่ 3 ผลการทดลองล้างข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการผลิตจริง	20
ตารางที่ 4 ผลการลดเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว	21
ภาคผนวก ก	
ตารางที่ 1 ลักษณะการใช้ทั่วไปของสารทำความสะอาดชนิดที่เป็นเบส	
และการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการเป็นอิมัลชัน เป็นสารทำความสะอาด และการกัดกร่อน	27
ตารางที่ 2 คุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้น	29-30
ตารางที่ 3 การแยกประเภทและลักษณะของแหล่งที่ใช้สบูทำความสะอาดในอุตสาหกรรม	31
ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบสาร chloramine T กับ โซเดียมไฮโปคลอไรท์	40
ตารางที่ 5 สารประกอบที่เป็นอันตราย	42
ตารางที่ 6 พื้นที่หรือสภาวะที่แนะนำให้ใช้สารฆ่าเชื้อ	44-45

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 กราฟการเปรียบเทียบระบบแช่ข้าว	18
รูปที่ 2 กราฟการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	22
ภาคผนวก ข	
รูปที่ 1 ถอดโคปิแปลต	46
รูปที่ 2 – 6 การใช้ออโตปีแปลต	47
รูปที่ 7 ทิศทางการจำลองในตู้ปลอดเชื้อขนาดเครื่องรุ่น 120 ซม. และ 90 ซม.	49
รูปที่ 8 แสดงปฏิกิริยาการทำงานของตู้ความชื้นแห้ง	51



บทนำ

ประวัติความเป็นมาของบริษัทฯ

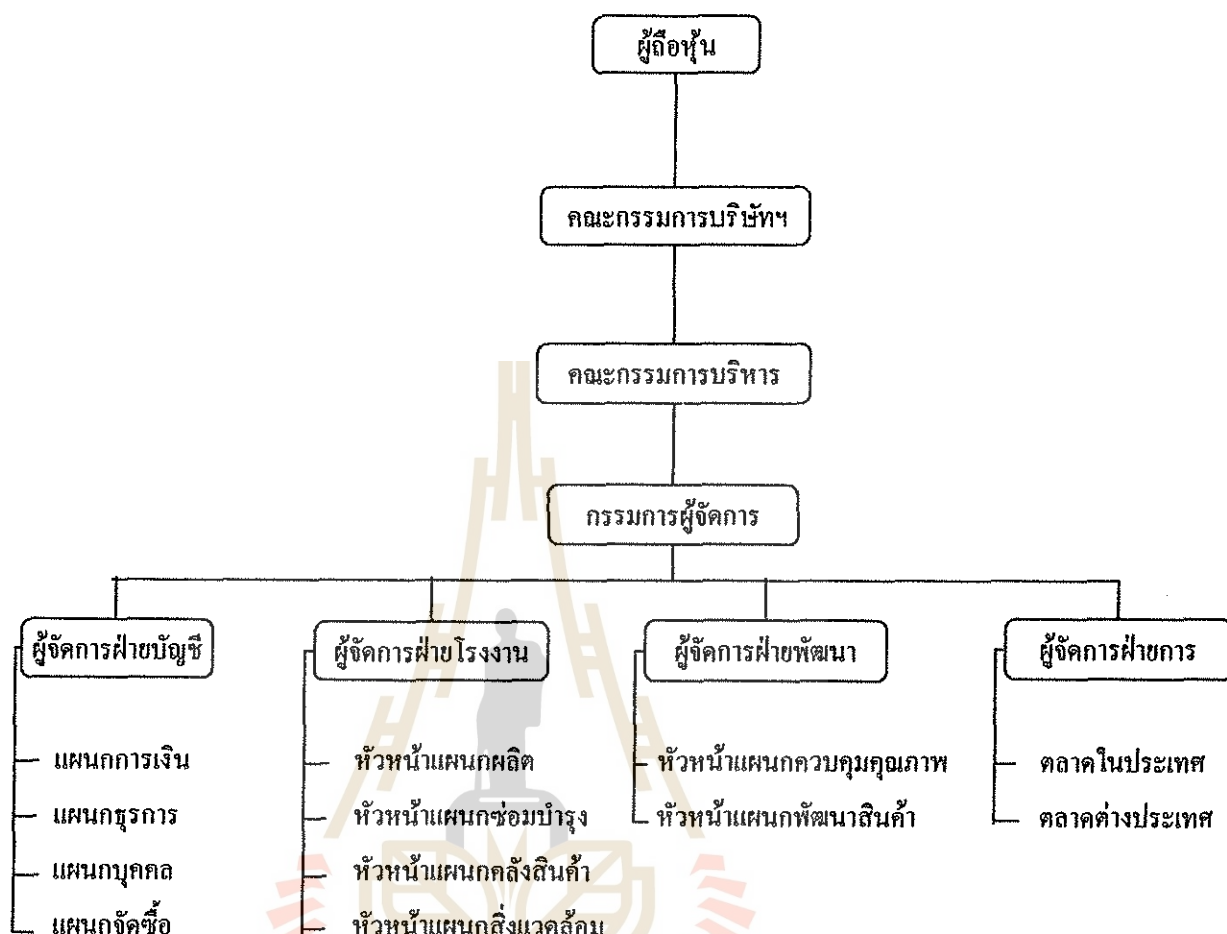
บริษัท เชนเนอร์ล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ได้เริ่มก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2539 และได้เปิดทำการเมื่อเดือน กันยายน พ.ศ. 2540 สถานที่ตั้งบริษัทฯ ตั้งอยู่ที่ 89 หมู่ 3 ต.วังโรงใหญ่ อ. สีคิ้ว จ. นครราชสีมา โดยได้เปิดโรงงานแห่งแรก บนเนื้อที่ 28 ไร่ 34 ตารางวา ประกอบไปด้วยอาคารสำนักงาน 2 ชั้น และตัวโรงงานติดกัน มีการเดินเครื่องจักร ตลอด 24 ชั่วโมง และมีกำลังการผลิตประมาณ 760 แร่งน้ำ ปัจจุบันมีจำนวนพนักงานทั้งหมด 140 คน แบ่งการทำงานออกเป็น 3กะ คือ กะเช้า ทำงานตั้งแต่เวลา 07.00-16.00 น. กะบ่าย ทำงานตั้งแต่เวลา 15.00-24.00 น. และกะดึก ทำงานตั้งแต่เวลา 23.00-08.00 น. โดยสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันกะละ 1 สัปดาห์ และมีวันหยุด 1 วันต่อสัปดาห์ ส่วนพนักงานทั่วไปทำงานปกติ คือทำงานตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. และหยุดวันอาทิตย์

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บริษัทฯ ทำการผลิตได้แก่

1. แป้งข้าวเจ้า
2. แป้งข้าวเหนียว
3. แป้งผสม

ทางบริษัทฯ ได้พัฒนากระบวนการผลิต โดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและทันสมัย มีการขยายกำลังการผลิตให้มากขึ้น และทางบริษัทฯ มีแผนการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ทำการพัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และพัฒนาความรู้ของพนักงานให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โครงสร้างการจัดหน่วยงานของบริษัทฯ



วัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการปฏิบัติงานของบุคลากรของบริษัท เชนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด
2. เพื่อศึกษาการทำงานในบริษัทฯ ที่กำลังเข้าสู่ระบบ GMPs
3. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตแป้งข้าวของบริษัทฯ
4. เพื่อศึกษาวิธีการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งข้าวของบริษัทฯ
5. เพื่อทวนสอบผลการทดลองของนักศึกษาสหกิจศึกษาภาคการศึกษาที่ 2/2543 เรื่อง การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตแป้งข้าว
6. เพื่อศึกษาวิธีการในการลดเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว
7. เพื่อนำประสบการณ์การทำงานในบริษัทฯ ไปปรับปรุงและพัฒนาทักษะในการทำงานต่อไป



แผนการปฏิบัติงาน

รายการ	มกราคม					กุมภาพันธ์					มีนาคม					เมษายน				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ศึกษาขั้นตอนการผลิตภายในโรงงาน	↔	→																		
กำหนดจุดตรวจสอบตรวจสอบเชื้อ และทำการตรวจสอบ			↔	→																
วิเคราะห์ผลที่ได้					↔	→														
นำเสนอผลการตรวจสอบให้ฝ่ายโรงงานพิจารณา						↔	→													
จัดหาวิธีแก้ไข							↔	→												
ทดลองและตรวจสอบผลการทดลอง								↔	→											
สรุปผลการทดลอง											↔	→								
นำเสนอวิธีการจัดการให้ฝ่ายโรงงานพิจารณาเพื่อลงความเห็น											↔	→								
นำไปทดลองจริงในโรงงานตรวจสอบติดตามผล												↔	→							
วิเคราะห์ผลที่ได้สรุป และจัดทำรายงาน														↔	→					
ส่งรายงานครั้งที่ 1 และแก้ไขปรับปรุง																↔	→			
ส่งรายงาน 2 ฉบับ และประเมินผล																	↔	→		

สถานที่ประกอบการ: การซ่อมบำรุงและการสุขาภิบาลโรงงาน (Maintenance and Sanitation)

1. บทนำ

ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของโรงงานผลิตอาหาร คือ การดูแลรักษาเครื่องมือ เครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดี เพื่อการปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ และถูกสุขลักษณะ เป็นการสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความบกพร่องของเครื่องจักร การดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องใช้ยังผลให้ยืดอายุการใช้งานเครื่องมือ เครื่องใช้

การทำความสะอาดเป็นการกำจัดเศษอาหาร และสิ่งสกปรกที่มีโอกาสปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์อาหาร

วิธีทำความสะอาดและสารที่ใช้ในการทำทำความสะอาดจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร ชนิดของวัสดุที่เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ และชนิดของสารเคมีที่เหมาะสมในการทำทำความสะอาด การฆ่าเชื้อเป็นสิ่งจำเป็นในอุตสาหกรรมอาหาร ที่ต้องปฏิบัติหลังการทำทำความสะอาดแล้ว เพื่อขจัดจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อาจหลงเหลือติดอยู่ตามภาชนะ วัสดุอุปกรณ์ บริเวณที่ผลิตอาหาร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการผลิต และผลิตภัณฑ์ของโรงงานอาหาร

การควบคุมสัตว์พาหนะนำเชื้อ เป็นสิ่งจำเป็นในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ทั้งในรูปภาพพจน์ของโรงงาน และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนกับผลิตภัณฑ์อาหาร

การควบคุมกำจัดของเสีย เพื่อทำลายวัสดุของเหลือใช้ที่ต้องกำจัด ออกจากบริเวณโรงงานที่ผลิตให้หมด โดยมีวิธีกำจัดที่ถูกต้อง และประหยัด

การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบสุขาภิบาล เพื่อเป็นการแน่ใจว่าโรงงานได้ปฏิบัติอย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ เพื่อบรรลุการปฏิบัติตามสุขลักษณะที่ดี

2. การซ่อมบำรุง ดูแลรักษา

ดูแลรักษาอาคาร สถานที่ เครื่องจักร อุปกรณ์ ให้อยู่ในสภาพการทำงานที่ดี และถูกสุขลักษณะ โดย

- เหมาะสมและสอดคล้องกับสุขลักษณะ และการสุขาภิบาล
- เพื่อให้ทำงานได้ตามต้องการ โดยเฉพาะจุดวิกฤต
- ควบคุมไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่อาหาร เช่น ชิ้นส่วนเครื่องจักร สีที่หลุดล่อน น้ำมันหล่อลื่น

โรงงานอุตสาหกรรมอาหารควรมีแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักร และอุปกรณ์ การผลิต ซึ่งต้องทำอย่างชัดเจน โดยฝ่ายวิศวกรรมควรจัดทำแผนการซ่อมบำรุง โดยมีการจดทะเบียนรายการเครื่องจักร กำหนดการบำรุงรักษา กำหนดการเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานต่าง ๆ เช่น ไซ้ สายพาน ทั้งนี้ควรมีบัญชีอุปกรณ์ อะไหล่ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่เสี่ยงง่ายเสียบ่อย ไว้ใช้ยามฉุกเฉิน มีการจัดทำคู่มือการซ่อมบำรุง การดำเนินการให้ชัดเจน เพื่อปฏิบัติได้ทันทีเมื่อมีปัญหาเครื่องขัดข้อง ทั้งควรมีการจัดทำทะเบียนบันทึกประวัติ การซ่อมบำรุง เพื่อหาทางป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อย ๆ

3. การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ

3.1 การทำความสะอาด

แยกเป็น 3 วิธีหลัก

- วิธีทางกล (Physical): การขัดถู, turbulent flow
- ใช้สารเคมี (Chemical): การทำความสะอาด กรด ด่าง

- ใช้ทั้ง 2 วิธีรวมกัน

การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อ เป็นกระบวนการที่สำคัญสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร การทำความสะอาดเป็นการลดความเสี่ยงอันเกิดจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักร ทำให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทำความสะอาดแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการทำ โดยทั่วไปการทำความสะอาดเน้นทางกายภาพ ซึ่งเป็นการขจัดป้องกันการปนเปื้อนทางกายภาพแล้ว ประเด็นสำคัญจะต้องขจัดสิ่งปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เป้าหมายของการทำความสะอาด

1. **สร้างสุขลักษณะ** นับเป็นเป้าหมายหลักของการทำความสะอาดเป็นการกำจัดสิ่งสกปรก ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค ที่อาจจะปนเปื้อนสู่อาหารได้
2. **ความปลอดภัย** การทำความสะอาดเป็นการป้องกันมิให้เกิดอุบัติเหตุจากสาเหตุต่าง ๆ ได้ เช่น การลื่นหกล้ม
3. **ประสิทธิภาพในการทำงาน** สถานที่ผลิตอาหารสะอาดทำให้พนักงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างแรงจูงใจในการทำงาน และความสัมพันธ์อันดีของลูกจ้างกับนายจ้าง
4. **เป็นการสร้างความพึงพอใจ** ความปลอดภัย สร้างบรรยากาศให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน และลูกค้า
5. **ทำให้ลูกค้ามีความรู้สึกดีต่อโรงงาน**
6. **การกำจัดจุลินทรีย์** เป็นผลในการลดความเสี่ยงต่อการเน่าเสีย และความเป็นพิษของอาหาร
7. **การขจัดสิ่งสกปรก** จะเป็นการลดปัญหาสัตว์ทำลาย และสัตว์พาหะนำโรคต่าง ๆ ซึ่งเป็นการป้องกัน การทำลายของสัตว์ทำลายในเบื้องต้น
8. **เป็นการลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนจากสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ**
9. **ป้องกันความเสียหาย และลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องใช้**

ประเภทของสารทำความสะอาด

1. ด่าง (Alkalies and Alkaline Salts)

- 1.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (caustic soda) เป็นสารที่มีราคาถูก มีฤทธิ์กัดกร่อนมาก เป็นอันตรายต่อผู้ใช้
- 1.2 โซเดียมเมตาซิลิเกตเป็นสารทำความสะอาดที่ดี ไม่กัดกร่อนโลหะ แต่ไม่ควรใช้กับน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 70°C จะเกิดการสลายตัว
- 1.3 โซเดียมคาร์บอเนต (Soda ash) เป็นสารทำความสะอาดที่ไม่ดีนัก แต่มีราคาถูก กัดกร่อนอะลูมิเนียม และเหล็ก

2. กรด (Acid)

กรดที่ใช้ ได้แก่ Phosphoric acid, sulphamic acid และ sodium bisulphate เป็นกรดที่ใช้แพร่หลายในสารทำความสะอาดในอุตสาหกรรมอาหาร กรดจะเป็นตัวช่วยขจัดคราบที่เกิดจากสารประกอบอินทรีย์ (organic mineral complexes) ซึ่งล้างไม่สามารถจะล้างออกได้ ในทางปฏิบัติหากทราบสกปรกเป็นไขมัน หรือโปรตีนควร

ล้างด้วยสารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นด่างเสียก่อนจะล้างทำความสะอาดด้วยกรด การใช้กรดทำความสะอาดจะต้องระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากมีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะสูง

3. Surface - active agents

สารนี้ใช้เพื่อทำหน้าที่เป็น wetting, emulsifying และ penetrating agents สารชนิดนี้ช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดออกได้ง่ายขึ้น ทำให้สารทำความสะอาดแทรกซึมบนพื้นผิวที่ต้องการทำความสะอาดได้ง่ายขึ้น ความสกปรกต่าง ๆ จะละลายออกได้ดี

3.1 Anionic surface - active agents สารนี้จะละลายตัวให้อนุภาคที่มีประจุลบ (Negative charged surface - active ion) ตัวอย่างสารนี้คือ Alkyl - Aryl - sulphonates

3.2 Nonionic surface - active agents สารนี้จะละลายตัวโดยไม่ให้อนุภาคทั้งประจุลบและประจุบวก สารนี้จะไม่เกิดผลกระทบที่เกิดจากน้ำกระด้าง หรือเกลือของโลหะหนักต่าง ๆ (heavy metal salts) สารนี้ได้แก่ fatty acid ethoxylates

3.3 Cationic surface - active agents สารนี้จะละลายตัวให้อนุภาคที่มีประจุบวกเป็นหลักเป็นตัวช่วยทำหน้าที่ป้องกันจุลินทรีย์มากกว่าทำหน้าที่เป็นสารทำความสะอาด

คุณสมบัติของสารทำความสะอาด

การเลือกสารที่ใช้ในการทำความสะอาดโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร จะต้องพิจารณาคุณสมบัติของสารทำความสะอาด เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของสิ่งสกปรก ชนิดหรือวัสดุที่เป็นเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรที่จะทำความสะอาด อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการทำความสะอาด โดยทั่วไปคุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่เหมาะสม คือ

- ละลายได้หมดและรวดเร็ว
- ทำให้น้ำอยู่ในสภาพเป็นน้ำอ่อน
- ไม่กัดกร่อน
- ไม่เป็นพิษ
- มีความคงตัวดี
- ล้างออกง่าย
- ช่วยไม่ให้สิ่งสกปรกที่หลุดออกมานั้นตกตะกอนติดกับเครื่องมืออีก
- ทำให้ไขมันแตกตัวดี
- ละลายสิ่งสกปรกได้ดี

การใช้สารเคมีในการทำความสะอาด จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีหลายชนิดรวมกัน เนื่องจากไม่มีสารเคมีตัวใดที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามที่กล่าวมาแล้ว

ขั้นตอนการทำความสะอาด 6 ขั้นตอน

1. **Pre - clean** เป็นการกวาดสิ่งสกปรกที่ติดบนพื้นผิวอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ และล้างทำความสะอาด
2. **Main clean** เป็นการทำความสะอาดขั้นที่ 2 โดยใช้สาร detergent และน้ำ ในการชำระล้างสิ่งสกปรกที่เกาะติดแน่นบนผิวของอุปกรณ์ ในขั้นนี้อาจมีเครื่องมือช่วยในการทำความสะอาด คือ แปรงช่วยในการขัดถู
3. **Intermediate rinse** การล้างด้วยน้ำ เพื่อขจัดสิ่งสกปรก และ detergent
4. **Disinfection** เป็นการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้
5. **Final rinse** เป็นการใช้น้ำทำความสะอาดล้างขจัดสารฆ่าเชื้อ
6. **Drying** เป็นการทำให้แห้ง โดยอาจใช้ air drying หรือใช้ผ้าสะอาดซึ่งขึ้นกับความเหมาะสม

ประสิทธิภาพของ Detergents

ประสิทธิภาพของ detergents จะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. มีประสิทธิภาพในการละลาย
2. มีประสิทธิภาพเป็น sequestering agents
3. มีประสิทธิภาพเป็น wetting agents
4. มีประสิทธิภาพเป็น buffer

ประสิทธิภาพในการละลาย

ประสิทธิภาพในการละลายส่วนใหญ่ขึ้นกับ active alkalinity ของ detergent ความเข้มข้นของ Na_2O ที่แนะนำให้ใช้ในการทำความสะอาดโรงงานอาหารกระป๋องมีดังต่อไปนี้คือ

ก. สำหรับการล้างทั่ว ๆ ไป ซึ่งต้องอาศัยเครื่องมือช่วยด้วยนั้น ควรใช้ detergent ซึ่ง Na_2O อยู่ 500 - 900 ส่วนในล้านส่วน ซึ่ง detergent ที่มี Na_2O ในความเข้มข้นสูงเท่านี้จะให้ความเป็นด่างปานกลาง ส่วนการล้างซึ่งต้องอาศัยมือจับต้องอยู่เป็นเวลานาน ควรใช้ detergent ที่มี Na_2O 300 ส่วนในล้านส่วน หรือต่ำกว่า

ข. ส่วนการล้างชนิดที่ไม่ต้องอาศัยมือช่วย เช่นการล้างแบบ CIP นั้น ควรจะใช้ detergent ที่มี Na_2O 1,000 - 1,500 ส่วนในล้านส่วน

ค. ส่วนการล้างในที่ซึ่งสกปรกมากนั้น ควรใช้ detergent ที่มี Na_2O 2,000 - 3,000 ส่วนในล้านส่วน

Active alkalinity ของ detergent นั้นเกิดจากส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ใน detergents

Sodium hydroxide (caustic soda) เป็นด่างซึ่งแรงและมีราคาถูก แต่ไม่มีคุณสมบัติเป็น buffer มีความกัดกร่อนสูงต่อพื้นผิวของเครื่องมือ และผิวหนัง ทำให้เกิดการตกตะกอนในน้ำกระด้าง ฉะนั้นจึงไม่ค่อยใช้สารประกอบชนิดนี้เพียงอย่างเดียวใน detergent

Sodium orthosilicate เป็นสารประกอบของ sodium hydroxide และ silica ไม่มีคุณสมบัติเป็น buffer แต่มีคุณสมบัติในด้านอื่นของการเป็น detergent ดีกว่า sodium hydroxide

การใช้ sodium silicate นั้นจะต้องระมัดระวังอย่างดี เพราะมีคุณสมบัติในการกัดกร่อนเครื่องมือและระบายแข็งต่อผิวหนังด้วย

Sodium sesquisilicate มีประสิทธิภาพในการเป็น detergent ใกล้เคียงกับ sodium metasilicate และมีคุณสมบัติเป็น buffer ที่ดีพอสมควร

Sodium metasilicate เป็นสารประกอบที่นิยมใช้กันมากใน detergent ประเภทที่เป็นด่างปานกลาง สำหรับล้างโรงงานอาหารกระป๋อง ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่า sodium hydroxide และ sodium carbonate แต่มีคุณสมบัติในการเป็น detergent ได้ดีกว่า มีคุณสมบัติเป็น buffer ที่ดี ทำให้น้ำกระด้างตกตะกอนน้อยกว่า มีความสามารถในการแทรกซึมมากกว่า และช่วยให้การทำให้สิ่งสกปรกหลุดออกมาได้มากกว่า ปรกติพวกสารประกอบ silicate นั้นจะมีการกัดกร่อนน้อยกว่า sodium hydroxide และ sodium carbonate ซึ่งความสามารถในการกัดกร่อนนั้นจะขึ้นอยู่กับความเป็นด่างของ detergent

Sodium carbonate (soda ash) มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับ sodium hydroxide หลายอย่าง แต่มีความเป็นด่างอ่อนกว่า มีความกัดกร่อนน้อยกว่าเป็น buffer ที่ดีมีราคาถูกจึงนิยมใช้กันมากใน detergent หลายชนิด

Sodium sesquicarbonate (modified soda) เป็นด่างอ่อนซึ่งมีคุณสมบัติเป็น buffer ที่ดี และมีความเป็นกรด - ด่างต่ำ

Trisodium phosphate (TSP) ใช้กันมากสำหรับ detergent ที่ใช้ในโรงงานนมหรือในเครื่องล้างจาน ทั้งนี้เพราะมีความสามารถในการป้องกันการตกตะกอนของน้ำกระด้างหรือจับเป็นฝ้าบนผิวเครื่องมือที่จะล้าง แต่ไม่มีคุณสมบัติเป็น sequestering agent เหมือนสารประกอบ polyphosphate อื่น ๆ TSP มีราคาแพงกว่า มีความกัดกร่อนมากกว่า sodium metasilicate แต่มีคุณสมบัติในการเป็น detergent คล้าย sodium metasilicate

Sodium tetraborate (borax) ส่วนใหญ่จะใช้เป็น buffer ใน detergent ที่ใช้ในการล้างมือเพื่อรักษาความเป็นกรด - ด่างให้ต่ำเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับผิวหนัง

ประสิทธิภาพในการเป็น sequestering agent

ความสามารถในการเป็น sequestering agent ของ detergent นั้น จะขึ้นกับสารประกอบฟอสเฟตที่มีอยู่

Sequestering agent ที่ช่วยลดการตกตะกอนได้ดี จะเป็น sequestering agent ที่ดีที่สุดที่เหมาะสมจะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบใน detergent นอกเสียจากว่าเพื่อเป็นการประหยัดก็อาจจะใช้ sequestering agent ที่มีประสิทธิภาพด้อยลงมาและมีราคาถูกกว่า สำหรับ Polyamino carboxylic acid derivatives นั้น นิยมใช้เป็น sequestering agent ถึงแม้จะมีราคาแพงกว่า polyphosphates เนื่องจากมีความคงตัวมากกว่าในสารละลายต่างอย่างแรง

Pyrophosphates มีคุณสมบัติเป็น sequestering agent ที่ดีพอควร แต่มีราคาแพงกว่าสารประกอบฟอสเฟตอื่น ๆ สารประกอบ pyrophosphates เหมาะสำหรับการใช้ใน detergent ที่เป็นสารละลายด่างอย่างแรงและร้อน เพราะสารประกอบ polyphosphate จะแตกตัวให้ pyrophosphates ในสารละลายที่กล่าวแล้ว สารประกอบ polyphosphate นั้น จัดเป็น sequestering agent ที่ดีที่สุด สำหรับ detergent ที่เป็นด่าง Sodium tripolyphosphate มีความคงตัวที่ดีที่สุดในสารละลายด่างร้อน ในขณะที่ Sodium hexametaphosphate จะมีความคงตัวน้อยที่สุด

ประสิทธิภาพในการเป็น Wetting agent

Wetting power ของ detergent นั้น ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับ wetting agent ที่มีอยู่ใน detergent เช่น alkyl-aryl sulfonate หรือ sulfated fatty alcohols ซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็น wetting agent ที่ดี แต่ alkyl-aryl sulfonates จะมีราคาถูกกว่า สำหรับ detergent ที่ใช้ในบ้านนั้นมักจะใช้ sulfated fatty alcohols

ประสิทธิภาพในการเป็น Buffer

Sodium sequecarbonate, sodium polyphosphate, sodium metasilicate, sodium carbonate และ Trisodium phosphate ทำหน้าที่เป็น buffer ในสารละลายของ detergent ความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย detergent มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของ detergent ด้วยเพราะบางครั้งการตกตะกอนของส่วนประกอบบางชนิดในสารละลายเกิดขึ้นเนื่องมาจากความเป็นกรด-ด่าง สำหรับ detergent ที่ใช้ในการล้างมือ นั้น มักจะพยายามให้มีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 11.4 บางครั้งก็มีการเติม borax ลงใน detergent ที่ใช้ในการล้างมือ เพื่อช่วยลดความเป็นกรด-ด่าง

3.2 การฆ่าเชื้อ (Sanitizing)

วิธีการฆ่าเชื้อ อุปกรณ์เครื่องมือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การเลือกใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับ ชนิดประเภท ขนาดของเครื่องมือ อุปกรณ์นั้น ๆ ในกรณีที่เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ขนาดใหญ่ ยากในการถอดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก็จะใช้ disinfectant โหลหมุนเวียน ภายในเครื่องมือเครื่องใช้ หากเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ที่ถอดเป็นชิ้นเล็กได้ง่าย จะถอดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แช่ในสารฆ่าเชื้อ หรือใช้แรงงานคนในการล้าง บางกรณีอาจใช้ฉีดพ่นเป็นละออง หรือฉีดพ่นลงบนวัสดุอุปกรณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นพื้นผิว โต๊ะทำงาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเข้มข้นของสารเคมีและเวลาในการฆ่าเชื้อ ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสม

ชนิดของสารฆ่าเชื้อ

1. ความร้อน

1.1 ความร้อนชื้น (Moist Heat)

- (1) น้ำร้อน อย่างน้อย 77°C นาน 1-5 นาที
- (2) ไอน้ำ 77°C นาน 15 นาที หรือสูงกว่า 93°C นาน 5 นาที

1.2 ความร้อนแห้ง (Dry Heat)

โดยใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิอย่างน้อย 82°C นาน 20 นาที

2. รังสีอุลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet Radiation)

ใช้ความยาวของคลื่นประมาณ 2500°A โดยต้องระวังให้รังสีต้องกระทบจุลินทรีย์โดยตรง เพราะรังสีอาจถูกดูดซึมได้ด้วยฝุ่นคราบไขมันหรือสารละลายที่ขุ่น เป็นต้น

3. สารเคมี ได้แก่

3.1 Halogens ได้แก่ คลอรีน โปรมิน ฟลูออรีน และไอโอดีน และสารประกอบพวก คลอรีน หรือไอโอดีน เป็นต้น

3.2 Phenolics ได้แก่ cresols, phenol, organic หรือ combine phenols

3.3 Quaternary ammonium compounds หรือ Quats

3.4 Aldehydes, ketone และ alcohol

3.5 Bis-phenols, Salicylanalides, Carbonalides

3.6 Acid-anionic combination

สัญลักษณ์ส่วนบุคคล

สาเหตุที่ทำให้อาหารเป็นพิษหลาย ๆ ประการพบว่ามาจากคน ไม่ว่าจะเป็นสัญลักษณ์ส่วนบุคคลไม่ดี การปฏิบัติต่ออาหารไม่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหารเป็นโรคติดเชื้อ

ดังนั้นทราบได้ที่ยังปฏิบัติงานกับอาหาร เรื่องของสัญลักษณ์ส่วนบุคคลนับเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจาก จุลินทรีย์มักจะผ่านจากคนมาสู่อาหารได้ อันอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อาหารเป็นพิษได้

สาเหตุของอาหารเป็นพิษ

- เชื้อจุลินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็น แบคทีเรีย ไวรัส หรือรา
- สารเคมี และโลหะต่าง ๆ เช่น ตะกั่วปรอท สารป้องกันและกำจัดแมลง ยาสัตว์
- พืชหรือสัตว์ที่มีพิษตามธรรมชาติ เช่น เห็ดบางชนิด ปลาปักเป้า

กลุ่มแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ

มีแบคทีเรียหลายชนิด ที่ทำให้อาหารเป็นพิษ แต่ แบคทีเรียที่พบบ่อย ๆ ว่า ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษมี 3 กลุ่ม คือ *Salmonella*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* จะเห็นได้ว่า *Staphylococcus* มีโอกาสปนเปื้อนจากคนได้โดยตรงและสำหรับเชื้ออื่น ๆ ก็มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อน โดยผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร ที่มีสัญลักษณ์ไม่ดีพอ หรือปฏิบัติไม่เหมาะสม หรือจากสาเหตุอื่น ๆ ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษได้เช่นกัน

ดังนั้น เพื่อที่จะให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหาร ไม่ว่าจะเป็นสัมผัสอาหารโดยตรง หรือโดยทางอ้อม จะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนอาหาร โดยการ

- รักษาความสะอาดส่วนบุคคลไว้ในระดับที่เหมาะสม และ
- ปฏิบัติงาน, ประพฤติ ในลักษณะที่เหมาะสม

สุขภาพ

สิ่งที่จะต้องตระหนักเป็นอย่างแรกในเรื่องของสัญลักษณ์ส่วนบุคคล คือ สุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน โดย

1. ไม่ให้ผู้เจ็บป่วย หรือสงสัยว่าจะเจ็บป่วยเป็นพาหะของโรค ที่สามารถแพร่กระจายเชื้อลงไปในอาหาร ปฏิบัติงานหรืออยู่ในบริเวณประกอบอาหาร

2. หากผู้ปฏิบัติงานเจ็บป่วย ควรรายงานให้ผู้บริหารทราบ

3. ควรมีการตรวจสุขภาพพนักงานเพิ่มเติม หากมีการแพร่ระบาดของโรค

โรงงานควรมีแผนการไว้รองรับกรณีมีการระบาดของโรค หรือการติดเชื้อเกิดขึ้นเป็นต้นว่า

- แยกแยะว่าคนใดมีผลต่อการระบาดของโรค และให้แยกออกมาจนกว่าจะ Clear เรื่องการติดเชื้อ ได้
- ป่งชี้ และคัดแยกอาหารที่สงสัยออกมาตรวจ

การเจ็บป่วยและบาดเจ็บ

ในการรับคนเข้าปฏิบัติงานด้านอาหาร ควรแจ้งให้ทราบว่า หากผู้ปฏิบัติงานมีการเจ็บป่วย บาดเจ็บ หรือติดเชื้อ หรือสิ่งใดที่จะนำไปสู่การปนเปื้อนของอาหาร ขอให้แจ้งให้โรงงานทราบ

ตัวอย่างชนิดของโรคที่ต้องรายงานให้ผู้จัดการทราบ และแยกผู้ป่วยออกจากบริเวณประกอบอาหาร ได้แก่ โรคผิวหนัง ท้องร่วง อาเจียร เป็นไข้ เจ็บคอและมีไข้ มีแผลติดเชื้อที่ผิวหนัง มีหนอง หรือสารที่ขับออกจากหู ตา หรือ จมูก

ความสะอาดส่วนบุคคล

ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร ควรได้รับทราบ และปฏิบัติตามข้อกำหนดเกี่ยวกับความสะอาดส่วนบุคคล รวมทั้งโรงงานจะต้องหมั่นตรวจตรา ความสะอาดส่วนบุคคลของพนักงาน ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับทราบว่าตัวผู้ปฏิบัติงานเองอาจเป็นผู้ก่อให้เกิดการปนเปื้อนโดยทางใดบ้าง ทั้งจาก ผม ปาก จมูก หู ผิวหนัง มือ บาดแผล แผลถลอก รวมไปถึงเพชรพลอย เครื่องประดับ เครื่องสำอาง และน้ำหอม

1. ผม

ผมของคนเรามีจุลินทรีย์และตามปรกติผมจะหลุดร่วงทุกวัน ดังนั้นหากเกาศีรษะ หรือปล่อยให้ผมร่วงลงไปบนอาหาร รังแค หรือแบคทีเรียอาจติดไปอยู่บนอาหารได้ ดังนั้น

- ผมจึงต้องสะอาด มีการรวบผม ใช้ตาข่ายหรือหมวกคลุมผม เมื่อมีการปฏิบัติงานด้านอาหาร
- ไม่เกาศีรษะ เมื่อปฏิบัติงานด้านอาหาร
- ไม่หวีผมในบริเวณจัดเตรียมอาหาร
- หากหวีผม ให้หวีก่อนสวมชุดทำงาน

2. ปาก จมูก และหู

ในปาก จมูก และหูของคนเราจะมีเชื้อ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษตัวหนึ่ง ดังนั้นหากคนงานเอามือสัมผัสกับ หู จมูก ปาก ก่อนจับต้องอาหาร จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ ผ่านลงสู่อาหารได้

3. ผิวหนัง

ผิวหนังแม้จะสะอาดก็มีจุลินทรีย์อาศัยอยู่มากมาย สิว ฝี หนอง เกิดจากแบคทีเรียที่อยู่ใน รูขุมขนบนผิวหนัง หรือแม้แต่กลิ่นตัวก็เกิดจาก แบคทีเรียที่อยู่ในเหงื่อในที่อับชื้น ดังนั้นจึงไม่ควรเกาผิวหนัง โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นสิ่ว ฝี หนอง และควรชำระล้างผิวหนังให้สะอาด

4. บาดแผล แผล และแผลถลอก

บาดแผลและแผลถลอก ผิวหนังที่ติดเชื้อ มักจะมีเชื้อ *Staphylococcus aureus* หนึ่งในแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ จากจำนวน 3 กลุ่ม ที่พบบ่อย บาดแผลและแผลถลอกทั้งหมด จึงควรปิดด้วยพลาสติก กั้นน้ำก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ซึ่งจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนลงสู่อาหารได้

5. มือ

มือเป็นส่วนหนึ่งของร่างกายที่สัมผัสกับอาหารบ่อยที่สุด ดังนั้นมือจึงควรสะอาดอยู่เสมอ โดยการล้างมือให้ถูกต้องก่อนปฏิบัติงาน และบ่อย ๆ ระหว่างการปฏิบัติงาน ควรขัดเล็บให้สั้นอยู่เสมอ เนื่องจากเล็บสามารถนำเอาจุลินทรีย์และสิ่งสกปรกจำนวนมากไปสู่อาหารที่สัมผัสได้ การกัดเล็บ ก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรทำเพราะจะเป็นการแพร่กระจายจุลินทรีย์จากปากไปสู่นิ้วมือ รวมทั้งไม่ควรทาเล็บ เนื่องจากยาทาเล็บสามารถหลุดออกลงสู่อาหารได้นอกจากนี้ การทาเล็บยังเป็นการปกปิดสิ่งสกปรกที่อยู่ภายใต้เล็บอีกด้วย การล้างมือก่อนและระหว่างปฏิบัติงาน

ด้านอาหาร จะทำให้ลดจำนวนจุลินทรีย์ลงรวมทั้งป้องกันการปนเปื้อนข้าม ทั้งนี้การสวมถุงมือมิได้เป็นข้อบกพร่องในเรื่องการล้างมือ

6. เพชรพลอยเครื่องประดับเครื่องสำอาง และน้ำหอม

เพชรพลอย เครื่องประดับต่าง ๆ ไม่ควรสวมใส่ขณะปฏิบัติงานด้านอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ อาจเกิดการปนเปื้อนลงสู่อาหาร รวมทั้งเพชรพลอยหรือเครื่องประดับเหล่านั้นอาจตกหล่น และติดไปกับอาหารได้ นอกจากนี้การใช้เครื่องสำอางมากเกินไป หรือใช้น้ำหอมที่มีกลิ่นแรง อาจทำให้อาหารดูกลิ่นเหล่านั้นติดไปด้วย จึงไม่ควรใช้เครื่องสำอางมากเกินไป หรือน้ำหอมที่มีกลิ่นแรง

ความสะอาดส่วนบุคคล

ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร เมื่อทราบถึงสาเหตุการปนเปื้อนเหล่านั้นแล้ว ก็จะต้องทราบถึงวิธีการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนด้วย โดยการ

รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้อยู่ในระดับที่ดีมากสวมชุดกันเปื้อน ซึ่งรวมถึง ผ้ากันเปื้อน ที่คลุมผม และรองเท้าที่เหมาะสมโดยชุดกันเปื้อนควรอยู่ในสภาพที่สะอาด และถูกสุขลักษณะ ชุดกันเปื้อนควรพอดีตัว สวมใส่สบาย ไม่มีกระเป๋ ไม่ควรใช้กระดุม เนื่องจากอาจหลุดร่วงลงสู่อาหารได้ ควรซักล้างได้ และมีสีอ่อน เนื่องจากหากเปื้อน จะทำให้เห็นได้ชัดเจน รองเท้าที่สวมใส่ควรสะอาด

นอกจากนี้พนักงานควรล้างมือเสมอ ทั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงานทุกครั้ง หลังจากเข้าห้องสุขา หลังจากจับต้องอาหารดิบหรือสิ่งสกปรก เช่น จัดให้มีห้องสุขา อุปกรณ์การล้างมือ สบู่ น้ำ และอุปกรณ์การทำให้มือแห้ง อย่างถูกสุขลักษณะ เหมาะสมเพียงพอกับจำนวนพนักงาน

อุปนิสัยส่วนบุคคล

อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนสู่อาหารได้ ดังนั้นจึงควรอบรมพนักงานให้เข้าใจแนวทางการปฏิบัติที่เหมาะสม รวมทั้งกำหนดมาตรการ ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร ควรละเว้นการประพฤติ หรือปฏิบัติที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร เช่น การสูบบุหรี่ ถ่มน้ำลาย การไอ จามลงบนอาหาร การแคะจมูก กัดเล็บ เพาะเล็บ เลียนิ้ว และการขบเคี้ยวหรือรับประทานอาหารนอกบริเวณที่จัดไว้ให้
2. ไม่ควรสวมใส่หรือนำสิ่งของติดตัว เข้าไปในบริเวณประกอบอาหาร โดยโรงงานควรจัดหา Locker ให้แก่พนักงานเพื่อเก็บของใช้ส่วนตัว
3. เครื่องประดับต่าง ๆ รวมทั้งแหวนแต่งงาน ซึ่งไม่สามารถถอดได้ ควรมีสั่งปกคลุม เสื้อผ้าที่สวมใส่นอกบริเวณผลิตอาหาร

ผู้เยี่ยมชม

ผู้เยี่ยมชมโรงงาน ในบางครั้งอาจมีความใกล้ชิดกับอาหาร อุปกรณ์ที่ใช้หรือผู้ปฏิบัติงานด้านอาหาร ดังนั้นจึงควรมีแนวทางการปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับผู้เยี่ยมชมเช่นกัน สิ่งสำคัญควรกำหนดให้ผู้เยี่ยมชม สวมชุดกันเปื้อน และปฏิบัติตามข้อกำหนดสุขลักษณะส่วนบุคคลที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ควรควบคุมดูแลความใกล้ชิดระหว่างพนักงานและผู้เยี่ยมชม เพื่อป้องกันการปนเปื้อน ซึ่งทางเดินของผู้เยี่ยมชมไม่ควรมีผลทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้ผู้ปฏิบัติงานด้านอาหารทั้งหมด ควรได้รับการฝึกอบรมในด้านสุขลักษณะที่ดี และการปฏิบัติงานเกี่ยวกับอาหาร รวมทั้งมีการควบคุมดูแล ตรวจสอบติดตามการรักษาสภาพสุขลักษณะของพนักงานให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมตามต้องการ

วิธีการทดลอง

การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว

จุดที่ตรวจ

- แห่ข้าว
- รวงสกรู
- โม่
- ถังพักน้ำแป้ง
- อัด
- ลำเลียง
- แป้งหน้าตู้

การล้างท่อส่งน้ำแป้งเพื่อลดจุลินทรีย์

จุดประสงค์

เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำความสะอาดระบบท่อส่งน้ำแป้งโดยใช้การล้างด้วยน้ำ, คลอรีน 1,000 ppm และ Liquid Special 1,000 ppm

วิธีการทดลอง

ทำความสะอาดท่อส่งน้ำแป้งในแต่ละอัดโดยอัดแรกใช้น้ำล้าง อัดสองใช้คลอรีน 1,000 ppm โดยวิธีการล้างอยู่ท้ายวิธีการทดลอง

2. เก็บตัวอย่างหลังจากที่อัดไปแล้ว 1 ครั้ง นำมาตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plates count) โดยเก็บตัวอย่างหลังจากใช้งานระยะเวลาต่างๆ ได้แก่ 0 ชม., 6 ชม., 12 ชม., และ 20 ชม. (ตัวอย่างที่เก็บได้แก่ น้ำแป้งออกจากถังพัก, น้ำแป้งก่อนอัด และแป้งอัด)
3. ทำการบันทึกเวลาที่เก็บตัวอย่าง เวลาตรวจ อุณหภูมิบริเวณที่เก็บ อุณหภูมิตัวอย่างที่เป็นของเหลวทุกครั้ง

วิธีล้าง

- การล้างด้วยน้ำ
เติมน้ำที่ปรับสภาพแล้วในถังพักน้ำแป้งแล้วปั๊มล้างท่อเป็นเวลา 10 นาที
- การล้างด้วยคลอรีน 1,000 ppm
เติมน้ำที่ปรับสภาพแล้วประมาณครึ่งถังของถังน้ำพักน้ำแป้งเติมคลอรีน 1,000 ml (คลอรีน 10 %) แล้วเติมน้ำให้ได้ปริมาตร 1,000 ลิตร หรือเกือบเต็มถัง ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วปั๊มล้างท่อโดยค่อย ๆ เปิดสารละลายคลอรีนออกทีละนิดจนเหลือคลอรีนครึ่งถัง แล้วปั๊มให้แรงขึ้นจนเกือบหมด ทิ้งสารละลายคลอรีนค้างท่อ 1 ชั่วโมง แล้วเปิดสารละลายคลอรีนทิ้ง ล้างด้วยน้ำปรับสภาพอีกครั้งเป็นเวลา 10 นาที

การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในระบบแช่ข้าว
(การเปรียบเทียบการล้างแบบปกติกับคลอรีน)

จุดประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความสะอาดถึงแช่ข้าวโดยใช้การล้างด้วยน้ำและคลอรีน 1,000 ppm

วิธีการทดลอง

1. ล้างถึง 5 ด้วยน้ำ และล้างถึง 7 ด้วยคลอรีน 1,000 ppm โดยวิธีการล้างอยู่ท่าวิธีการทดลอง
2. ทำการแช่ข้าวตามปกติ
3. นำตัวอย่างมาตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (aerobic plate count) โดยตรวจข้าวก่อนแช่ น้ำแช่ก่อนใช้, ข้าวลงถึงทันที, ข้าวแช่ 1.30 ชั่วโมง, ข้าวแช่ 2.30 ชั่วโมง, ข้าวแช่ 3 ชั่วโมง, และข้าวหลังล้าง โดยตรวจทั้งแบบล้างคลอรีนและน้ำ

วิธีการล้าง

- ล้างด้วยน้ำ
ใช้ระบบฉีดความดันสูง ฉีดล้างถึงให้สะอาด
- ล้างด้วยคลอรีน 1,000 ppm
เปิดน้ำขึ้นประมาณครึ่งถัง เติมคลอรีน 1,000 ml (10% Cl) เปิดลมผสมให้เข้ากันแล้วเปิดน้ำ 1,000 ลิตร เปิดลมผสมให้เข้ากันอีกครั้ง ทิ้งไว้ 20-30 นาที ปล่อยสารละลายคลอรีนทิ้งแล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

ตารางที่ 1. ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว

จุดตรวจ	สิ่งที่ตรวจ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)		หมายเหตุ
		สิ่งตัวอย่าง	สิ่งด้วยคลอรีน 1000 ppm	
ชุดแช่ข้าว	ข้าวก่อนแช่	4.4×10^2	4.4×10^2	
	น้ำแช่ก่อนใช้	1.1×10^4	1.9×10^2	
	ข้าวหลังแช่ทันที	4.8×10^3	1.04×10^3	
	ข้าวที่แช่ 1.30 ชั่วโมง	1.52×10^4	-	
	ข้าวที่แช่ 2.30 ชั่วโมง	1.48×10^5	6.7×10^4	
	ข้าวที่แช่ 3.00 ชั่วโมง	-	3.1×10^5	
	ข้าวหลังล้าง หลังแช่ 3 ชั่วโมง	6.0×10^5	-	
	ข้าวหลังล้าง หลังแช่ 4 ชั่วโมง	7.1×10^6	-	
ชุดล้างข้าว	ข้าวก่อนล้าง	1.09×10^6	-	
	น้ำที่ล้างข้าว	6.0×10^3	-	
	เครื่องล้างข้าว	1.38×10^4	-	
	ข้าวก่อนลงถังไม้	1.02×10^6	-	
ชุดไม้	น้ำแช่ก่อนลงถังพัก (1)	9.6×10^6	-	
ชุดถังพัก	น้ำแช่ก่อนลงถังพัก (4)	1.52×10^7	-	
	น้ำแช่ในถัง (1)	1.7×10^6	-	
	น้ำแช่ในถัง (4)	5.4×10^6	-	
	น้ำแช่ออกถังพัก	2.8×10^7	-	
	น้ำแช่ออกถังพัก	4.4×10^7	-	
	ข้าวหลังล้าง (1)	5.0×10^6	-	
	ข้าวหลังล้าง (4)	9.9×10^5	-	

ตารางที่ 1. ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว (ต่อ)

จุดตรวจ	สิ่งที่ตรวจ	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/๕)		หมายเหตุ
		สิ่งตัวอย่าง	สิ่งตัวอย่าง 1000 ppm	
ชุดทอส่งน้ำแป้ง	น้ำแป้งออกถังพัก			
	ทิ้งไว้ที่เวลาเริ่มต้น 0 ชั่วโมง	2.5×10^6	5.6×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 6 ชั่วโมง	6.4×10^5	2.5×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 12 ชั่วโมง	1.25×10^6	8.0×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 20 ชั่วโมง	1.69×10^7	2.68×10^7	
	น้ำแป้งก่อนอัด			
	ทิ้งไว้ที่เวลาเริ่มต้น 0 ชั่วโมง	3.3×10^5	5.8×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 6 ชั่วโมง	7.2×10^5	1.7×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 12 ชั่วโมง	1.85×10^6	6.5×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 20 ชั่วโมง	8.0×10^6	1.32×10^6	
	แป้งอัด			
	ทิ้งไว้ที่เวลาเริ่มต้น 0 ชั่วโมง	7.4×10^5	4.6×10^5	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 6 ชั่วโมง	1.55×10^6	7.0×10^6	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 12 ชั่วโมง	1.15×10^6	1.11×10^6	
	ทิ้งไว้ที่เวลา 20 ชั่วโมง	9.6×10^6	7.6×10^6	

ตารางที่ 1. ผลการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว (ต่อ)

จุดตรวจ	สิ่งที่ตรวจ	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)
พนักงานล้างแช่	มือ	4.0×10^3
	รองเท้า	5.0×10^3
พนักงานแทนอัด	มือ	2.37×10^5
	รองเท้า	2.43×10^5

สรุป

● การตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการผลิตแป้งข้าว

1. หุคก่อนเติมข้าว เมื่อเปรียบเทียบการล้างถังแช่ด้วยน้ำและคลอรีน พบว่าเมื่อตรวจจุลินทรีย์ของน้ำก่อนใช้ ปริมาณจุลินทรีย์ในการล้างด้วยน้ำมีมากกว่าการล้างด้วยคลอรีน 100 เท่า แต่เมื่อข้าวลงถังแช่ทันที ปริมาณจุลินทรีย์มีจำนวนใกล้เคียงกัน แต่ถังแช่ที่ใช้คลอรีนล้างไม่ได้มีการทำความสะอาดถังถ้ามีการทำความสะอาดถัง ปริมาณเชื้ออาจมีปริมาณลดลงได้

2. หุคก่อนล้าง เมื่อเวลาการแช่ข้าวเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง ปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น 10 เท่าของการล้างด้วยน้ำ และการล้างด้วยคลอรีน เมื่อเปรียบเทียบการล้างด้วยน้ำ ในการผลิตแป้งข้าวเหนียวโดยการแช่ข้าวประมาณ 3 ชม. เมื่อเวลาการแช่เพิ่มขึ้นจากการแช่ 1.30 ชม. เป็น 2.3 ชม. การล้างด้วยน้ำปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเป็น 10 เท่า ส่วนการล้างด้วยคลอรีนปริมาณจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกัน (10^4 CFU/g)

3. สำหรับข้าวหลังลั่นน้ำปริมาณจุลินทรีย์ 10^5 CFU/g ส่วนในการผลิตแป้งข้าวเหนียว เวลาการแช่ข้าวประมาณ 4 ชั่วโมงมีปริมาณจุลินทรีย์ 10^6 CFU/g จะเห็นได้ว่าการแช่ข้าวเป็นระยะเวลานานขึ้นทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย

4. ข้าวก่อนลงรางและข้าวก่อนลงโมมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันคือประมาณ 10^6 CFU/g ดังนั้นน้ำที่ล้างข้าวและเครื่องล้างข้าว ซึ่งเป็นจุดผ่านของข้าวก่อนลงโมจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์อยู่ประมาณ 10^3 CFU/ml และ 10^4 CFU/cm²

5. หลังจากทำความสะอาดท่อที่ออกจากถังพักไปถังท่อน้ำอัด แล้วทำการเก็บตัวอย่าง พบว่า เมื่อทิ้งไว้ 6 ชั่วโมง ที่การล้างด้วยน้ำมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง อาจเนื่องมาจากการทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ ดังนั้นเมื่อปล่อยน้ำผ่านท่อเพื่อเข้าอัดทำให้น้ำเป้งเกิดการปนเปื้อนสิ่งสกปรกจากท่อได้ การปั๊มจะทำให้สิ่งสกปรกติดมากับน้ำเป้งในช่วงแรก ๆ ได้ ทำให้สิ่งสกปรกลดน้อยลงในการอัดครั้งต่อไป เมื่อเวลาในการผลิตนานขึ้น ทำให้การตรวจนับจุลินทรีย์ที่ได้มีจำนวนน้อยลง และหลังจากทิ้งระยะเวลานานขึ้นคราบสกปรกจะเริ่มสะสม คราบเป้งติดตามท่อเพิ่มมากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์ที่ตรวจพบมีจำนวนเพิ่มขึ้น

6. แป้งก่อนเข้าอบมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจากแป้งอัด (10^6 CFU/g) และแป้งวน (10^4 CFU/g) คือมีปริมาณเชื้อ 10^7 CFU/g อาจมีสาเหตุมาจากการสะสมและเพิ่มจำนวนของเชื้อในที่พักแป้ง ซึ่งไม่มีการทำความสะอาด แป้งบริเวณนี้เป็นแป้งอัดผสมกับแป้งวนซึ่งยังมีความชื้นสูงอยู่ ซึ่งแป้งเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดี จึงเหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ทำให้มีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้จุลินทรีย์ในอากาศบริเวณแท่นอัดมีปริมาณเพิ่มขึ้น 10 เท่าเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ประกอบกับพนักงานแท่นอัดมีปริมาณเชื้อที่มือและเท้าอยู่สูงถึง 10^5 CFU/cm² จึงอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนในแป้งอัดได้ ดังนั้นแป้งที่ผ่านลมร้อนออกมาเป็นแป้งหน้าตู้จึงลดเชื้อได้ อยู่ในระดับ 10^5 CFU/g เท่านั้น

7. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาลมีประมาณ $10 - 10^2$ CFU/ml ในถังพักน้ำบาดาล, น้ำปรับ pH, น้ำม่ มีปริมาณเชื้อประมาณ 10^2 CFU/ml อาจมีสาเหตุมาจากการเพิ่มจำนวนในขณะพักน้ำ เนื่องจากสิ่งสกปรกหรือตะกอนตกค้างในถังพักน้ำ จึงทำให้เชื้อเพิ่มขึ้น 10 เท่า ดังนั้นถ้าสามารถนำน้ำไปใช้เป็นส่วนประกอบของการผลิตหรือใช้ล้างอุปกรณ์เครื่องมือในกระบวนการผลิตโดยไม่ต้องพักน้ำเป็นเวลานานจะช่วยลดจำนวนเชื้อในกระบวนการผลิตได้

8. เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในระยะเวลา 5 นาที ต่อพื้นที่ 20 ตารางเซนติเมตร พบว่า ในบริเวณแท่นอัด, ถังแช่, ลำเลียง(ใต้เคียวหมู) และบรรจุ จะมีจุลินทรีย์อยู่ในช่วง $5.1 \times 10 - 5.0 \times 10^2$ โดยอากาศบริเวณลำเลียงจะมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยที่สุดคือ 5.1×10 ส่วนบริเวณที่มีเชื้อมากที่สุดคือ บริเวณบรรจุ มีปริมาณ 5.0×10^2 การที่บริเวณบรรจุมีปริมาณจุลินทรีย์มาก มีสาเหตุมาจากฝุ่นแป้งที่กระจายอยู่ทั่วบริเวณและไม่มีการป้องกันฝุ่นที่ดีพอ

9. การตรวจสอบชุดทำความสะอาด และลมปกติ พบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของลมปกติมีน้อยที่สุด คือ 3.6×10 ส่วนลมชุดทำความสะอาดมีปริมาณมากจนนับไม่ได้ เนื่องจากการทำความสะอาดไม่ทั่วถึง และยากต่อการทำความสะอาด

● การล้างท่อส่งน้ำแป้งเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์

เมื่อเปรียบเทียบการทำความสะอาดทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การล้างด้วยน้ำและล้างด้วยคลอรีน พบว่า ในช่วง 12 ชั่วโมงแรก เชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อทิ้งไว้ 20 ชั่วโมง การล้างด้วยน้ำและคลอรีนจะมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยการล้างด้วยน้ำจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น 10 เท่าทุก ๆ 6 ชั่วโมง ส่วนการล้างด้วยคลอรีนจะเพิ่มขึ้น 100 เท่า เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจาก 12 เป็น 20 ชั่วโมง ส่วนที่เวลาเริ่มต้นถึง 12 ชั่วโมงจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในการทำความสะอาดควรเลือกการล้างด้วย คลอรีน

● การเปรียบเทียบการล้างถังแช่แบบปกติกับคลอรีน

ปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจในระบบการล้างถังแช่ด้วยคลอรีนมีปริมาณน้อยกว่าการล้างด้วยน้ำ(ระบบเดิม) คือ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของเชื้อจุลินทรีย์ที่ล้างถังแช่ด้วยคลอรีนตั้งแต่เช้าลงถังแช่ทันที ถึงเช้าแช่ที่ 2.30 ชั่วโมง น้อยกว่าการล้างด้วยน้ำ 21 เท่า และน้ำแช่ก่อนใช้ของถังแช่ที่มีการล้างด้วยคลอรีนก็ให้ผลเช่นเดียวกัน คือมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าการล้างถังแช่ด้วยน้ำ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้สารเคมีในการล้างถังแช่เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์

การเปรียบเทียบระบบการแช่ข้าว

จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ขณะแช่ข้าวในระบบการแช่แบบต่าง ๆ
1. เพื่อเปรียบเทียบระบบการทำความสะอาดด้วยคลอรีนและน้ำ
2. เพื่อเปรียบเทียบการแช่แบบเปิดและปิดถัง
3. เพื่อเปรียบเทียบการแช่แบบล้นน้ำและถายน้ำทิ้ง

วิธีการ

ล้างด้วยน้ำ (A)

ทำการฉีดล้างด้วยปืนฉีดความดันสูงให้ทั่วบริเวณ ทำความสะอาดจนหมดคราบสกปรก จัดตู้ด้วยแปรง และกระดาษทราย ทุกซอกทุกมุม

ล้างด้วยคลอรีน (B)

1. ล้างด้วยวิธี A ก่อน
2. ล้างด้วยน้ำอีกครั้งจนแน่ใจว่า
3. เติมน้ำในถังแช่ประมาณ 1,000 ลิตร (พื้นที่อลมด้านบน) เติมคลอรีน 1,000 ml เปิดท่อลมให้ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 20-30 นาทีแล้วปล่อยทิ้ง
4. ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

หมายเหตุ ถังที่ล้างด้วยคลอรีนได้ผ่านการล้างด้วยคลอรีนมาตลอด 1 วันก่อนทำการทดลอง โดยใช้น้ำ 40 ลิตร ต่อคลอรีน 500 มิลลิลิตร

แช่ระบบเปิด

ทำการแช่ข้าวแบบปกติ

แช่ระบบปิด

ใช้พลาสติกใสคลุมบริเวณปากถังตั้งแต่เริ่มเติมน้ำหรือหลังจากทำความสะอาดเสร็จแล้วจนสิ้นสุดกระบวนการแช่ข้าว (ข้าวลงไม่หมดถัง)

แบบล้นน้ำ (ปกติ)

1. แช่ข้าวได้ 2.30 ชม. เปิดน้ำล้นเพื่อล้นน้ำออกเป็นเวลาประมาณ 30 นาที
2. เปิดน้ำทิ้ง

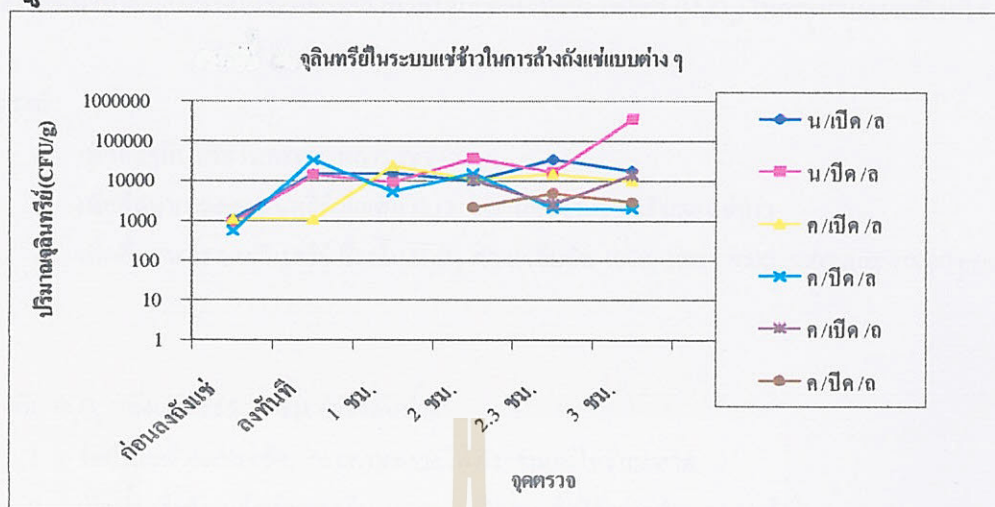
แบบถายน้ำทิ้ง

1. แช่ข้าวได้ 2.00 ชม. ถายน้ำแช่ข้าวทิ้ง
2. เติมน้ำขึ้นใหม่แช่ต่ออีกครั้งชั่วโมงจนครบ 3 ชั่วโมง
3. ถายน้ำทิ้ง รอการไม่

ตารางที่ 2. ผลการตรวจเชื้ออุทกวิทยาในระบบการแพ้ว

จุดตรวจ	ล้างแบบปกติ ระบบเปิด แบบสูบน้ำ	ล้างแบบปกติ ระบบเปิด แบบสูบน้ำ	ล้างด้วยคลอรีน ระบบเปิด แบบสูบน้ำ	ล้างด้วยคลอรีน ระบบเปิด แบบสูบน้ำ	ล้างด้วยคลอรีน ระบบเปิด แบบสูบน้ำ	ล้างด้วยคลอรีน ระบบเปิด แบบสูบน้ำ
* ข้าว						
1. ข้าวก่อนลงถังแช่	1.08×10^3	9.0×10^2	1.08×10^3	5.6×10^2	1.08×10^3	5.6×10^2
2. ข้าวลงถังแช่ทันที ($t=0$)	1.48×10^4	1.41×10^4	1.06×10^3	3.3×10^4	1.06×10^3	3.3×10^4
3. ข้าวแช่ 1 ชั่วโมง	1.54×10^4	9.0×10^3	2.4×10^4	5.3×10^3	2.4×10^4	5.3×10^3
4. ข้าวแช่ 2 ชั่วโมง	1.0×10^4	3.7×10^4	1.1×10^4	1.54×10^4	1.07×10^4	2.14×10^3
5. ข้าวแช่ 2.3 ชั่วโมง	3.5×10^4	1.64×10^4	1.5×10^4	2.1×10^3	2.6×10^3	4.8×10^3
6. ข้าวแช่ 3 ชั่วโมง	1.8×10^4	3.5×10^5	1.0×10^4	2.0×10^3	1.4×10^4	2.88×10^3

รูปที่ 1.



สรุป

1. การเปรียบเทียบการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ในระบบการทำความสะอาดด้วยน้ำและคลอรีน พบว่า ในระบบการทำความสะอาดด้วยคลอรีนจะมีการเพิ่มจำนวนน้อยกว่า เมื่อเวลาการแช่ข้าวเพิ่มขึ้น 2 ชั่วโมง การล้างแช่ด้วยน้ำมีอัตราการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์จากเริ่มต้นแช่ข้าวถึงข้าวแช่ 1 ชั่วโมง 0.65 เท่า แต่การล้างด้วยคลอรีนจะเพิ่มขึ้น 0.4 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มจากการแช่ 2 ชั่วโมงถึง 2.30 ชั่วโมง การล้างด้วยคลอรีนจะเพิ่ม 1.4 เท่า การล้างด้วยน้ำอัตราการเพิ่ม 3.5 เท่า แต่จะเห็นว่า การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์แตกต่างกันน้อยมาก หากต้องการลดปริมาณจุลินทรีย์ให้ได้มากกว่านี้ ควรเพิ่มความเข้มข้นของคลอรีน

2. เมื่อทำการเปรียบเทียบการแช่ข้าวในระบบเปิดและปิด พบว่า การแช่ข้าวในระบบปิด (คลุมบริเวณปากถังแช่ด้วยพลาสติก) และระบบเปิดที่ทำการล้างด้วยน้ำ ไม่มีผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบใกล้เคียงกัน ส่วนการแช่ข้าวในระบบเปิดและปิดที่ทำการล้างด้วยคลอรีน พบว่า ระบบปิดมีผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย คือ อัตราการเพิ่มจากการแช่ข้าว 2 ชั่วโมงไปถึงก่อนการลั่นน้ำจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ 1 เท่า ในขณะที่ระบบเปิดเพิ่ม 1.4 เท่า แต่เมื่อทำการตรวจปริมาณจุลินทรีย์หลังการลั่นน้ำในระบบปิดจะมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1 เท่า และระบบเปิดมีอัตราการเพิ่ม 0.7 เท่า จากผลดังกล่าว ในระบบการแช่ข้าวจึงไม่จำเป็นจะต้องใช้ระบบการแช่ข้าวแบบปิด ถ้าต้องการป้องกันฝุ่นละออง สิ่งสกปรกจากภายนอก, การกระเด็นของน้ำตอนล้าง และ การกระเด็นของข้าวจากถังอื่น ควรป้องกันด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสมกว่าการใช้พลาสติกคลุม

3. เมื่อเปรียบเทียบระบบการแช่ข้าวแบบลั่นน้ำและแบบถายน้ำทิ้งที่ทำการล้างแช่ด้วยคลอรีน พบว่า อัตราการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์หลังการลั่นน้ำในการแช่ข้าวระบบเปิดแบบถายน้ำทิ้งจะมีเชื้อมากกว่าก่อนการลั่นน้ำ โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของข้าวหลังลั่นน้ำแบบถายน้ำทิ้งเพิ่มจากข้าวก่อนการลั่นน้ำ 15.3 เท่า แต่แบบมีการลั่นน้ำเพิ่มขึ้น 0.7 เท่า และในการแช่ข้าวระบบปิดแบบลั่นน้ำจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 1 เท่า แต่แบบถายน้ำทิ้งจะมีอัตราการเพิ่มลดลงเป็น 0.6 เท่า ซึ่งยังไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ดังนั้น วิธีการลั่นน้ำ และแบบถายน้ำทิ้งจึงไม่มีผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์ เป็นวิธีที่ไม่มีความแตกต่างกัน

การลดปริมาณจุลินทรีย์ในระบบแช่ข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในกระบวนการผลิตจริง

จุดประสงค์

1. เพื่อลดจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว
2. เพื่อศึกษาการลดจุลินทรีย์เมื่อเติม H_2O_2 ขณะแช่ข้าวและหลังการแช่ข้าว
3. เพื่อศึกษาการลดจุลินทรีย์เมื่อเติม H_2O_2 ความเข้มข้น 1000, 2000, 3000, 5000 และ 10000 ppm

วิธีการ

วิธีที่ 1 เติม H_2O_2 หลังแช่ข้าว 2.30 ชม. (ช่วงล้นน้ำ)

1. จัดถังแช่ด้วยแปรงขัด, กระจกทรายให้ทั่ว จนแน่ใจว่าสะอาด
2. เปิดน้ำครึ่งถัง แล้วเติมคลอรีน 1000 ml เป็ดลม ทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที
3. ถ่ายน้ำคลอรีนทิ้ง ล้างถังด้วยน้ำ
4. แช่ข้าวตามปกติ
5. ถ่ายน้ำทิ้งที่เวลา 2.30 ชั่วโมง เติมน้ำแช่ใหม่แล้วเติม H_2O_2 ให้ได้ความเข้มข้น 1000, 2000, 5000 และ 10000 ppm แช่ต่อจนครบ 3 ชั่วโมง
6. ถ่ายน้ำทิ้ง
7. วิเคราะห์จุลินทรีย์ วัดอุณหภูมิ และ ความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนด

วิธีที่ 2 เติม H_2O_2 ในน้ำแช่ข้าว

1. จัดถังแช่ด้วยแปรงขัด, กระจกทรายให้ทั่ว จนแน่ใจว่าสะอาด
2. เปิดน้ำครึ่งถัง แล้วเติมคลอรีน 1,000 ml เป็ดท่อลม ทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที
3. ถ่ายน้ำคลอรีนทิ้ง ล้างถังด้วยน้ำ
4. เติมน้ำ H_2O_2 ในน้ำแช่ก่อนลงข้าว 2 และ 4 ลิตร (1000, 2000 ppm)
5. แช่ข้าวตามปกติ
6. ถ่ายน้ำทิ้งเมื่อเวลา 2.30 ชั่วโมง เติมน้ำแช่ใหม่แล้วแช่ต่อจนครบ 3 ชั่วโมง
7. ถ่ายน้ำทิ้ง
8. วิเคราะห์จุลินทรีย์ วัดอุณหภูมิ และ ความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างตามช่วงเวลาที่กำหนด

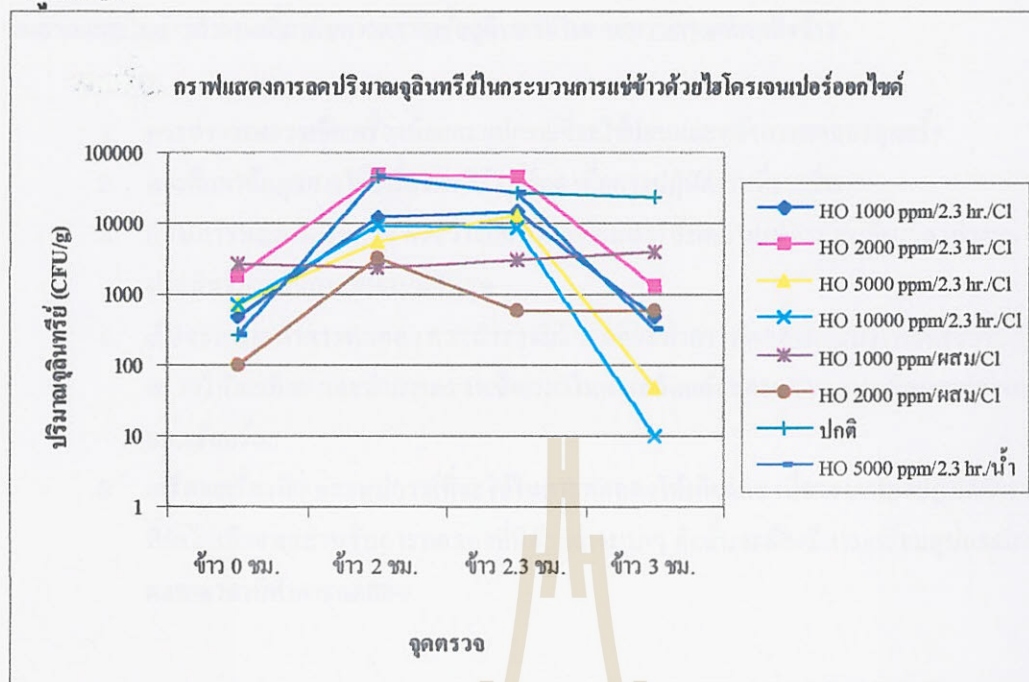
ตารางที่ 3. การทดลองล้างข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการผลิตจริง

จุดตรวจ	ล้างปกติ		ล้างด้วยคลอรีน		
	ปกติ	H_2O_2 (5000 ppm)	H_2O_2 (1000 ppm)	H_2O_2 (3 000 ppm)	H_2O_2 (10000 ppm)
* ข้าว					
1. ข้าวก่อนล้างแช่	2.10×10^2	2.10×10^2	5.0×10^2	5.0×10^2	5.0×10^2
2. ข้าวล้างแช่ทันที (t=0)	2.6×10^2	2.6×10^2	7.2×10^2	7.2×10^2	7.2×10^2
3. ข้าวแช่ 2 ชั่วโมง	4.6×10^4	4.6×10^4	6.4×10^3	5.7×10^3	9.3×10^3
4. ข้าวแช่ 2.3 ชั่วโมง	2.6×10^4	2.6×10^4	4.3×10^3	1.31×10^4	8.7×10^3
5. ข้าวแช่ 3 ชั่วโมง	2.3×10^4	3.3×10^2	1.2×10^2	5.0×10	< 10

ตารางที่ 4. ตารางแสดงผลการลดเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการแช่ข้าว

จุดตรวจ	สถานะ			
	เดิม H_2O_2 1000 ppm ที่ 2.30 ชม.	เดิม H_2O_2 2000 ppm ที่ 2.30 ชม.	ผสม H_2O_2 1000 ppm ในน้ำแช่	ผสม H_2O_2 2000 ppm ในน้ำแช่
*ข้าว				
1. ข้าวลงถังแช่น้ำที่ (t=0)	5×10^2	1.8×10^3	2.7×10^3	$< 10^2$
2. ข้าว 2 ชั่วโมง	1.23×10^4	4.7×10^4	2.3×10^3	3.3×10^3
3. ข้าว 2.30 ชั่วโมง	1.5×10^4	4.4×10^4	3×10^3	6×10^2
4. ข้าว 3 ชั่วโมง	5×10^2	1.26×10^3	3.9×10^3	6.2×10^2

รูปที่ 2.



สรุป

1. จากวิธีการลดปริมาณจุลินทรีย์ด้วยการล้างข้าวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 1,000 และ 2,000 ppm พบว่า หลังจากแช่ข้าวเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบมีปริมาณไม่แตกต่างกัน
2. จากวิธีการเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ 2.3 ชั่วโมง จะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ คือ ปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบจะลดลงจากเดิม 10-1,000 เท่า ซึ่งถ้าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นจะสามารถลดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ได้มากยิ่งขึ้น สำหรับวิธีการผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำแช่ ปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจพบจะมีปริมาณคงที่ตั้งแต่ข้าวเริ่มต้นจนถึงข้าวแช่ 3 ชั่วโมง
3. เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ตรวจพบในข้าวแช่ 3 ชั่วโมง สามารถเรียงตามลำดับจากปริมาณน้อยไปหามาก ได้แก่ ตัวอย่างที่ใช้ H_2O_2 10,000 ppm < 5,000 ppm < 1,000 ppm < 2,000 ppm < 5,000 ppm (ล้างถึงแช่ด้วยน้ำ) < 2,000 ppm (ผสม H_2O_2 ในน้ำแช่) < 1,000 ppm (ผสม H_2O_2 ในน้ำแช่) < แช่ปกติแบบไม่ล้างด้วยคลอรีนและไม่เติม H_2O_2 จะเห็นได้ว่าการผสมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในน้ำแช่มีผลในการลดปริมาณจุลินทรีย์น้อย แต่มีข้อดีคือสามารถที่จะรักษาระดับของปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ได้ใน 3 ชั่วโมงแรกของการแช่และทำให้ข้าวขาวกว่าตัวอย่างอื่น ๆ (จากการสังเกตด้วยตาเปล่า)

ข้อเสนอแนะในการทำงานเกี่ยวกับการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตแป้งข้าว

1. ควรทำการตรวจเช็คเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ก่อนและหลังการทดลองทุกครั้ง
2. ควรศึกษาข้อมูลการใช้เครื่องมือให้ละเอียด เพื่อการปฏิบัติงานที่ราบรื่น
3. ก่อนการทดลองทุกครั้ง ควรวางแผนการทดลองให้มีความเหมาะสมกับเวลาทำงาน เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีที่สุด
4. เมื่อจะลงมือทำการทดลอง ควรสำรวจบริเวณที่จะทำการทดลองและบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างมาตรวจให้ละเอียด และทำการตรวจเช็คเวลาในการผลิตแต่ละกระบวนการ เพื่อการทำงานที่ราบรื่นและเรียบร้อย
5. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้เพียงพอ เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์ที่ยังไม่เพียงพอสำหรับการทดลองที่มีตัวอย่างมากมาย ดังนั้นจะต้องมีการเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลาที่ทำการทดลอง

สรุปผลการปฏิบัติงาน

จากการปฏิบัติงาน ณ บริษัท เยนเนอรัล ฟู้ด โปรดักส์ จำกัด ในแผนกควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้ได้รับประโยชน์หลาย ๆ ด้านดังนี้

1. ด้านสังคม
 - รู้จักการวางตัวให้เข้ากับบุคคลระดับต่าง ๆ ในบริษัทฯ
 - เข้าใจระบบการทำงานจริงในบริษัทฯ
 - ได้รับประสบการณ์ในการทำงานจริง
2. ด้านทฤษฎี
 - ได้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องการตรวจเชื้อจุลินทรีย์, ISO 9002, GMPs และประเภทของสารทำความสะอาดและสารฆ่าเชื้อ
3. ด้านปฏิบัติ
 - เข้าใจวิธีการ และสามารถตรวจสอบคุณภาพของแป้งข้าวของบริษัทฯ ได้เป็นอย่างดี
 - มีความรู้ในเรื่องวิธีการผลิตแป้งข้าวและหลักการทำงานของเครื่องจักรในโรงงาน
 - มีความรู้ และสามารถที่จะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาได้เป็นอย่างดี
 - พัฒนาทักษะในการปฏิบัติงานให้มีมากขึ้น

ซึ่งจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้ประสบการณ์ในการทำงานจริง ที่สามารถนำไปปรับปรุงทักษะ และหลักการทำงานที่ดีได้ต่อไป

บรรณานุกรม

- ทองต่อ เข้มประทุม และบุญถิ่น อัตถากร.2515.วิชาวิทยาศาสตร์-เคมี.กรุงเทพฯ: องค์การคำคุณฐา.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์.2538.เทคนิคทางเคมี.กรุงเทพฯ.ห้างหุ้นส่วนจำกัด: ปรกาศพฤษ.
- สุนทรี พริยกิจ.2506.วิชาวิทยาศาสตร์ตอน 8: เคมี.กรุงเทพฯ: องค์การคำคุณฐา.
- Athur and Elizabeth rose.1968.The condensed Chemical Dictionary.Texas city: Port Arthur.
- Grssne G. Harley.The condensed Chemical Dictionary.New York: Van Nortrand reinhold company.
- Marriott N.G.1994.Principles of Food Sanitation.Third Edition.Chapman and hall Inc., New York: USA.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สารทำความสะอาด

ประเภทของสารทำความสะอาด

ส่วนใหญ่สารทำความสะอาดที่ถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจัดประเภทตามส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมเป็นการรวมผลิตภัณฑ์เพื่อผลิตสารทำความสะอาดหนึ่งชนิด ซึ่งมีลักษณะเฉพาะ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำความสะอาดส่วนใหญ่ที่ใช้จะใช้ในอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในอุตสาหกรรมอาหารและขั้นตอนต่างๆ ในโรงงาน

สารทำความสะอาดที่เป็นเบส (Alkaline Cleaning Compounds)

ในการจัดจำแนกประเภทของสารทำความสะอาดตามระดับของ pH สามารถจัดจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

1. เป็นกรด ค่า pH จะอยู่ในช่วง 0-7
2. เป็นกลาง ค่า pH = 7
3. เป็นเบส ค่า pH จะอยู่ในช่วง 7-14

สารทำความสะอาดชนิดเบสแก่ (Strongly Alkaline Cleaners)

สารทำความสะอาดชนิดนี้ความสามารถในการทำในการทำปฏิกิริยาสูงและเกิดการกัดกร่อนอย่างรุนแรง ทำให้เกิดรอยไหม้ แผลเปื่อย และผิวหนังเป็นแผลเป็น เมื่อสัมผัสเป็นเวลานานขึ้นจะทำลายเนื้อเยื่ออย่างถาวร การสูดดมควันหรือหมอกทำให้ทางเดินหายใจขัดข้องการผสมสารทำความสะอาดประเภทนี้กับน้ำทำให้เกิดปฏิกิริยา exothermic ความร้อนจะเป็นสาเหตุทำให้สารละลายเดือดหรือทำให้กลายเป็นไอ ทำให้เกิดการระเบิดของละอองฝอยจำนวนมากที่อยู่ใกล้เคียงกับสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน

ตัวอย่างของสารทำความสะอาดประเภทเบสแก่ ได้แก่ sodium hydroxide (ที่มีฤทธิ์กัดกร่อน) และ silicates ที่มีอัตราส่วนระหว่าง nitrous oxide: silicon dioxide ($N_2O:SiO_2$) สูง การเติม silicates มีแนวโน้มที่จะสามารถลดการกัดกร่อนและปรับปรุงกลิ่นที่ฉุนได้และจะล้างคุณสมบัติของโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ สารทำความสะอาดตัวนี้จะถูกใช้กับพวกสิ่งสกปรกหนัก (heavy soils) ต่าง ๆ อย่างเช่นสิ่งสกปรกที่มาจากการเตาอบ และปล่องควัน และมีผลเล็กน้อยกับตะกอนที่ทับถมกัน

สารทำความสะอาดชนิดออกฤทธิ์ปานกลาง (Heavy-duty Alkaline Cleaners)

เป็นสารที่มีความสามารถในการทำเกิดปฏิกิริยาปานกลาง และโดยทั่วไปจะมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนเล็กน้อย เมื่อสัมผัสกับร่างกายจะสามารถชะล้างไขมันออกจากผิว ผิวที่เกิดการแพ้จะทำให้เกิดการติดเชื้อได้ ส่วนผสมในสารทำความสะอาดตัวนี้อาจจะเป็น sodium metasilicate, sodium hexametaphosphate, sodium pyrophosphate และ trisodium phosphate การเติม sulfites ลงไปจะมีแนวโน้มที่จะลดการกัดกร่อนในกระป๋องที่เคลือบดีบุกและกระป๋องโลหะได้ สารทำความสะอาดชนิดนี้มักถูกใช้ในระบบ CIP, การฟ้นฝอยด้วยความดันสูงหรือระบบการทำงานด้วยเครื่องจักรอื่น ๆ เป็นสารทำความสะอาดสำหรับกำจัดไขมันได้อย่างดีเยี่ยม แต่ไม่สามารถควบคุมจำนวนของตะกอนที่ทับถมกันได้

สารทำความสะอาดชนิดเบสอ่อน (Mild Alkaline Cleaners)

เป็นสารละลายที่ถูกใช้เป็นประจำและถูกใช้สำหรับการทำความสะอาดด้วยเมื่อมีสิ่งสกปรกบริเวณต่าง ๆ เพียงเล็กน้อย ตัวอย่างของสารชนิดนี้ คือ Sodium carbonate, sodium sesquicarbonate, tetrasodium pyrophosphate, phosphate water conditioner (sequesters) และ alkylarylsulfonates (ทำความสะอาดพื้นผิวหน้า=surfactante) เป็นสารที่มีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับน้ำอ่อนได้ดี (water softening) แต่จะไม่สามารถควบคุมจำนวนของตะกอนที่ทับถมกันได้ sodium carbonate เป็นสารทำความสะอาดชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติเป็นเบส ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เริ่มต้น

ตารางที่ 1ก เป็นตารางสรุปเกี่ยวกับลักษณะการใช้ทั่วไปของสารทำความสะอาดชนิดที่เป็นเบส และการเปรียบเทียบคุณสมบัติในการเป็นอิมัลชัน เป็นสารทำความสะอาด และการกัดกร่อน

สารทำความสะอาดประเภทเบส	pH ของ สาร ละลาย 0.5 %	คุณสมบัติการ ทำความสะอาด ^a	การกัดกร่อน ^a	คุณสมบัติการเป็น อิมัลชัน
Sodium hydroxide	12.7	2.5	3.5	1.5
Sodium orthosilicate	12.6	3.0	2.3	1.8
Sodium sesquisilicate	12.8	2.0	2.0	1.5
Sodium metasilicate	12.0	3.8	0.8	2.0
Trisodium phosphate	11.8	3.5	2.3	2.0
Soda ash	11.3	1.5	2.3	1.5
Tetrasodium pyrophosphate	10.1	3.5	1.6	0.0
Sodium sesquicarbonate	9.7	1.3	0.5	1.0
Sodium tripolyphosphate	8.8	2.0	1.5	0.0
Sodium tetrphosphate	8.4	3.0	0.8	0.0
Sodium bicarbonate	8.2	1.5	2.3	1.5

ที่มา: Anon. (1976)

ฐานของคะแนนที่กำหนด(a) 0 คือ ไม่มีคุณสมบัติที่ระบุ และ 4 คือ มีคุณสมบัติที่ระบุดีมาก

สารทำความสะอาดที่เป็นกรด (Acid Cleaning Compounds)

สารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นกรด จะถูกใช้เพื่อกำจัดวัสดุที่พอกติดพื้นผิว และแร่ธาตุที่ทับถมกัน ซึ่งจะมีประสิทธิภาพเป็นพิเศษในการกำจัดแร่ธาตุที่ทับถมกันที่เป็นสาเหตุมาจากการใช้สารทำความสะอาดพวกเบสหรือสารทำความสะอาดตัวอื่นๆ สาเหตุที่พบแร่ธาตุในน้ำที่ตกตะกอนทับถมกันเมื่อน้ำมีอุณหภูมิ 80 °ซ หรือสูงกว่า แร่ธาตุที่ตกตะกอนจะยึดเกาะกับพื้นผิวที่เป็นโลหะและจะปรากฏการเกิดสนิมหรือส่วนที่มีลักษณะขาวซีด ปฏิกิริยาของสารทำความสะอาดจะเห็นได้ชัดเจนเนื่องจากแร่ธาตุที่ตกตะกอนจะสามารถละลายในน้ำและง่ายต่อการกำจัด

กรดประเภทอินทรีย์ ได้แก่ citric, tartaric, sulfamic และ gluconic ซึ่งกรดที่กล่าวมาทั้งหมดมีคุณสมบัติเป็นน้ำอ่อน ล้างออกง่าย และไม่กัดกร่อน หรือไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ส่วนประเภทอนินทรีย์สามารถกำจัดและควบคุมแร่ธาตุที่ตกตะกอนทับถมกันได้ แต่จะกัดกร่อนและทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังอย่างยิ่ง สารทำความสะอาดที่เป็นกรดเป็นสารทำความสะอาดชนิดพิเศษใช้เฉพาะเจาะจงและยังไม่ใช่ที่ยอมรับในประสิทธิภาพ เมื่อนำมาใช้ทำความสะอาด ประสิทธิภาพของกรดจะเป็นตัวประสานสิ่งสกปรกต่าง ๆ เช่น ไขมัน น้ำมัน และโปรตีน เป็นต้น ซึ่งจะมีลักษณะตรงข้ามกับสารทำความสะอาดที่เป็นเบส ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการเป็นตัวแยกตัวประสานออกจากกัน(สิ่งสกปรก)ทำให้แรงยึดเกาะลดลง ส่วนสารทำความสะอาดแบบกรดไม่สามารถทำหน้าที่นี้ได้เลย

สารทำความสะอาดประเภทกรดแก่ (Strongly Acid Cleaners)

สารทำความสะอาดประเภทกรดแก่เป็นสารที่สามารถกัดกร่อนคอนกรีต โลหะทั่วไป และเสื้อผ้า สารตัวนี้เมื่อถูกความร้อนจะผลิตสารที่กัดกร่อนและมีแก๊สพิษ ซึ่งทำลายปอดได้ สารทำความสะอาดประเภทกรดแก่จะถูกใช้ในการทำความสะอาดเพื่อกำจัดวัตถุหรือแร่ธาตุที่ยึดเกาะพอกหนาอยู่ตามพื้นผิวของวัสดุต่าง ๆ และเป็นฟิล์มสีคล้ำหรือสีขาวขีดติดตามอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เราจะทำความสะอาด

สารที่ใช้ ได้แก่ hydrochloric muriatic, hydrofluoric sulfamic, sulfuric และ phosphoric acid สารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการกัดกร่อน เช่น potassium chromate สำหรับใช้ในสารละลาย nitric acid หรือ butylamine สำหรับใช้ในสารทำความสะอาด hydrochloric acid ซึ่งอาจจะเติมหรือไม่ก็ได้ กรด phosphoric และ hydrofluoric ทั้งคู่สามารถทำความสะอาดโลหะให้สะอาดและใสสะอาดอย่างแน่นอน อย่างไรก็ตามกรด hydrofluoric จะมีอันตรายเมื่อแตะต้องเพราะมีแนวโน้มที่จะเกิดปริมาณไฮโดรเจนในระหว่างการให้

สารทำความสะอาดประเภทกรดอ่อน (Mildly Acid Cleaners)

สารทำความสะอาดประเภทกรดอ่อน (เจือจางมาก) มีฤทธิ์กัดกร่อนเล็กน้อยมากและอาจเป็นสาเหตุของอาการแพ้ เมื่อถูกผิวหนังและตา ตัวอย่างของสาร เช่น levulinic, hydroxyacetic, acetic และ gluconic acid สารที่ทำให้เปียกและสารที่ป้องกันการกัดกร่อน เช่น 2-naphthoquinoline, acridine, 9-phenylacridine ซึ่งอาจจะมีการเติมลงไป

สารทำความสะอาดประเภทสังเคราะห์ขึ้นเอง (Synthetic Detergents)

ส่วนประกอบหลักของสารทำความสะอาดที่ทำหน้าที่คล้ายสบู่ โดยสามารถรวมตัวกับไขมัน น้ำมัน และจาระบีได้ ยกเว้นพวกที่ไม่ทำให้เกิดไขมันขึ้น ไฮโดรฟลิคจะก่อให้เกิดไขมันนมของสบู่ในน้ำกระด้างซึ่งไม่ใช่ลักษณะของสารสังเคราะห์ สารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้นจะมีลักษณะ “elite” ของสารที่กระทำกับพื้นผิว เพราะจะมีการเติมปริมาณน้อยกว่า จะส่งเสริมให้วัตถุเปียก และไม่เกิดการรวมตัวกันและทำให้สิ่งสกปรกลอยตัว สารทำความสะอาดแบบสังเคราะห์ขึ้นเอง อาจจัดแบ่งเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ คือ

1. Cationic wetting agents (เช่น quaternary ammonia)

โดยปกติจะเป็นสารฆ่าเชื้อมากกว่าเป็นสารที่ทำให้เปียกเป็นพวกที่มีไอออนเป็นบวกในส่วนที่เป็นน้ำสารทำความสะอาดประเภทนี้เป็นสารทำให้เปียกที่เร็ว แม้ว่าจะเป็นสารฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่รุนแรง

2. Anionic wetting agents

มีไอออนเป็นลบ เมื่ออยู่ในสารละลาย โดยปกติจะถูกใช้เป็นสารที่ทำให้เปียกในการทำทำความสะอาด เพราะมีคุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่เป็นเบสและมีคุณสมบัติที่ทำให้เปียกที่ดี ไอออนลบจะแตกต่างจากไอออนบวกโดยจะไม่รวมตัวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ทางเคมีของแบคทีเรีย

3. Nonionic wetting agents

มีประจุเป็นศูนย์เมื่ออยู่ในส่วนที่เป็นน้ำ ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพทั้งสภาวะที่เป็นกรดและเบส สารที่ทำให้เปียกจะเป็นสาเหตุการเกิดฟองสูงในการผลิตสารทำความสะอาด ปัญหาหลักที่พบในการผลิตที่มีจำนวนฟองมาก ๆ คือทำให้เกิดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลในระบบ ดังนั้นสารที่ใช้ในการทำทำความสะอาดที่มีประสิทธิภาพดี คือ ต้องไม่มีฟอง ข้อดีข้อหนึ่งของ Nonionic wetting agents คือจะไม่เกิดผลกระทบในน้ำกระด้าง สารที่ทำให้เปียกทำหน้าที่สำคัญในการทำทำความสะอาด สารทำความสะอาดจะมีคุณสมบัติการเป็นอิมัลชัน(emulsifying) การทำให้เกิดการกระจาย (dispersion) และความสามารถในการทำให้เปียก เป็นสารที่ไม่กัดกร่อนและไม่เกิดการระคายเคืองและโดยปกติจะสามารถล้างออกได้ง่ายมากจากเครื่องมือและพื้นผิวอื่นๆ คุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้นมีอิทธิพลจากโมเลกุลที่ไม่ละลายน้ำ(hydrophobe)และส่วนที่ละลายน้ำ(hydrophile)

ตารางที่ 2ก คุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้น

สาร	ปฏิกิริยาต่อพื้นผิว			ความคงตัว		
	เกิดฟอง	เป็นอิมัลชัน	เป็นสารทำความสะอาด	กรด	เบส	น้ำกระด้าง
Anionic						
Soaps	ดี	พอใช้	ดีมาก	ไม่เลย	ดี	เลว
Sulfated alcohols	สูง	พอใช้	ดีมาก	พอใช้	พอใช้	พอใช้/ดี
Sulfated olefins	ดี	ดี	ดี	พอใช้	พอใช้	พอใช้
Sulfated oils	ต่ำ	ดี	เลว	ดีมาก	พอใช้	ดี
Sulfated monoglycerides	ดี	ดี	ดี	พอใช้	พอใช้	ดี
Sulfated amides	ดี	ดี	ดี	เลว	ดี	ดี
Alkyl aryl polyether sulfated	สูง	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี
Alkyl sulfonates						
“Petronates”	ต่ำ	ดี	เลว	ดีมาก	ดี	พอใช้
“Nytron”	ดี	พอใช้	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดี
Sulfonated amides	สูง	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
Sulfosuccinate	ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
Sulfonated ethers	สูง	ดี	ดีมาก	ดี	ดี	ดี
Alkyl aryl sulfonates	สูง	พอใช้	ดีมาก	ดี	ดี	ดี
Heterocyclic sulfonates	ดี	พอใช้	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
Cationic						
Tertiary amines	พอใช้	พอใช้	พอใช้	เลว	ดี	เลว
Heterocyclic sulfonates	พอใช้	ดี	พอใช้	เลว	ดี	ดี
Quaternary	ดี	ดี	ดี	พอใช้	พอใช้	เลว

ตารางที่ 2ก แสดงคุณสมบัติของสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้น (ต่อ)

สาร	ปฏิกิริยาต่อพื้นผิว			ความคงตัว		
	เกิดฟอง	เป็นอิมัลชัน	เป็นสารทำความสะอาด	กรด	เบส	น้ำ กระด้าง
Nonionic						
Amine fatty acid condensate	สูง	ดีมาก	ดี	เลว	ดี	ดี
Ethylene oxide fatty acid	ต่ำ	ดีมาก	ดีมาก	พอใช้	พอใช้	ดีมาก
Alkyl aryl polyether alcohols	สูง	ดีมาก	ดีมาก	ดี	พอใช้	ดีมาก
Ethylene oxide fatty alcohols	ต่ำ	ดี	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
Condensate Miscellaneous						
Thioethers	ต่ำ	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก
Pluronic	ต่ำ	ดี	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก

สบู่ (Soaps)

สบู่ทำขึ้นโดยใช้ปฏิกิริยาของสารประกอบที่เป็นเบสกับ fatty acid สบู่จะเป็นเกลือของ carboxylic acid การผลิตสบู่ทางการค้าโดยทั่วไปทำมาจาก lauric(C12) เป็น stearic (C18) ของชุดอนุกรม fatty acid, naphthenic acids, rosin และ monovalent alkalis (เช่น sodium, potassium, ammonium) หรือเกลือของเอมีน สบู่ไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำในน้ำกระด้าง และโดยทั่วไปจะไม่ถูกกระตุ้นโดยสารละลายเป็นกรด

สารทำความสะอาดเป็นตัวทำละลาย (Solvent Cleaners)

เป็นสารพวกอีเทอร์หรือแอลกอฮอล์สามารถละลายสิ่งสกปรกที่ตกตะกอนทับถมกันได้ โดยทั่วไปจะใช้เป็นประจำสำหรับทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่มีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เช่น น้ำมันเครื่อง และจาระบี เนื่องจากส่วนมากสิ่งสกปรกชนิดอินทรีย์สารสามารถเกิดปฏิกิริยาสะเทิน (saponified) กับสารทำความสะอาดที่มีฤทธิ์เป็นเบสซึ่งสารทำความสะอาดแบบเบสและที่เป็นกลางมักจะใช้มากกว่าแต่สารทำความสะอาดแบบตัว ทำละลายก็มักใช้เป็นประจำเช่นกัน ถ้าพบว่าปริมาณปิโตรเลียมจำนวนมาก ซึ่งมักจะไม่มีพบสิ่งสกปรกที่เป็นโปรตีน และจาระบีในโรงงานที่มีการบำรุงรักษาอย่างดี รวมทั้ง มอเตอร์, กระจุกเกียร์, pallet trucks, fork trucks ก็ไม่พบสารชนิดนี้จะใช้เมื่อต้องการกำจัดสิ่งสกปรกที่ตกค้างอยู่ในเครื่องมือ ซึ่งสิ่งสกปรกจะไม่พบเห็นโดยตรงที่บริเวณพื้นผิวแต่จะเป็นการประมาณความสกปรกภายในเครื่อง สารนี้ผลิตจากสารระเหยชนิดต่าง ๆ จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและการรวมตัวกับสารที่ทำให้เปียก, water softeners และสารเติมแต่งอื่น ๆ Heavy-duty solvent cleaners สำหรับการใช้น้ำไม่มีน้ำ สารทำความสะอาดเป็นตัวทำละลายที่มีปริมาณตัวทำละลายน้อยสามารถรวมตัวกับน้ำและยังคงสามารถกำจัดจาระบีได้

ตารางที่ 3ก การแยกประเภทและลักษณะของแหล่งที่ใช้สบูทำความสะอาดในอุตสาหกรรม

ประเภท	ลักษณะ	แหล่ง	การใช้	ลักษณะอื่น ๆ
Sodium soaps Tallow	ของแข็ง	ไขมันสัตว์	ทั่วไป	ใช้ได้มากกับน้ำร้อน
Castile	ของแข็ง, แป้งเปียก, ของเหลว	น้ำมันพืช	งานหนัก	ปฏิกิริยาปานกลาง
Coconut	ของแข็ง	มะพร้าว	ทั่วไป	ให้ฟองมาก
Tall	ของแข็ง	วัสดุจากการทำกระดาษ	ทั่วไป	ไม่แพง
Rosin	นุ่ม	น้ำมันสนดิบ	ทั่วไป	ไม่แพง
Potassium soaps Liquid scrub	นุ่ม	ไขมันสัตว์และน้ำมันพืช	ทั่วไป	นุ่มกว่าสบู่พวกโซเดียม
Coconut hand soap	ของแข็ง	ผสมน้ำมันมะพร้าวกับน้ำมันพืชหรือจากกรดไขมันอิสระในมะพร้าว	สบู่แข็ง	คงตัวปานกลาง, ละลายน้ำได้ดีมาก
Amine	ของแข็ง	กรดไขมันอิสระ, ส่วนผสมในสารทำความสะอาดทั่วไป	ทั่วไปและผลในการขจัดกรดอินทรีย์	ละลายในน้ำและสารระเหยพวกอินทรีย์สาร, อิมัลชันที่ดี

สารประกอบพวกกรด (Acid compounds)

กรดอาจจะใช้ในสารทำความสะอาดที่สังเคราะห์ขึ้นสำหรับทำความสะอาดพวกเบสที่มีความไวต่อพื้นผิว เช่น พื้นที่ทำสี หรือเคลือบด้วยน้ำมันชักเงาที่มีฝุ่นจับ โดยเบสมีความไวต่อพื้นผิวชนิดนี้และการทำความสะอาดโลหะที่มีน้ำหนักเบา กรดที่มีประโยชน์ในการป้องกันความไวต่อพื้นผิวมีดังนี้

- Phosphoric acid จะใช้ทำความสะอาดโลหะก่อนที่จะทาสี เนื่องจากกรดจะกำจัดสนิมและเศษโลหะเมื่อกำจัดแล้วจะไม่เกิดปฏิกิริยากับผิว
- Oxalic acid ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดสนิมของเหล็กออกไซด์ที่ไม่ดึงดูดโลหะ ข้อควรระวังในการใช้คือ กรดสามารถทำปฏิกิริยากับน้ำกระด้างแล้วทำให้อยู่ในรูปของ calcium oxalate ที่ทำให้เกิดสารพิษขึ้นอย่างรวดเร็ว
- Citric acid ไม่ผลิตสารพิษ แต่จะไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสนิมที่เกิดจากกรด Oxalic
- Gluconic acid สามารถกำจัดฟิล์มของเบสและโปรตีน เนื่องจากฝุ่นละอองต่าง ๆ กรดนี้ไม่เป็นพิษ
- Sodium bisulfate เป็นสารที่มีราคาถูกและเป็นแหล่งของกรดที่เป็นของแข็ง สำหรับสารทำความสะอาดชนิดกรดที่เป็นผง (Heavy-duty powdered acid cleaners)

Protective Colloids and Suspending Agents

Hydrophilic Colloids จะป้องกันการตกตะกอนที่ทับถมกันย้อนกลับในการทำมาสะอาดพื้น ตัวที่ใช้ปกติทั่วไป คือ พวกที่เป็นคอลลอยด์, thickener และสารแขวนลอย ตัวอย่าง เช่น gelatin, glue, starch, sodium cellulose sulfate, hydroxyethyl cellulose และ carboxymethyl cellulose สารตัวอื่นที่มีคุณสมบัติการช่วยป้องกัน ได้แก่

- Low- alkaline, high-silica compounds เช่น glassy หรือ colloidal silicates, metasilicates และ sodium chromate และgelatin ซึ่งยับยั้งดินุกและอลูมิเนียม (Aluminum spangling)
- Sodium chromate หรือ dichromate, บอแรกซ์ และโซเดียมไนเตรท ในสารทำความสะอาดที่เป็นกลาง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการกัดกร่อนเหล็กกล้า และที่มีส่วนประกอบของเหล็ก
- Metasilicated และ colloidal silicates เป็นสารที่ป้องกันไม่ให้แก้วและพื้นผิวที่เคลือบด้วยสารใสกลายแก้ว ถูกการกัดกร่อน
- Sodium Sulfite, Sodium Fluorosilicate และ Metabisulfite จะไปลดสารในระบบการทำมาสะอาดให้น้อยลง และป้องกันพื้นผิวของกระป๋องที่เคลือบดินุก และงานที่เคลือบดินุก โดยกำจัดออกซิเจนที่ละลายอยู่จากการล้างด้วยสารละลาย

สารที่ใช้ในการขัดถู (Scouring compound)

โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตจะใช้สารทำความสะอาดที่ใช้ขัดถูที่มีความเฉื่อย หรือเป็นเบสอ่อน สารนี้โดยทั่วไปมีส่วนของสบู่ที่หลากหลาย และจัดเตรียมไว้สำหรับการขัดถูด้วยแปรงหรือฟองน้ำโลหะ สารที่ใช้สำหรับขัดที่เป็นกลาง จะเป็นสารที่ใช้ทำความสะอาดพวกกรดเป็นประจําเพื่อกำจัดตะกอนของเบสที่ทับถมกัน และวัสดุสารที่พอกติดสิ่งที่ทำมาสะอาด สารที่ใช้ทำความสะอาดด้วยการขัดถูต้องระมัดระวังเมื่อทำความสะอาดเครื่องมือพวกสแตนเลสสตีล เพื่อไม่ให้เกิดรอยขีดข่วน

สารที่ใช้ขัดถูชนิดเบสอ่อน (Slightly Alkaline Scouring Compounds)

สารที่ทำมาจากเบสอ่อน และใช้สำหรับตะกอนของสิ่งสกปรกที่น้ำหนักเบา พวกบอแรกซ์และโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารที่มีข้อจำกัดของความสามารถในการทำมาสะอาดและความสามารถในการเป็นมัลชัน สารที่ใช้ขัดถูชนิดเป็นกลาง (Neutral Scouring Compounds) เป็นสารที่ทำมาจากพื้นดิน ประกอบด้วย เถ้าจากภูเขาไฟ, seismotites, หินพัมมิชที่มีรูพรุน, silica flours และ feldspar จะพบว่าอาจจะใช้ในการทำความสะอาดแบบผงและ/หรือแบบเปียก ซึ่งใช้ในสำหรับการทำความสะอาดแบบขัดและถู

การเลือกใช้สารทำความสะอาด

สารที่ใช้ทำความสะอาดจะเลือกใช้ตามชนิดของสิ่งสกปรก โดยทั่วไปสิ่งสกปรกพวกอินทรีย์สารจะสามารถถูกกำจัดออกอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้สารทำความสะอาดประเภทต่าง ตามจุดประสงค์ของการทำความสะอาด พวกตะกอนและสิ่งสกปรกของไขมัน และโปรตีนจะใช้สารทำความสะอาด คือ heavy-duty alkaline ตะกอนและสิ่งสกปรกอื่น ๆ จะไม่สามารถกำจัดโดยใช้สารทำความสะอาดพวกต่าง ควรใช้พวกกรดแทน สารที่ใช้

เป็นประจำสำหรับทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วย คือ ฟอสเฟต หรือ พวกลิวทอนินทรีย์ของคลอรีน ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความสำคัญในการกำหนด เพื่อให้ใช้สารทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพมีดังนี้

ลักษณะของสิ่งสกปรก (Soil Characteristics)

ปริมาณของสิ่งสกปรกเป็นตัวกำหนดสารทำความสะอาดพื้นผิว (Surfactants) และ Sequestrant ที่อาจจะต้องใช้ ซึ่งเป็นผลต่อการกำจัดสิ่งสกปรกออก โดยใช้สารทำความสะอาดแบบต่างและกรด สิ่งสกปรกที่ตกค้างอยู่จะเป็นปัจจัยที่ใช้เลือกสารทำความสะอาดในระดับที่เหมาะสม ชนิดของสิ่งสกปรกจะเป็นตัวกำหนดประเภทของสารทำความสะอาดที่ต้องใช้ ลักษณะของสิ่งสกปรกจะเป็นตัวกำหนดสารที่ช่วยในการทำความสะอาด ซึ่งสุดท้ายมักพิจารณาที่ระดับของความสะอาดที่ต้องการ

อุณหภูมิและความเข้มข้นของสารทำความสะอาด

ประสิทธิภาพ ปฏิกริยาของสารทำความสะอาดจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและความเข้มข้นของสารทำความสะอาดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิ ($\sim 55^{\circ}\text{C}$) และความเข้มข้นของสารที่สูงจะเป็นตัวที่สนับสนุนปฏิกิริยาทางเคมีของสารทำความสะอาด สามารถทำให้โปรตีนของสิ่งสกปรกเกิดการแปรสภาพ (Denature) ซึ่งสามารถลดปริมาณสิ่งสกปรกให้ลดน้อยลงลงอย่างมีประสิทธิภาพ

เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด

สารทำความสะอาดสัมผัสกับสิ่งสกปรก และพื้นผิวที่ทำความสะอาดเป็นเวลานานมากพอ วิธีที่ใช้ในการทำความสะอาดและลักษณะของสารมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด

แรงกลที่ใช้

ปริมาณของพลังงานกลที่เกิดจากการทำให้ปั่นป่วน และใช้การฉีดพ่นฝอยด้วยความดันสูงจะมีผลทำให้สารทำความสะอาดซึมซาบได้ดีและสามารถแยกสิ่งสกปรกจากพื้นผิวได้ ปริมาณแรงที่ทำให้เกิดการปั่นป่วนจะเป็นตัวช่วยกำจัดสิ่งสกปรกอีกด้วย

สารฆ่าเชื้อ

สารฆ่าเชื้อเป็นสารที่ใช้หลังจากการทำความสะอาดหรือลดจุลินทรีย์ที่ก่อโรคและทำให้อาหารเน่าเสียในกระบวนการผลิตอาหารหรือเครื่องมือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการผลิตอาหาร

การปฏิบัติเช่นนี้เพื่อให้มั่นใจว่าอาหารมีความปลอดภัยและเป็นผลิตภัณฑ์ที่สะอาด มีอายุการเก็บรักษาอย่างพอเพียง สิ่งสกปรกที่ยังคงเหลืออยู่ในเครื่องมือเครื่องใช้ จะเกิดการปนเปื้อนโดยเชื้อจุลินทรีย์ เพราะมีสารอาหารจากสิ่งสกปรกในการเจริญเติบโต การทำสิ่งแวดล้อมให้ถูกสุขอนามัยควรทำโดยการกำจัดสิ่งสกปรกและฆ่าเชื้อ สารฆ่าเชื้อจะเป็นตัวป้องกันจุลินทรีย์ ในการใช้สารฆ่าเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องทำการเจือจางอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อที่จะทำปฏิกิริยากับสารฆ่าเชื้อ

วิธีการฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อโดยความร้อน

การฆ่าเชื้อโดยความร้อนจะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเพราะมีความต้องการในการใช้พลังงาน ประสิทธิภาพนี้ขึ้นกับความชื้น อุณหภูมิ และระยะเวลาในการให้อุณหภูมิที่ต้องคงไว้ จุลินทรีย์จะถูกทำลายที่อุณหภูมิหนึ่งถ้ามีระยะเวลาการให้ความร้อนอย่างเพียงพอ วิธีการและการออกแบบเครื่องมือและการออกแบบโรงงานเพื่อที่จะให้ความร้อนเข้าไปในทุกพื้นที่ ควรทำการวัดอุณหภูมิที่พื้นที่นั้นที่ท่อออก แหล่งหลัก ๆ ของการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ คือไอน้ำกับน้ำร้อน

ไอน้ำ การฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำมีราคาสูงเนื่องจากสิ้นเปลืองพลังงานมาก จึงไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ พนักงานมักจะลืมนำน้ำสำหรับทำเป็นไอน้ำ นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ยังไม่เพียงพอในการสเตอริไลส์ ถ้ามีสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์เหลืออยู่ การส่งผ่านความร้อนจะไม่เพียงพอในการการเชื้อจุลินทรีย์

น้ำร้อน การจุ่มเครื่องมือชิ้นเล็ก ๆ เช่น มีด ชิ้นส่วนเล็ก ๆ เครื่องใช้สำหรับรับประทาน และภาชนะบรรจุเล็กๆ ในน้ำร้อน 80 °C หรือมากกว่า และอุณหภูมิอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับการสเตอริไลส์ โปรตีนของจุลินทรีย์จะสูญเสียโครงสร้าง การเทน้ำร้อนใส่ภาชนะบรรจุจะไม่เป็นการสเตอริไลส์ เพราะไม่สามารถรักษาอุณหภูมิให้สูงในระดับสเตอริไลส์ได้ การใช้น้ำร้อนเป็นการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพ ฆ่าเชื้อที่พื้นผิวได้ไม่เฉพาะเจาะจงแต่อย่างใดก็ตามสปอร์ก็คงทนในน้ำเดือดได้เป็นชั่วโมง การสเตอริไลส์โดยวิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ plate heat exchanger และใช้กับเครื่องมือที่จะใช้รับประทาน อุณหภูมิของน้ำเป็นตัวบ่งบอกระยะเวลาที่ใช้ในการสเตอริไลส์ ตัวอย่างเช่นความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลา เช่นอุณหภูมิที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารทั่วไปคือ 85 °C 15 นาที หรือ 80 °C 20 นาที ถ้าเวลาที่สั้นลงความต้องการอุณหภูมิก็ยิ่งเพิ่มขึ้น ปริมาตรของน้ำและอัตราการไหลจะมีอิทธิพลต่อเวลาที่จะเข้าถึงตัวอาหารและความต้องการอุณหภูมิ ถ้าน้ำมีความกระด้างเกิน 60 mg/l น้ำก็จะมีตะกอนที่พื้นผิวที่ทำกรฆ่าเชื้อ เว้นแต่จะเป็นน้ำอ่อน น้ำร้อนมีข้อดีคือไม่เป็นพิษ

การฆ่าเชื้อโดยใช้รังสี

รังสีความยาวคลื่นประมาณ 2500 Å ในช่วงของแสงยูวีหรือแกมมาที่มีพลังงานสูงจะทำลายจุลินทรีย์ได้ แสงยูวีจะใช้ในรูปของหลอดไฟโปรทความดันต่ำใช้ฆ่าจุลินทรีย์ในโรงพยาบาลหรือตามบ้านเรือน ตัวอย่างเช่นการฆ่าเชื้อในเครื่องดื่มหรือน้ำ กระบวนการผลิตอาหารในยุโรป แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดในผักผลไม้และเครื่องเทศ และไม่มีประโยชน์ในเครื่องมือเครื่องใช้ในโรงงานอาหารและการบริการอาหารเพราะมีข้อจำกัด ช่วงในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สั้นไม่เพียงพอในการใช้ในการปฏิบัติการ จะทำให้แบคทีเรียด้านทานรังสี รังสีจะสามารถฆ่าจุลินทรีย์โดยจะดูดซับไปในฝุ่นผง แผ่นฟิล์มหรือซี่ฟันบาง ๆ และสารละลายขุ่น

การฆ่าเชื้อโดยสารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาหารและการปฏิบัติการมีอย่างหลากหลายเป็นสารประกอบเคมีและสารทำปฏิกิริยา ขึ้นกับสถานะที่ใช้ โดยปกติความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อมากจะทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และควรทราบคุณสมบัติของสารเคมีทำความสะอาดแต่ละชนิดเพื่อการเลือกใช้

อย่างเฉพาะเจาะจงสารเคมีจะไม่มีความสามารถในการทะลุทะลวงเชื้อจุลินทรีย์จะแตกกระจายแยก และสิ่งสกปรกที่เป็นสารอินทรีย์อาจไม่ถูกทำลายทั้งหมดสารทำความสะอาดจะมีประสิทธิภาพมากเมื่อใช้คู่กับสารทำความสะอาด อุณหภูมิของสารทำความสะอาดควรอยู่ในช่วง 55 °C หรือต่ำกว่า และไม่ควรมีสิ่งสกปรก ประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ (โดยเฉพาะสารฆ่าเชื้อแบบเคมี) จะมีผลต่อปัจจัยทางกายภาพ - เคมี เช่น

เวลาในการฆ่าเชื้อ: เชื้อจะมีระยะเวลาการตายเป็นแบบลอการิทึม 90% ของจุลินทรีย์ทั้งหมดจะถูกฆ่าในหนึ่งหน่วยเวลา และ 90% ถัดไปที่ยังมีชีวิตอยู่จะถูกทำลายในหน่วยเวลาต่อไป เหลือเพียง 1% ของปริมาณเริ่มต้น เชื้อจุลินทรีย์และเซลล์จะมีความทนทานต่อสารฆ่าเชื้อต่างกันขึ้นกับอายุ การเกิดสปอร์และปัจจัยทางกายภาพเพื่อที่จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุณหภูมิ: อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นและอัตราการตายระหว่างการใช้สารเคมีและจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อุณหภูมิสูงกว่าจะมีแรงดันน้อยลง pH เพิ่มขึ้น ความหนืดลดลง และการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่อาจช่วยในการทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ แต่ปกติอัตราในการฆ่าเชื้อจะมากกว่าอัตราในการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ดังนั้นผลของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจึงเพิ่มการทำลายจุลินทรีย์ด้วย

ความเข้มข้น: การเพิ่มขึ้นของสารฆ่าเชื้อจะเพิ่มอัตราการทำลายเชื้อจุลินทรีย์

ความเป็นกรด - ด่าง: การฆ่าเชื้อของสารยังจุลินทรีย์ต่างชนิดกันจะมีช่วงความเป็นกรด-ด่างที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างเพียงเล็กน้อยของอาหารเลี้ยงเชื้อ คลอรีนและสารประกอบไฮโอไดนจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อเพิ่มความเป็นกรด-ด่าง

เครื่องมือในการทำทำความสะอาด: ไฮโปคลอไรท์หรือสารประกอบคลอรีนอื่น ๆ สารประกอบไฮโอไดนและสารฆ่าเชื้ออื่น ๆ สามารถทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรกที่ไม่สามารถกำจัดออกจากอุปกรณ์และพื้นผิวอื่นๆ ได้ การทำความสะอาดพื้นผิวที่ไม่ถูกต้องจะลดประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ

ความกระด้างของน้ำ: สารประกอบแอมโมเนียม (Quaternary ammonium compounds) ไม่เหมาะกับเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียม ไม่ควรใช้น้ำที่มีแคลเซียมมากกว่า 200 ppm ที่ปราศจากสารจับโลหะหรือ chelating agent ถ้าน้ำมีความกระด้างเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อจะลดลง

การจับยึดของแบคทีเรีย: การที่แบคทีเรียจับยึดเข้ากับสิ่งสกปรกจะเพิ่มความสามารถในการต้านทานคลอรีน ปัจจัยอื่นเช่น ข้อจำกัดของสารอาหาร การจับยึด ผลของการต้านทานคลอรีนที่เพิ่มขึ้น

คุณสมบัติของสารฆ่าเชื้อ

สารฆ่าเชื้อควรมีคุณสมบัติดังนี้

- มีคุณสมบัติในการทำลายเชื้อได้หลายชนิดต่อต้าน vegetative cell ของแบคทีเรีย ยีสต์ รา สามารถฆ่าจุลินทรีย์ได้รวดเร็ว
- ทนต่อสิ่งแวดล้อม (มีประสิทธิภาพอยู่ถึงแม้จะมี สารตกค้างของสบู่หรือสารทำความสะอาด น้ำมีความกระด้าง และมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง
- มีคุณสมบัติในการทำทำความสะอาดที่ดี
- ไม่เป็นพิษและไม่ระคายเคือง
- ละลายน้ำได้ในทุกส่วน

- มีกลิ่นที่ยอมรับได้หรือไม่กลิ่น
- มีความเสถียรต่อความเข้มข้นและความเจือจาง
- ง่ายต่อการใช้
- หาได้ง่าย
- ราคาไม่แพง
- ง่ายต่อการตรวจวัด

สารเคมีมาตรฐานที่ใช้ฆ่าเชื้อ ไม่มีประสิทธิภาพสำหรับคุณสมบัติที่ต้องการได้ทั้งหมด สารที่เลือกใช้ควรผ่าน Chamber test (การทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้ออ้างอิง) ควรลดเชื้อได้ 99.999% ของ 75 ถึง 125 ล้านเซลล์ของ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* ภายใน 30 นาที หลังจากใช้ที่ 20 °C ความเป็นกรด-ด่างจะมีผลต่อประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อ สารเคมีฆ่าเชื้อจะถูกแบ่งตามสารที่ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น

สารประกอบคลอรีน

สมบัติทางกายภาพของคลอรีน

ที่อุณหภูมิปกติคลอรีนเป็นก๊าซสีทองอ่อน หรือสีเหลืองแกมเขียว มีกลิ่นฉุนชวนให้สำลัก ถ้ามีอยู่ในอากาศเพียงเล็กน้อยก็จะกัดเยื่อจมูก ลำคอ และปอดเป็นอันตรายได้มาก จึงจัดเป็นก๊าซที่เป็นพิษอย่างร้ายแรง เยอรมันเคยใช้เป็นก๊าซพิษในสงครามโลกครั้งที่หนึ่งมาแล้ว คลอรีนหนักกว่าอากาศ (ความหนาแน่นเป็น 2.5 เท่าของอากาศ) และละลายในน้ำได้ดีพอควร (น้ำ 1 ลบ.ซม. ละลายได้ 4.61 ลบ.ซม. ที่ 0°ซ และ 2.26 ลบ.ซม. ที่ 20°ซ) เนื่องจากสมบัติทั้งสองที่กล่าวมา จึงจำเป็นต้องเก็บก๊าซคลอรีนโดยวิธีแทนที่อากาศขึ้นมา (ปลายล่างของหลอดนำก๊าซจะต้องอยู่ส่วนล่างเกือบถึงก้นกระบอกเก็บก๊าซซึ่งหงายขึ้น) นอกจากจะละลายในน้ำได้ดีแล้ว คลอรีนยังละลายได้ในตัวทำละลายอื่น ๆ เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl₄) ได้ดีอีกด้วย

คลอรีนทำให้เป็นของเหลวได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ โดยใช้ความดันประมาณ 6 บรรยากาศ คลอรีนเหลวมีสีเหลืองแกมเขียวและมีจุดเดือด -34.1°ซ ที่ความดันปกติ ถ้าไว้ในอากาศเหลวจะกลายเป็นของแข็งสีเหลืองอ่อน ซึ่งมีจุดหลอมเหลว -101°ซ คลอรีนมีอุณหภูมิวิกฤติ (Critical Temperature) 140.9°ซ และความดันวิกฤติ (Critical Pressure) 76.1 บรรยากาศ

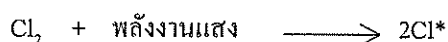
สารละลายของคลอรีนในน้ำเรียกว่า น้ำคลอรีน (Chlorine Water) ซึ่งมีสี กลิ่น และรสเหมือนคลอรีน น้ำคลอรีนนี้ถ้าทำให้เย็นลงจนถึง 0°ซ จะได้ผลึกรูปแปดเหลี่ยมสีเหลือง ซึ่งเป็นไฮเดรตของคลอรีน (Chlorine Hydrate) ซึ่งอาจมีสูตรเป็น Cl₂·8H₂O หรืออย่างอื่นก็ได้ เมื่ออุณหภูมินี้ให้ร้อนจะได้คลอรีนประมาณ 100 เท่า โดยปริมาตรสีเหลืองของน้ำคลอรีนจะค่อย ๆ จางหายไป ถ้าปล่อยทิ้งไว้ และเมื่อถูกแสงแดดก็จะได้ก๊าซออกซิเจน สมบัติทางเคมีของคลอรีน

คลอรีนทำปฏิกิริยาเคมีได้ไวมาก เป็นตัวออกซิไดซิงเอเจนต์ที่ดี สามารถทำปฏิกิริยาได้เป็นอย่างดีกับธาตุและสารประกอบต่าง ๆ คลอรีนถึงจะไม่ติดไฟ แต่ก็ช่วยให้โลหะ อโลหะ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งไฮโดรเจน) และสารประกอบต่าง ๆ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ร้อน) ติดไฟได้ นั่นคือช่วยให้เกิดการสันดาป (Combustion) และทำให้เกิดสารประกอบพวกคลอไรด์ขึ้น

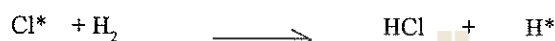
(1) กับไฮโดรเจน คลอรีนกับไฮโดรเจนอาจผสมกันได้อย่างปลอดภัยในที่มืดเพราะปฏิกิริยาเชื่องช้ามาก แต่ถ้าให้ก๊าซผสมนี้ถูกแสง ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงถึงกับระเบิดได้



ปฏิกิริยาเคมีที่แสงทำให้ดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วเช่นนี้ เรียกว่า ปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical Reaction) เมื่อโมเลกุลบางโมเลกุลของคลอรีนรับพลังงานแสงไว้โมเลกุลเหล่านั้นจะแตกออกเป็นอะตอม



อะตอมเช่นนี้จะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของไฮโดรเจนกลายเป็นไฮโดรเจนคลอไรด์กับหนึ่งอะตอมของไฮโดรเจนซึ่งก็ถูกทำให้ไวต่อการทำปฏิกิริยาเคมี



แล้ว H^* นี้ก็จะทำปฏิกิริยาต่อไปกับโมเลกุลของคลอรีน ได้ไฮโดรเจนคลอไรด์พร้อมกับ Cl^* ดังสมการ



Cl^* ที่เกิดขึ้นใหม่นี้ยอมทำให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปเป็นห่วงโซ่ ดังนั้นปฏิกิริยาเช่นนี้จึงเรียกว่า เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) ทำนองเดียวกันกับปฏิกิริยาฟิชชัน (Fission) ของ ^{235}U ที่ให้พลังงานอย่างมหาศาลในระเบิดนิวเคลียร์และปฏิกรณ์นิวเคลียร์

(2) กับโลหะ คลอรีนทำปฏิกิริยาได้กับโลหะต่าง ๆ แต่ไม่ไวเท่าฟลูออรีน ส่วนใหญ่ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการออกซิไดส์โลหะ

แอนติโมนี (พรวง, Sb) ที่เป็นผงจะถูกไหม้ในคลอรีนเป็นฟอสเฟนซึ่งโดยไม่ต้องใช้ความร้อน และเกิดแอนติโมนีไตรคลอไรด์ (SbCl_3) เป็นควันสีขาวทึบ ซึ่งมีประโยชน์ในการทำมันควันและใช้ “เขียนทองฟ้า”

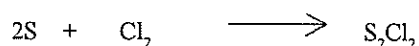


โซเดียมหลอมเหลวรวมอย่างรุนแรงกับคลอรีนให้เปลวไฟสีเหลืองจาง และเกิดเกลือแกง



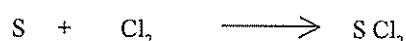
คลอรีนขึ้น ๆ ทำปฏิกิริยาเคมีได้กับโลหะต่าง ๆ แม้แต่กับโลหะที่ปกติทำปฏิกิริยาได้ยาก เช่น ทองคำและแพลตินัมที่ถูกเผาให้ร้อน ส่วนคลอรีนแห้ง ๆ (ที่ไม่มีความชื้น) เกือบจะไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะส่วนมาก ดังนั้นเขาจึงใช้ถังเหล็กกล้าบรรจุคลอรีนเหลวแห้ง ๆ ได้ ถ้ามีความชื้นอยู่ด้วยแม้เล็กน้อย คลอรีนก็จะกัดถังเหล็กให้ผุกร่อนไป

(3) กับอโลหะ คลอรีนทำปฏิกิริยาได้เป็นอย่างดีกับอโลหะหลายชนิด ยกเว้น ไนโตรเจน ออกซิเจนและคาร์บอน เกิดเป็นสารประกอบแบบโคเวเลนต์ เช่น รวมกับกำมะถันได้กำมะถันไดคลอไรด์ (S_2Cl_2)

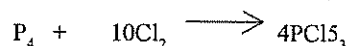
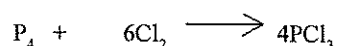


แต่ถ้าคลอรีนมีปริมาณมากเกินไปจะทำปฏิกิริยาให้หมดไปพอดีตามสมการนี้

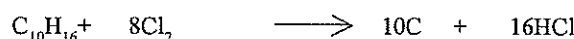
กำมะถันจะถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นกำมะถันไดคลอไรด์



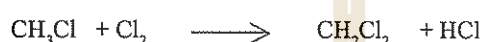
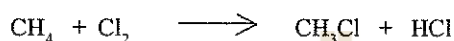
ฟอสฟอรัสจะถูกคลอรีนออกซิไดส์เป็นฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ (PCl_3) หรือฟอสฟอรัสเพนตาคลอไรด์ (PCl_5) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของคลอรีนที่มี



(4) **กัมมันตภาพประกอบบางชนิด** คลอรีนมีสัมพรรคภาพ (Affinity) กับไฮโดรเจนมาก จนสามารถดึงเอาไฮโดรเจนออกจากโมเลกุลของสารประกอบบางชนิดเข้ามารวมกับตัวเองได้ ไฮเทีย (ไฮโดรคาร์บอน) ที่ติดไฟเมื่อใส่ลงไปใ้ในกระบอกคลอรีนจะยังคงติดไฟอยู่ทำให้เกิด HCl และเขม่า (คาร์บอน) น้ำมันสน (Turpentine, $C_{10}H_{16}$) อื่น ๆ จะถูกเป็นไฟขึ้นเมื่อใส่ลงไปใ้ในกระบอกคลอรีน ให้ HCl และเขม่าคาร์บอนเช่นกัน นี่แสดงให้เห็นด้วยว่า คลอรีนมีสัมพรรคภาพกับไฮโดรเจนมาก แต่ไม่มีสัมพรรคภาพกับคาร์บอนนัก



คลอรีนจะทำปฏิกิริยาเช่นเดียวกันนี้อย่างรุนแรงกับมีเทน (CH_4) ในแสงสว่าง แต่แสงพร่าจะทำให้เกิดปฏิกิริยาแทนที่ (Substitution) ไฮโดรเจนด้วยคลอรีนเป็นขั้น ๆ ดังนี้



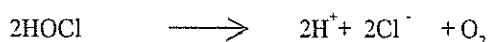
คลอรีนรวมได้โดยตรงกับกำมะถันไดออกไซด์ (SO_2) ให้ซัลฟูริลคลอไรด์ (Sulphuryl Chloride, SO_2Cl_2) และกับคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ให้คาร์บอนิลคลอไรด์ (Carbonyl Chloride, $COCl_2$) หรือที่เรียกว่า ฟอสจีน (Phosgene) โดยมีผงถ่านกระดูกสัตว์เป็นคะตาลีสต์



คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำ ดังนี้



ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันตัวเอง (Auto-oxidation-reduction reaction) ซึ่งเรียกว่าดิสพรอพอร์ชันเนชัน (Disproportionation) โดยคลอรีนอะตอมหนึ่งถูกออกซิไดส์ไปมีสถานะออกซิเดชัน +1 (ใน HOCl) ส่วนอีกอะตอมหนึ่งถูกรีดิวส์ไปมีสถานะออกซิเดชัน -1 (ใน Cl^-) ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาที่ไม่เกิดขึ้นจนสิ้นสุดไปทางใดทางหนึ่ง ดังนั้นน้ำคลอรีนจึงมีทั้งน้ำ, คลอรีน ไอออนทั้งคู่ของกรดเกลือ โมเลกุลของกรดไฮโปคลอรัสและไฮโปคลอไรต์ไอออนเล็กน้อย เมื่อน้ำคลอรีนถูกแสงแดดจะให้ก๊าซออกซิเจน เนื่องจากกรดไฮโปคลอรัสสลายตัวดังนี้ HOCl



ดังนั้นในการเก็บน้ำคลอรีนจึงบรรจุน้ำคลอรีนไว้ในขวดคล้ำ สูตรกรดไฮโปคลอรัสตามปกติมักเขียนเป็น HClO แต่ควรเขียนเป็น HOCl เพราะไฮโดรเจนจับอยู่กับออกซิเจนไม่ใช่คลอรีน

คลอรีนขึ้น ๆ เป็นออกซิไดซิงเอเจนต์ที่ดี จึงสามารถฟอกสีที่เป็นสารอินทรีย์ได้หลายชนิด กระดาษ ลิ้มสี กลีบกุหลาบ และผ้าข้อมครามเมื่ออยู่ในขวดที่บรรจุคลอรีนแห้งจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้ามีความชื้นอยู่สีต่างๆ ก็จะถูกฟอกโดยคลอรีน การฟอกสีโดยคลอรีนเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ตรงกันข้ามกับการฟอกสีโดยกำมะถันไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยารีดักชัน

ประโยชน์ของคลอรีน คลอรีนมีประโยชน์หลายประการ คือ

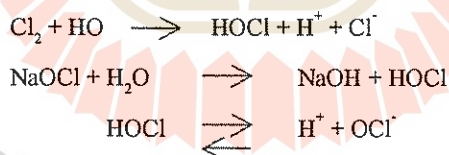
1. ใช้ในการทำผงฟอกสี และใช้ฟอกสีเชือกกระดาบ ผ้าฝ้าย ผ้าลินิน ซึ่งเป็นเซลลูโลส (ใช้ไม่ได้กับผ้าขนสัตว์และไหม)
2. ใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา น้ำในสระว่ายน้ำ
3. ใช้เป็นก๊าซพิษ อันที่จริงการใช้คลอรีนเป็นก๊าซพิษเป็นการไรมนุษยธรรม ถึงแม้จะเป็นสงคราม จึงไม่น่าจะเรียกว่าเป็นประโยชน์อันแท้จริงของคลอรีน แต่ถ้าเราพิจารณาในแง่สมบัติของสาร

สารประกอบคลอรีน

คลอรีนเหลว ไฮโปคลอไรท์ คลอโรฟอรัสมีน และคลอโรฟอรัสมีนไดออกไซด์ทำหน้าที่เป็นสารฆ่าเชื้อกรดไฮโปคลอรัส (HOCl) เป็นสารคลอรีนที่ทำปฏิกิริยามากที่สุด สามารถฆ่าเซลล์จุลินทรีย์ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของกลูโคสโดยคลอรีนจะออกซิไดซ์หมู่ซัลไฟด์ (sulfhydryl) ของเอนไซม์ที่สำคัญในการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะเอนไซม์อัลโดเลส

กลไกอื่นของการทำปฏิกิริยาของคลอรีนได้แก่ ทำลายการสังเคราะห์โปรตีน, การเกิด oxidative decarboxylation ของกรดอะมิโน ไนตริก และอัลดีไฮด์, ปฏิกิริยากับกรดนิวคลีอิก พิวรีน และไพริมิดีน, ความไม่สมดุลของเมแทบอลิซึมหลังจากการทำลายเอนไซม์, การเหนี่ยวนำของ DNA ทำให้สูญเสียการเปลี่ยนรูป (transform), ยับยั้งการดูดซึมออกซิเจนและออกซิเดทีฟฟอสฟอริเลชัน (oxidative phosphorylation) ทำให้ไมโทคอนเดรียเกิดการรั่ว, การสร้างพิษของไซโตซีน (cytosine) และการสร้างโครโมโซมที่ผิดปกติ

คุณสมบัติทางเคมีของคลอรีนเมื่อผสมคลอรีนเหลว (Cl_2) และ ไฮโปคลอไรท์จะเกิดการไฮโดรไลต์จากกรดไฮโปคลอรัส เป็นไฮโดรเจนไฮออน (H^+) และไฮโปคลอไรท์ไฮออน (OCl^-) ตามปฏิกิริยาข้างล่าง ถ้ารวมกับไฮเดียมจะอยู่ในรูปของไฮเดียมไฮโปคลอไรท์ ดังปฏิกิริยา



สารประกอบคลอรีนมีประสิทธิภาพมากในการป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ pH ค่าซึ่งมีกรดไฮโปคลอรัสมาก เมื่อ pH เพิ่มขึ้น ไฮออนของไฮโปคลอรัสจะไม่มีผลต่อแบคทีเรีย สารตัวอื่นเช่น คลอรีนไดออกไซด์จะไม่ไฮโดรไลต์สารละลายที่เกิดจากน้ำ ดังนั้นโมเลกุลที่มีอยู่จึงไม่ถูกทำลาย

ไฮโปคลอไรท์ (hypochlorites) เป็นสารประกอบคลอรีนที่ทำปฏิกิริยาไวที่สุดใช้กันอย่างแพร่หลาย สารประกอบหลักของไฮโปคลอไรท์คือไฮเดียมไฮโปคลอไรท์และแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ สารฆ่าเชื้อตัวนี้จะลดการทำงานของเซลล์จุลินทรีย์ในสารละลายแขวนลอย (suspensions) และต้องการเวลาในการสัมผัสกับสาร (contact time) ประมาณ 1.5 – 100 วินาที แต่การลดจุลินทรีย์ถึง 90% ของเซลล์ทั้งหมดในเซลล์จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาน้อย 10 วินาที ซึ่งสัมพันธ์กับคลอรีนอิสระในระดับต่ำ สปอร์ของแบคทีเรียจะต้านทานไฮโปคลอไรท์มากกว่าเซลล์ระยะเจริญ (vegetative cell) เวลาในที่ต้องการในการลดเชื้อจุลินทรีย์ถึง 90% ของเซลล์ประชากรอยู่ในช่วง 7 วินาที ถึงมากกว่า 20 นาที ความเข้มข้นของคลอรีนอิสระที่ต้องการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ของเซลล์สปอร์อยู่ที่ประมาณ 10 – 1000 ครั้งของความเข้มข้นสูง ๆ (1000 ppm) เทียบกับความเข้มข้น

0.6 – 13 ppm ที่เซลล์ระยะเจริญ สปอร์ของ *Clostridium* มีความต้านทานน้อยกว่าสปอร์ของ *Bacillus* จากข้อมูลการใช้สารฆ่าเชื้อที่ซึ่งมีความเข้มข้นของกรดไฮโปคลอไรต์ต่ำ และเวลาในการสัมผัสกับสารสั่น จะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับผลต่อสปอร์แบคทีเรีย

แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (Calcium hypochlorite) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite) และชนิดของ คลอโรไนด์ไตรโซเดียมฟอสเฟด อาจประยุกต์ใช้ในการฆ่าเชื้อหลังจากการทำความสะอาด ไฮโปคลอไรต์อาจจะเติมเข้าไปในสารทำความสะอาดเพื่อทำหน้าที่เป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ สารคลอรีนเช่น sodium dichloroisocyanurate และ dichlorodimethyl hydantoin สามารถเป็นสารทำความสะอาดได้

Active chlorine สารละลายมีประสิทธิภาพเป็นสารฆ่าเชื้อ โดยเฉพาะสารประกอบคลอรีนอิสระและสารละลายที่มีความเป็นกรดอ่อน ๆ สารประกอบนี้จะไปทำให้โปรตีนเสื่อมสภาพและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ มีประสิทธิภาพในการต่อต้านจุลินทรีย์แกรมบวกและลบ ไวรัส และสปอร์ อย่างไรก็ตาม available chlorine จากไฮโปคลอไรต์และสารประกอบคลอรีนที่เข้าทำปฏิกิริยาอื่นจะไม่ถูกกระตุ้นจากสารอินทรีย์ที่ตกค้างอยู่ถ้าคลอรีนมีความเข้มข้นที่เหมาะสม การฆ่าเชื้อก็ยังคงมีประสิทธิภาพอยู่ นอกจากนี้ควรใช้สารละลายที่ผสมใหม่การเก็บสารละลายที่จะใช้อาจมีผลในการลดความสามารถในการทำงาน ความเข้มข้นของสารประกอบคลอรีนสามารถวัดได้โดยชุดทดสอบสำเร็จรูป (test kits) เพื่อให้แน่ใจว่าได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม

Inorganic chloramines รูปของสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของคลอรีนกับไนโตรเจนแอมโมเนีย เช่นการทำปฏิกิริยาของกรดไฮโปคลอไรต์กับ amines, amides, imines, หรือ imides การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ chloramine T กับ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ดังตาราง

การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ของคลอรีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่ม free available chlorine ลด pH และเพิ่มอุณหภูมิ อย่างไรก็ตามการละลายในน้ำของคลอรีนลดลงและการก่อก้อนเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสารละลายที่มีความเข้มข้นของคลอรีนสูง และมี pH ต่ำและสามารถก่อก้อนโลหะ

ตารางที่ 4ก การเปรียบเทียบสาร chloramine T กับ โซเดียมไฮโปคลอไรต์

จุลินทรีย์	สารเคมี	pH	ppm	เวลาที่ต้องใช้(นาที)	%การลดแบคทีเรีย
<i>C. perfringens</i>	chloramine T	9 ^a	200	240	37
	NaOCl	9	.5	120	50
<i>C. bifermentans</i>	chloramine T	9 ^a	200	120	22
	NaOCl	9	.5	120	99.8
<i>B. metiens</i>	chloramine T	6 ^b	1000	900	99
	NaOCl	6	25	2.5	99
<i>E. coli</i>	chloramine T	6.4 ^b	2.4	10	90
	NaOCl	7.5	.6	2	99.9999
<i>S. faecalis</i>	chloramine T	6.4	2.4	10	90
	NaOCl	7.5	.6	.5	99.9999

^a ทดสอบที่อุณหภูมิ 10 ° C

^b ทดสอบที่อุณหภูมิ 20 – 25 ° C

สารประกอบคลอรีนมีประโยชน์กว่าสารฆ่าเชื้อชนิดอื่นดังนี้

- รวดเร็วในการทำปฏิกิริยาผ่านการทดสอบของ Chambers ที่ความเข้มข้น 50 ppm เวลา 30 นาที
- ไม่มีความเฉพาะเจาะจงสามารถฆ่าเชื้อในระยะการเจริญได้หลายชนิด
- เป็นสารฆ่าเชื้อที่ถูกล้างที่สุด
- เครื่องมือ ไม่ต้องการล้าง

แต่มีข้อเสียคือ

- ไม่เสถียรและไม่ทนต่อความร้อนหรือการปนเปื้อนของสารอินทรีย์
- กัดกร่อนโลหะและ stainless steel และโลหะอื่น ๆ
- ต้องสัมผัสกับอุปกรณ์ในการปฏิบัติการอาหารระยะเวลานานเพื่อป้องกันการกัดกร่อน

Quaternary Ammonium Compound

เรียกสั้น ๆ ว่า “Quat” ใช้มากในการฆ่าเชื้อที่พื้น, ผนัง, ใต้โต๊ะ, และอุปกรณ์ มีความสามารถในการทะลุทะลวงสูง ดีสำหรับพื้นผิวที่เป็นรู หรือโปร่งบาง มีคุณสมบัติเป็นสารทำความสะอาด (detergent) เป็นสารที่มีไอออนเป็นบวก (cation) ซึ่งเป็นสารทำความสะอาดที่ไม่ดีแต่ฆ่าเชื้อได้ดี Quat มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *Listeria monocytogenes* และมีประสิทธิภาพมากในการลดการเจริญเติบโตของยีสต์มากกว่าสาร halogen

สารประกอบ Quat จะมีอนุมูลของสารอินทรีย์เป็นไอออนบวก (cation) และคลอรีนมีไอออนลบ (anion) กลไกในการฆ่าเชื้ออาจเกิดมาจากความสัมพันธ์กับการยับยั้งเอนไซม์ และทำให้ส่วนประกอบของเซลล์เกิดการรั่ว สูตรทั่วไปของ Quat คือ



การเข้าทำปฏิกิริยาของ Quat จะต่างจากสารประกอบคลอรีนและไฮโอไดนคือจะสร้างฟิล์ม bacteriostatic สารประกอบนี้จะเลือกทำปฏิกิริยาในการทำลายโครงสร้างของแบคทีเรียหลายชนิด ไม่สามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรีย แต่ยับยั้งการเจริญเติบโตได้ มีความเสถียรในสารประกอบอินทรีย์มากกว่าสารประกอบคลอรีนและไฮโอไดน

ข้อดีของสาร Quat :

- มีความเสถียรในการทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์
- ด้านทานการกัดกร่อนโลหะ
- มีความเสถียรต่อความร้อน
- ไม่เกิดการระคายเคืองผิวหนัง
- มีประสิทธิภาพที่ pH สูง
- มีประสิทธิภาพในการต่อต้านยีสต์รา

ข้อเสีย :

- มีข้อจำกัดในประสิทธิภาพ (ในมีประสิทธิภาพในการต่อต้าน จุลินทรีย์แกรมบวก - ลบ ยกเว้น *Salmonella* และ *Escherichia coli*)
- ไม่เข้ากับสารทำความสะอาดสังเคราะห์ชนิด anionic
- จะเกิดฟิล์มในการปฏิบัติการอาหารและเครื่องมือในกระบวนการอาหาร

Liquid Special (ชื่อทางการค้า)

ผลิต/นำเข้าโดย Ecolab Ltd. เป็นสารทำความสะอาดชนิดต่างผสมคลอรีน ป้องกันตะกอนของ แคลเซียมคาร์บอเนตจึงใช้ได้กับน้ำกระด้าง ไม่เกิดการกัดกร่อนใน Stainless-steel, aluminium , ตะกั่ว หรือ สังกะสี เหมาะกับพลาสติกและอีนาเมล

ข้อมูลทางกายภาพและเคมี

จุดเดือด	100 °C
ความดันไอ	-
ความถ่วงจำเพาะ	1.23
ลักษณะสีและกลิ่น	สีเหลือง กลิ่นคลอรีน
จุดหลอมเหลว	-
การละลายได้ในน้ำ	ละลายได้ดี
อัตราการระเหย	-
ความเป็นกรดต่าง (1% solution)	11.3 – 12.0

ตารางที่ 5ก สารประกอบที่เป็นอันตราย

ชื่อสารเคมี	เปอร์เซ็นต์	ค่ามาตรฐานความปลอดภัย	
		TLV	LD50
Sodium Hydroxide, 50%	4.5%		
Sodium Hypochlorite, 10%	3.3%		

ข้อมูลด้านอัคคีภัยและการระเบิด

จุดวาบไฟ	-	
ขีดจำกัดการติดไฟ – ค่าต่ำสุด (LEL)%	-	ค่าสูงสุด (UEL)%
อุณหภูมิสามารถติดไฟได้เอง		
การเกิดปฏิกิริยาเคมี		คงที่ในสภาพการจัดเก็บปกติ

สารที่ต้องหลีกเลี่ยงจากกัน	ผสมได้กับน้ำเท่านั้น หลีกเลี่ยงการทำปฏิกิริยากับกรดหรือแอมโมเนียเพราะจะทำให้เกิดไอพิษ
สารอันตรายที่เกิดจากสลายตัว	ที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้เกิดการสลายตัวของเคมีที่เป็นอันตราย เช่น ก๊าซคลอรีน

ข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายต่อสุขภาพ

ทางเข้าสู่ร่างกาย	โดยทางตา, ผิวหนัง, กลืนกิน, และสูดดม
อันตรายเฉพาะที่ (ผิวหนัง ตา เยื่อหู)	ทำให้เกิดรอยไหม้ ถ้าเข้าตาอาจทำให้ตาบอดได้
ผลจากการสัมผัสสารที่มีปริมาณมากเกินไปในระยะสั้น ๆ	ทำให้ระคายเคือง
ค่ามาตรฐานความปลอดภัย	TLV
มาตรการด้านความปลอดภัย	
ข้อมูลการป้องกันเฉพาะทาง	

การป้องกันไฟและระเบิด	ไม่ควรเก็บไว้ใกล้ไฟและความร้อน
การระบายอากาศ	ควรมีการระบายอากาศที่ดี
ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันทางการหายใจ	ควรหลีกเลี่ยงการหายใจเอาฝุ่นหรือละอองของผลิตภัณฑ์
การป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับมือ	ควรสวมถุงมือยาง
การป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับตา	ควรสวมหน้ากากและแว่นตาป้องกันสารเคมี
การป้องกันอื่น ๆ	ควรเก็บให้ไกลจากเด็ก

การปฐมพยาบาล

กรณีสัมผัสสารเคมีทางผิวหนัง	ให้ล้างด้วยน้ำที่ไหลจากก๊อกจำนวนมาก ๆ อย่างน้อย 15 นาที นำเสื้อผ้าและรองเท้าที่เปื้อนสารละลายไปล้างก่อนนำมาใช้อีก
กรณีสัมผัสสารเคมีทางตา	ให้ล้างด้วยน้ำที่ไหลจากก๊อกเป็นจำนวนมาก ๆ อย่างน้อย 15 นาที โดยล้างให้ทั่ว ๆ ดวงตา
กรณีได้รับสารเคมีโดยทางหายใจ	รีบไปที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
ข้อมูลเพิ่มเติมในการรักษาพยาบาล (ระบุการรักษาหรือการแก้พิษ)	

ถ้ากลืนกินสารเคมีเข้าไปให้ล้างปากให้สะอาดแล้วดื่มนมหรือน้ำอย่างน้อย 1 - 2 แก้ว ไม่ควรทำให้อาเจียน ถ้าผู้ป่วยหมดสติไม่ควรให้อาหารหรือน้ำทางปาก รีบนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล

ข้อปฏิบัติที่สำคัญ

การขนย้ายและการจัดเก็บ	ควรเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ มีการระบายอากาศที่ดี ห่างไกลจากเด็กและเปลวไฟ
การป้องกันการกัดกร่อนของสารเคมี	

การป้องกันการรั่วและการหก
การกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เกิดจากสารเคมี

การใช้สารดับเพลิง

ควรปิดฝาดังให้สนิท

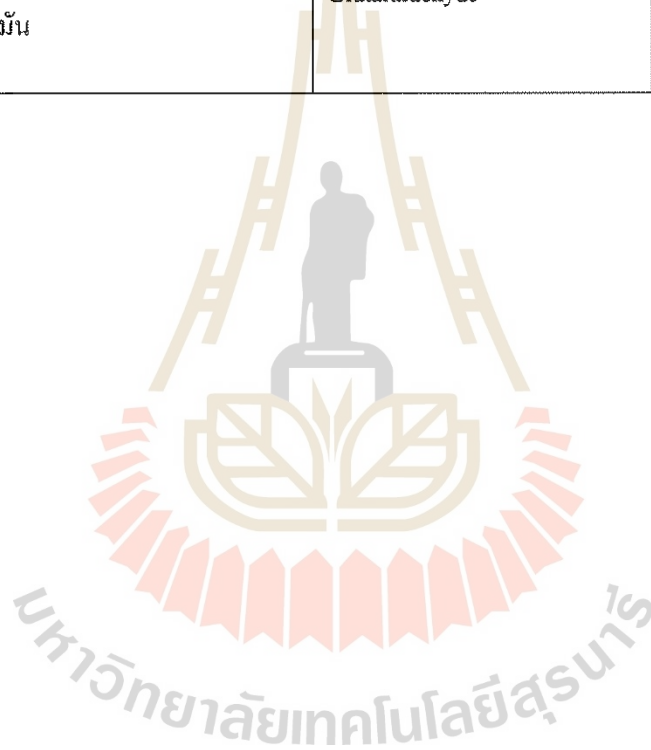
ให้แจ้งงานด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ แล้วถ่ายไปยัง
ภาชนะรองรับหรือบ่อกักน้ำเสียและนำไป
กำจัดตามกรรมวิธี ผู้ที่เข้าไปจัดการกวาดเก็บ
ควรสวมรองเท้าบูทยางและถุงมือยาง
ใช้น้ำและละอองน้ำ

ตารางที่ 6ก พื้นที่หรือสภาวะที่แนะนำให้ใช้สารฆ่าเชื้อ

พื้นที่หรือสภาวะ	สารฆ่าเชื้อที่แนะนำ	ความเข้มข้น (ppm)
เครื่องมืออูมิเนียม	Iodophor	25
	Quat	200
	Acid-anionic	100
การทำความสะอาดแบบ CIP	Acid sanitizer	130
	Active chlorine	
	Iodophor	
พื้นคอนกรีต	Active chlorine	1000-2000
	Quat	500-800
การป้องกันการเกิดเป็นฟิล์ม	Acid sanitizer	130
	Iodophor	
หมอก ฝัา	Acid sanitizer	800-1000
การจุ่มมือ (การผลิต)	Iodophor	25
การฆ่าเชื้อที่มือ (ห้องสำหรับการล้าง)	Iodophor	25
	Phenolic	2-3 (%)
น้ำกระด้าง	Acid sanitizer	130
	Iodophor	25
น้ำมีไอออนสูง	Iodophor	25
อายุการเก็บรักษายาวนาน	Iodophor	
	Quat	
ราคาถูก	Hypochlorite	
ไม่กัดกร่อน	Iodophor	
	Quat	200
ควบคุมกลิ่น	Quat	200
สารอินทรีย์ที่มีความเสถียร เช่น	Quat	
ถังพลาสติก	Iodophor	25
พื้นผิวที่เป็นรู โปร่ง	Active chlorine	200
เครื่องมือในกระบวนการผลิต (aluminium)	Quat	200
เครื่องมือในกระบวนการผลิต (Stainless steel)	Iodophor	25
	Acid sanitizer	130
	Active chlorine	200

ตารางที่ 5ก. พื้นที่หรือสภาวะที่แนะนำให้ใช้สารฆ่าเชื้อ(ต่อ)

พื้นที่หรือสภาวะ	สารฆ่าเชื้อที่แนะนำ	ความเข้มข้น (ppm)
สายพาน พื้น ผนัง	Iodophor	25
	Iodophor	25
	Iodophor	25
	Active chlorine	200
	Quat	200
การปรับสภาพน้ำ ล้างไม้ พาหนะบรรทุกน้ำมัน	Active chlorine	20
	Active chlorine	1000
	Glutaraldehyde	ตามคำแนะนำต่อครั้งในการผลิต

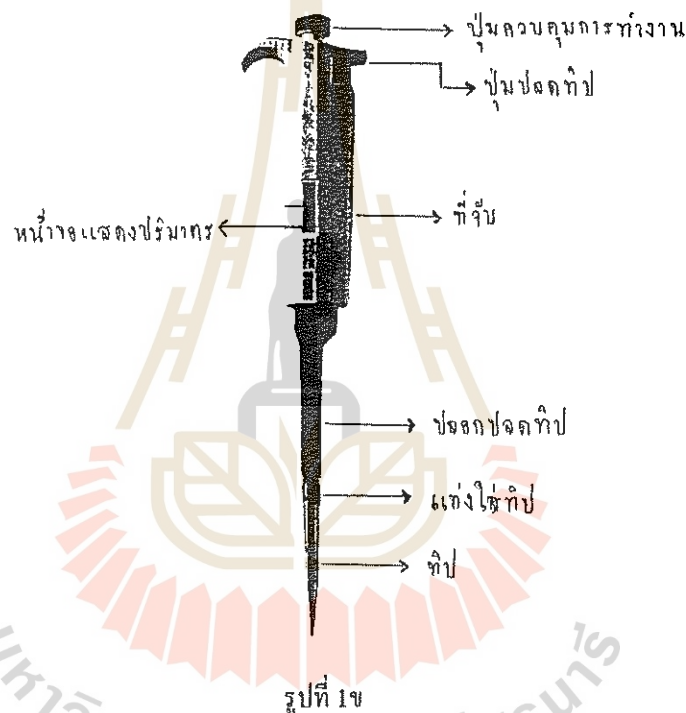


ภาคผนวก ข

วิธีการใช้เครื่องมือ/ อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

วิธีการใช้งานออโตปิเปต

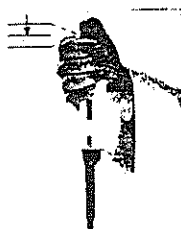
1. ต้องแน่ใจว่าปิเปต ทิป และช่องเหลวที่ต้องการดูดมีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน
2. เมื่อต้องการดูดของเหลวต้องใส่ทิปให้เรียบร้อยทุกครั้ง จับปิเปตในแนวตั้งโดยใช้นิ้วหัวแม่มือกดที่ปุ่มควบคุมการทำงานเพื่อความแม่นยำ ดังรูปที่ 1ข



3. กดที่ปุ่มควบคุมการทำงานไปยังจุดที่ 1 ค้างไว้ ดังรูปที่ 3 แล้วนำทิปจุ่มลงในของเหลวลึกประมาณ 2 – 3 mm. จากนั้นค่อย ๆ ปล่อยปุ่มควบคุมการทำงานขึ้นไปที่จุดเริ่มต้น ดังรูปที่ 2 ของเหลวจะถูกดูดขึ้นมาอยู่ภายในทิป กำจัดส่วนที่เกินโดยการแตะปลายทิปที่ขอบภาชนะบรรจุ
4. การปล่อยของเหลวให้ออกจากทิป ทำได้โดยการกดปุ่มควบคุมการทำงานไปยังจุดที่ 1 และกดต่อไปยังจุดที่ 2 วิธีนี้จะทำให้ของเหลวไหลออกมาจนหมด ดังรูปที่ 3 และ 4 ตามลำดับ
5. ปล่อยปุ่มควบคุมการทำงานไปยังจุดเริ่มต้นใหม่ เมื่อต้องการเปลี่ยนทิปใหม่หรือดูดของเหลวครั้งต่อไปดังรูปที่ 2ข



รูปที่ 2 ข จุดเริ่มต้น



รูปที่ 3 ข จุดที่ 1



รูปที่ 4 ข จุดที่ 2

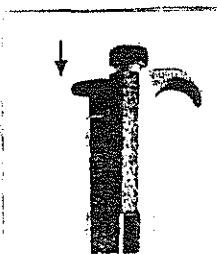
วิธีการใส่และเปลี่ยนทิป

1. การใส่ทิปให้จับปิเปตในแนวตั้ง นำส่วนปลายปิเปตซึ่งเป็นแท่งสำหรับใส่ทิปสวมกับช่องด้านบนของทิปที่วางเรียงไว้ในถาด
2. กดปิเปตลงไปจนรอยต่อแน่นสนิท เพื่อป้องกันลมผ่านเข้า-ออก และการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ขณะดูดของเหลว ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ข

3. หลังจากนำปิเปตไปใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องการปลดทิปออกให้จับปิเปตในแนวตั้งเช่นเดียวกับเวลาใส่ปลั๊ก ปุ่มควบคุมการทำงานไว้ที่จุดเริ่มต้น ใช้นิ้วหัวแม่มือปลดทิป ดังรูปที่ 6 ข



รูปที่ 6 ข

4. ให้ทำความสะอาดปิเปตและทาบให้เรียบร้อยก่อนนำไปเก็บ

วิธีการดูแลรักษาและทำความสะอาดเครื่อง

1. ทำความสะอาดปิเปตและป้องกันการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ด้วยการฉีดน้ำยา Biohit Proline Biocontrol หรือเอทานอล
2. ทำให้เครื่องแห้งด้วยการเช็ดด้วยผ้าเนื้อนุ่ม
3. ควรจะเก็บปิเปตไว้ในแนวตั้งกับอุปกรณ์แขวนที่จัดไว้ เมื่อเลิกใช้งาน

วิธีการใช้เครื่อง Autoclave

MODEL LS-2D "REXALL"

ตรวจเช็คก่อนการใช้งาน

1. ปุ่ม "MASTER SWITCH" อยู่ที่ตำแหน่ง "OFF"
2. ปุ่ม "TIMER" อยู่ที่ตำแหน่ง "0"
3. ปุ่ม "DRAIN" อยู่ที่ตำแหน่ง "CLOSE"
4. ปุ่ม "EXHAUST" หมุนปิดสนิท

การใช้งานเครื่อง

1. เปิดฝา เติมน้ำลงในเครื่องประมาณ 1.5-2 ลิตร น้ำที่ใช้ควรใช้น้ำที่มีคุณภาพ เช่น น้ำกลั่น หรือน้ำกรอง
2. ใส่ตัวอย่างแล้วปิดฝา ซึ่งควรหมุนฝาให้สนิท
3. เลือก "SELECTOR SWITCH" ไปยังตำแหน่ง "STER" เพื่อการ STERILIZE
4. ตั้งเวลาการ STERILIZE โดยหมุนปุ่ม TIMER ไปยังเวลาที่ต้องการ โดยดูจาก SCALE สีดำ
5. กดปุ่ม "MASTER SWITCH" ไปยังตำแหน่ง "ON" หลอดไฟ "STER" (สีเขียว) จะติด ซึ่งจะมีการไล่อากาศภายในออกมาช่วงเวลานึง หลังจากนั้น อุณหภูมิภายในจะเริ่มสูงขึ้นจนกระทั่งอุณหภูมิได้ 121°C (ตามที่โรงงานตั้งไว้) หลอดไฟ "TIMER" (สีแดง) จะติด เวลาเริ่มเดินจนกระทั่งมีเสียงเตือนว่าหมดเวลา และ TIMER เป็น "0"
6. หมุนปุ่ม "EXHAUST" เพื่อลดความดันภายในเครื่อง จนกระทั่งเข็มอุณหภูมิตกถึง "0" จากนั้นหมุนปุ่ม "DRAIN" ไปยังตำแหน่ง "OPEN" เพื่อถ่ายน้ำออกจากเครื่อง โดยให้เปิดฝาเครื่องเล็กน้อย
7. เปิดฝาน้ำตัวอย่างออก ถ้าต้องการทำให้ตัวอย่างไม่มีหยดน้ำเกาะอยู่ ก็ให้ทำการ "DRY" ต่อ โดยเลือก "SELECTOR SWITCH" ไปยังตำแหน่ง "DRY" ตั้งเวลาในการ DRY โดยหมุนปุ่ม Timer ไปยังเวลาที่ต้องการ หลอดไฟ "TIMER" (สีแดง) และหลอดไฟ "DRY" (สีส้ม) จะติด เมื่อครบเวลาเครื่องจะมีเสียงเตือนบอก

ข้อควรระวัง

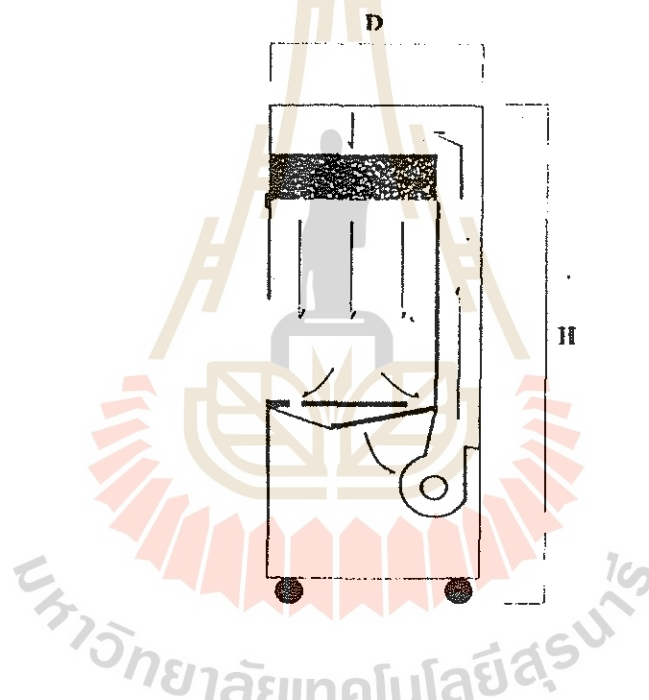
ห้าม เปิดฝา หรือหมุนปุ่ม "DRAIN" ไปยังตำแหน่ง "OPEN" ในขณะที่ภายในเครื่องยังมีความดันอยู่ (เข็มอุณหภูมิไม่อยู่ที่ "0")

ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar Flow) รุ่น HV ตู้ปลอดเชื้อแบบจ่ายลมตามแนวตั้ง (Vertical Circulating Laminar Flow)

ตู้ปลอดเชื้อแบบจ่ายลมตามแนวตั้ง เป็นตู้ปลอดเชื้อที่ใช้กับงานที่ไม่ต้องการให้อากาศที่ผ่านการใช้งานภายนอกตัวตู้ Hepa Filter จะเป็นตัวกรองเชื้อรา และแบคทีเรียตลอดจนฝุ่นละอองในอากาศ

ขั้นตอนการทำงาน

Blower จะดูดอากาศผ่านแผ่นกรองหยาบ (Pre Filter) แล้วอัดอากาศที่ถูกกรองชั้นต้น เข้าสู่ห้อง Pressure จากนั้นจึงผ่าน Hepa Filter ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาค 0.3 ไมครอน ได้ถึง 99.99 % อากาศที่ปราศจากเชื้อและฝุ่นละอองจะถูกจ่ายลงพื้นที่การทำงานในแนวตั้ง และจะถูกดูดกลับผ่านเข้าทางพื้นที่การทำงานตามแนวตั้ง และจะถูกดูดกลับผ่านเข้าทางพื้นที่การทำงาน บริเวณส่วนที่เป็นตะแกรงรูทั้ง 2 ข้าง แล้วเข้าสู่ขบวนการเดิมอีกครั้ง นั่นคือ ผ่านการกรองจาก Pre Filter และ Hepa Filter แล้วจ่ายกลับลงมาที่พื้นที่การทำงานตลอดการใช้งานดังรูปที่ 7ข



รูปที่ 7ข ทิศทางการจ่ายลมในตู้ปลอดเชื้อ

ขนาดเครื่องรุ่น 120 ซม. และ 90 ซม.

	W	D	H
Model – 120			
Working area (cm)	122	61	76
Housing (cm)	130	75	185
Model – 90			
Working area (cm)	90	60	55
Housing (cm)	95	70	170

การใช้เครื่อง

1. กดปุ่ม LIGHT เพื่อเปิดระบบแสงสว่าง
2. ตั้งเวลาเปิด UV ซ้ำเชื้อบริเวณพื้นที่ทำงาน ประมาณ 15 นาที โดยหมุนที่ปุ่ม UV.C Timer
3. กดปุ่ม On UV.C แสง UV จะติด เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ระบบจะปิดไฟ UV โดยอัตโนมัติ
ถ้าต้องการเพิ่มหรือลดเวลาในการฆ่าเชื้อก็สามารถทำได้โดยการตั้งเวลา ซึ่งสามารถตั้งได้ 0-3 ชั่วโมง

***ในกรณีระบบ UV.C ยังไม่ถึงเวลาที่เอาไว้ แต่ความจำเป็นต้องใช้เครื่องให้หมุนตัวปรับเวลามาทาง 0 จน UV.C ตัดไป และให้หมุนกลับไปที่ตั้งเดิมเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป

***ถ้าสัญญาณไฟที่ Timer ติดหนึ่งดวง แสดงว่าหลอด UV กำลังฆ่าเชื้ออยู่

4. กดปุ่ม LAMP เพื่อเปิดไฟฟลูออเรสเซนต์
5. กดปุ่ม FAN เพื่อเปิดสวิทช์ Blower ปรับความเร็วโดยกดปุ่ม SPEED (3 ระดับ)
6. ทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ทำงานด้วยแอลกอฮอล์
7. เครื่องพร้อมใช้งาน

การปิดเครื่อง

1. กดปุ่ม FAN เพื่อปิดสวิทช์ Blower
2. กดปุ่ม LAMP เพื่อปิดไฟฟลูออเรสเซนต์
3. ตั้งเวลาเปิด UV ซ้ำเชื้อที่ตกค้างบริเวณด้านหลังของ Hepa Filter ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยหมุนที่ปุ่ม UV.H Timer ซึ่งสามารถตั้งเวลาได้ 0 ถึง 3 ชั่วโมง
4. กดปุ่ม On UV.H แสง UV จะติดเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ระบบจะปิดไฟ UV โดยอัตโนมัติ

หมายเหตุ

- ถ้ามีการถอดปลั๊กของเครื่องออกเมื่อเสียบใหม่ UV.C และ UV.H จะติดทันทีและจะตัดไปเมื่อถึงเวลาที่ตั้งเอาไว้
- ถ้าใช้เครื่องอย่างต่อเนื่องควรเสียบปลั๊กเอาไว้ตลอดเวลา

การบำรุงรักษา

การทำความสะอาด Pre Filter

- ทำความสะอาดทุกครั้งก่อนและหลังใช้งาน
- ทำความสะอาด Pre Filter ซึ่งติดตั้งอยู่ใต้พื้นที่ทำงาน ควรทำความสะอาดทุก 500-600 ชั่วโมงทำงาน จำนวนชั่วโมงทำงานดูได้จากชุดวัดชั่วโมงการทำงานที่หน้าปัทม์
- วิธีการทำความสะอาดแผ่น Pre Filter
 - เปิดแผ่นพื้นที่ทำงานโดยเลื่อนเข้ามาหาตัวแล้วเอาแผ่น Pre Filter ออกมาทำความสะอาดโดยการปิดเศษฝุ่นโดยใช้เครื่องดูดฝุ่นหรือเครื่องเป่าฝุ่นก็แล้วแต่ความสะดวก เสร็จแล้วประกอบเข้าที่เดิม
 - ใช้ปลายปากกากดช่อง Reset ที่ชุดวัดชั่วโมงการทำงานให้อยู่ในตำแหน่ง 0 ใหม่ เพื่อจะได้รีเซ็ตนับชั่วโมงการทำงานในครั้งต่อไป

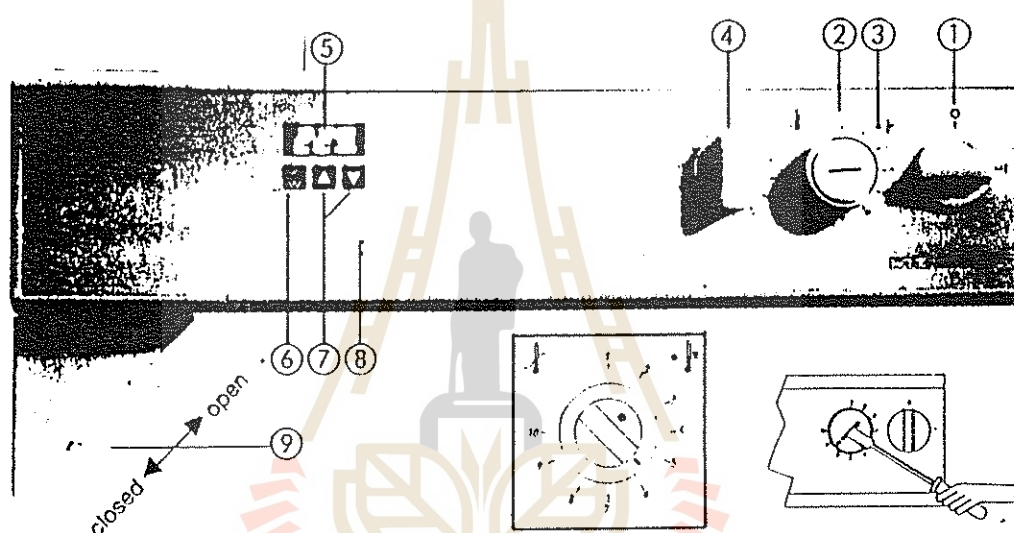
การปรับ Manometer (สำหรับรุ่นที่ใช้ Magnehelic gauge จะไม่มีอุปกรณ์ส่วนนี้)

- Manometer สำหรับอ่านค่า Pressure Drop ของ Hepa Filter

- 1.1 ก่อนเปิด Blower น้ำยาสีแดงต้องอยู่ที่ 0 ถ้าต่ำกว่า 0 ให้หมุนปุ่มด้านล่างของ Manometer มาทางขวามือจนน้ำยาอยู่ตรง 0
- 1.2 ถ้าหมุนจนสุดแล้วน้ำยายังไม่ถึง 0 ให้เปิดปุ่มด้านบน หมุนเกลียวมาทางซ้าย แล้วเปิดฝาออกมาเติมน้ำยาลงไป 2-3 หยด ปิดฝาเข้าตำแหน่งเดิม ปรับให้ได้ 0
- 1.3 หากน้ำยา มากกว่า 0 ให้หมุนปุ่มด้านล่างของ Manometer ไปทางซ้ายมือจนได้ 0
ถ้าปรับแล้วไม่ได้ 0 หรือเติมน้ำยามากเกินไปไม่สามารถปรับ 0 ได้ ให้ใช้สายยางเล็ก ๆ ดูดน้ำยาออกจากรัน. ปรับให้ได้ 0

วิธีการใช้ตู้อบความร้อนแห้ง (Incubator)

รุ่น BD ผลิตภัณฑ์ BINDER



รูปที่ 8 ข แสดงปุ่มการทำงานของตู้อบความร้อนแห้ง

1. เปิดสวิตช์ ON/OFF (หมายเลข 1) ไปที่ตำแหน่ง เพื่อให้ตู้ทำงาน
2. การตั้งอุณหภูมิให้กดปุ่ม SET-POINT (หมายเลข 6) ซึ่งมีสัญลักษณ์ X/W เพื่อให้หน้าปัดแสดงอุณหภูมิที่จะตั้งใช้งาน
3. เลือกตั้งอุณหภูมิตามต้องการ โดยใช้ปุ่มขึ้น-ลง (หมายเลข 8) สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 5°C เหนืออุณหภูมิห้องจนถึง 99.9°C (หากกดปุ่มขึ้น-ลง อุณหภูมิที่ตั้งไม่เปลี่ยนแปลงได้กดปุ่ม X/W อีกครั้ง)
4. เมื่อตั้งอุณหภูมิแล้ว ให้กดปุ่ม SET-POINT (หมายเลข 6) เพื่อให้หน้าปัดแสดงอุณหภูมิปัจจุบันภายในตู้
5. ถ้าต้องการตั้งเวลาการทำงานแบบต่อเนื่องให้หมุนปุ่ม TIMER (หมายเลข 4) ตามเข็มนาฬิกาไปตามระยะเวลาที่ต้องการ ตั้งได้ 0-24 ชั่วโมง
6. กรณีที่ต้องการให้ตู้ทำงานต่อเนื่อง ให้หมุนปุ่ม TIMER (หมายเลข 4) ทวนเข็มนาฬิกาไปที่ตำแหน่ง ∞

หมายเหตุ

1. กรณีถ้าเป็นการอบตัวอย่างให้แห้ง และตัวอย่างมีความชื้นสูง, ใยหรือคั่วน สามารถเปิดช่องระบายอากาศ โดยปรับปุ่มหมายเลข 7 ให้ช่องเปิดมวก (เลื่อนขึ้น) หรือน้อย (เลื่อนลง) ตามต้องการ

2. การใช้งาน SAFETY DEVICE (ปุ่มหมายเลข 2) ซึ่งปกติจะตั้งไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด กรณีที่ต้องการอุณหภูมิของ SAFETY ให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ใช้งาน จะต้องให้อุณหภูมิของเครื่องได้เท่ากับที่ใช้งานก่อน แล้วจึงค่อยปรับปุ่มปรับ หมายเลข 2 ลดลงจนกระทั่งไฟสัญญาณหมายเลข 3 สว่างขึ้นมา จากนั้นหมุนปุ่มหมายเลข 2 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ให้ไฟสัญญาณหมายเลข 3ดับไป

วิธีการดูแลรักษาและทำความสะอาด

1. ทำความสะอาดภายในและภายนอกตู้โดยการเช็ดด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำหมาด ๆ หรือผ้าแห้ง
2. เวลาเปิด – ปิด ให้เลื่อนที่จับขึ้น – ลง เบา ๆ

