

บทที่ 2

ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง สภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติในโรงงานผลิตโซดา ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ความรู้ทั่วไปของแก้วและขวดแก้ว
- 2.2 ลักษณะคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับความวาวของแก้ว
- 2.3 สารทำความสะอาดขวดแก้ว
- 2.4 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปของแก้วและขวดแก้ว

แก้ว หมายถึง วัสดุแข็งที่มีรูปลักษณะอยู่ตัว และเป็นเนื้อเดียว โดยปกติแล้วเกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลันของวัสดุหลอมหนืด เนื้อแก้วบริสุทธิ์นั้นจะโปร่งใส มีความวาว ผิวค่อนข้างแข็ง ยากแก่การกัดกร่อน เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี และชีวภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้แก้วนั้นมีประโยชน์ใช้งานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามแก้วนั้นถึงแม้จะแข็ง แต่ก็เปราะแตกหักง่าย และมีรอยแตกที่ละเอียดคม คุณสมบัติของแก้วนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายด้วยการผสมสารอื่นลงในเนื้อแก้ว หรือการปรับสภาพด้วยการใช้ความร้อนแก้ว โดยทั่วไปนั้นทำจากซิลิคอนไดออกไซด์ มีจุดหลอมเหลวที่ 2000 องศาเซลเซียส เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตจะมีการผสมสาร 2 ชนิดลงไปด้วย ชนิดแรกคือ โซดาแอช ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ โซเดียมคาร์บอเนต หรือสารประกอบโปตัสเซียม เช่น โปตัสเซียมคาร์บอเนต เพื่อช่วยให้อุณหภูมิในการหลอมเหลวนั้นต่ำลงอยู่ที่ประมาณ 1000-1500 องศาเซลเซียส แต่สารนี้จะส่งผลข้างเคียงทำให้แก้วนั้นละลายน้ำได้ จึงต้องมีการเติมสารอีกชนิด คือ หินปูน ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ แคลเซียมคาร์บอเนต เมื่ออยู่ในเนื้อแก้วจะกลายเป็นแคลเซียมออกไซด์ เพื่อทำให้แก้วนั้นไม่ละลายน้ำองค์ประกอบของแก้วที่ใช้ทำภาชนะใช้งานโดยทั่วไป เช่น แก้วน้ำ หรือกระจกใส จะมีองค์ประกอบแต่ละตัวโดยประมาณดังนี้ ซิลิคอนไดออกไซด์ ร้อยละ 70 แคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 8 และองค์ประกอบอื่นๆ อีกเล็กน้อย

เช่น แมกนีเซียมออกไซด์ อลูมิเนียมออกไซด์ เป็นต้น อาจมีแก้วพิเศษชนิดอื่น ซึ่งเกิดจากการเติม วัสดุชนิดอื่น ๆ ลงไป เพื่อช่วยปรับคุณสมบัติของแก้ว เช่น การเติมตะกั่ว เพื่อให้แก้วหนักขึ้น เนื้อแก้วหยุ่นเหนียวและแวววาว ซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่าแก้วคริสตัล หรือการเติมแบเรียมและสังกะสี เพื่อช่วยทำให้แก้วมีลักษณะคล้ายแก้วคริสตัลโดยไม่ใช้ตะกั่ว เป็นต้น (ระวี รองฤทธิ์, 2528)

โดยสามารถระบุชนิดของแก้วตามองค์ประกอบได้หลายแบบ(ญาณิณ รุ่งกาญจน์, 2527) ดังนี้

1. แก้วโซดาไลม์ ผลิตจากวัตถุดิบหลัก คือ ททราย โซดาแอชและหินปูน เป็นแก้วที่พบเห็นได้โดยทั่วไป ได้แก่ แก้วที่เป็นขวด แก้วน้ำ กระจก เป็นต้น สามารถทำให้เกิดสีต่างๆ ได้โดยการเติมออกไซด์ที่มีสีลงไป
2. แก้วบอโรซิลิเกต เป็นแก้วที่มีการเติมบอริกออกไซด์ลงไป ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำเนื่องจากความร้อน และทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อน แก้วที่ได้สามารถนำไปใช้ทำเครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ ทำภาชนะแก้วสำหรับใช้ในเตาไมโครเวฟ เป็นต้น
3. แก้วตะกั่ว หรือแก้วคริสตัล เป็นแก้วที่มีสารผสมของตะกั่วออกไซด์ อยู่มากกว่าร้อยละ 24 โดยน้ำหนัก จะเป็นแก้วที่มีดัชนีหักเหสูงมากกว่าแก้วชนิดอื่น ทำให้มีประกายแวววาวสวยงาม และแกะสลักเป็นลวดลายต่างๆ ได้ ใช้ทำเครื่องแก้วที่มีราคาแพง
4. แก้วโพลีเมอร์ เป็นแก้วที่มีการเติมสารบางตัว เช่น โซเดียมฟลูออไรด์ หรือแคลเซียมฟลูออไรด์ ทำให้มีการตกผลึก หรือการแยกเฟสขึ้นในเนื้อแก้ว ทำให้แก้วชนิดนี้มีความขุ่นหรือโปร่งแสง เนื่องจากสามารถหลอม และขึ้นรูปได้ง่ายจึงมีต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถทำให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้นเมื่อนำไปผ่านขบวนการอบ หรือการเคลือบ
5. แก้วอลูมิโนซิลิเกต มีอลูมินาและซิลิกาเป็นส่วนผสมหลัก มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ เนื่องจากความร้อน และมีจุดอ่อนตัวของแก้วสูงพอที่จะป้องกันการเสียรูปทรงเมื่อทำการอบ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้แก่ผลิตภัณฑ์
6. แก้วอัลคาไลน์-เอิร์ท อลูมิโนซิลิเกต มีส่วนผสมของแคลเซียมออกไซด์ หรือแบเรียมออกไซด์ ทำให้มีค่าดัชนีหักเหใกล้เคียงกับแก้วตะกั่ว แต่ผลิตง่ายกว่าและมีความทนทานต่อกรดและด่าง มากกว่าแก้วตะกั่วเล็กน้อย
7. กลาส-เซรามิกส์ มีส่วนผสมของลิเทียมอลูมิโนซิลิเกต มีลักษณะผลึกอยู่ในเนื้อแก้ว ซึ่งอาจทำให้แก้วมีความทึบแสงหรือโปร่งใสได้ ขึ้นกับชนิดของผลึก กลาส-เซรามิกส์จะทนทาน และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนต่ำมาก สามารถนำไปใช้เป็นภาชนะหุงต้ม หรือเป็นแผ่นบนเตาหุงต้มได้ นอกจากนี้ยังมีแก้วประเภทอื่นๆ อีกหลายประเภท ขึ้นอยู่กับส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป

2.2 ลักษณะคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับความวาวของแก้ว

ญาณิณ รุ่งกาญจน์ (2527) ได้กล่าวถึงวิธีการตรวจสอบลักษณะคุณภาพของแก้ว ซึ่งทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทดสอบความแข็ง การตรวจสอบความหนา การทดสอบรอยขีดข่วน การทดสอบความวาว การทดสอบความสามารถในการทนความร้อน เป็นต้น

วิทยา พรรณสมัย (2541) ได้ศึกษาถึงความวาว ซึ่งเป็นลักษณะคุณภาพที่ใช้ตรวจสอบลักษณะคุณภาพของแก้วได้วิธีหนึ่ง ว่าสามารถแบ่งระดับความวาวออกเป็นหลายระดับได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีที่หนึ่ง แบ่งระดับความวาวโดยวัดจากปริมาณและคุณภาพของแสงที่สะท้อนจากผิวของรัตนชาติ ความวาวขึ้นอยู่กับความแข็ง และค่าดัชนีหักเหของแสง การตรวจสอบความวาวโดยใช้แสงสะท้อน เพื่อดูว่ามีความวาวแบบใด และสังเกตจากหน้าที่ขัดมัน หน้าที่ยังไม่ได้ขัดมันและจากรอยแตก หรือการตรวจพินิจด้วยสายตา ซึ่งสามารถแบ่งความวาวได้หลายชนิด หรือ อาจใช้วิธีที่สองคือ การแบ่งระดับความวาวโดยการพินิจความวาวด้วยสายตาตามระดับการสะท้อนแสงที่เห็น ได้แก่ ไม่วาว คือ ไม่มีคุณลักษณะการสะท้อนแสง วาวด้านคือ มีความวาวเพียงเล็กน้อย ผิวภายนอกมองด้วยตาเปล่าไม่สังเกตเห็นถึงความวาว นอกจากใช้แสงส่องตกกระทบ วาวคือ ลักษณะใส มีความมันหรือมองเห็นแสงตกกระทบได้ ซึ่งก็จำแนกย่อยลงไปได้อีก เช่น วาวน้อย วาวมาก จนถึงระดับวาวใส นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งระดับความวาวได้ โดยการใช้วิธีการพินิจความวาวด้วยสายตาตามลักษณะเลียนแบบ นิยมใช้กับการพินิจแร่รัตนชาติ ซึ่งแบ่งระดับความวาวได้ ดังนี้

1. วาวเหมือนโลหะ จัดเป็นค่าความวาวที่สูงที่สุด
2. วาวเหมือนเพชร จัดเป็นค่าความวาวที่สูงที่สุดสำหรับรัตนชาติ มีค่าดัชนีหักเหสูง
3. ความวาวที่อยู่ระหว่างแบบเพชร และความวาวแบบแก้ว และจะมีค่าดัชนีหักเหสูง
4. วาวเหมือนแก้ว เป็นความวาวที่มักจะพบเสมอในรัตนชาติชนิดโปร่งใส
5. ความวาวระหว่างแบบแก้วและวาวเหมือนฉาบด้วยน้ำมัน
6. วาวเหมือนน้ำมันเคลือบอยู่มักเห็นได้จากหยก
7. วาวคล้ายยางสนมักจะใช้บรรยายถึงความวาวของพวกอำพัน และวัตถุที่มีสีเหลือง
8. วาวเหมือนจี๊ผึ้งหรือเทียนไข มีการสะท้อนของแสงน้อย
9. วาวแบบทึบ เป็นความวาวที่ไม่มีปริมาณของแสงสะท้อนจากผิวที่ทำให้เกิดความวาวเลย มักพบในรัตนชาติที่มีผิวละเอียดทึบแสง และผิวที่ไม่ได้ขัดมัน
10. วาวเหมือนใยไหม เกิดจากการที่แร่ในตัวอย่างนั้นมีการจัดเรียงตัวกันเป็นเส้นๆ
11. วาวแบบไข่มุก เกิดจากโครงสร้างของตัวอย่างนั้น พบทั่วไปใน มูนสโตนที่ยังไม่ได้เจียรไน และไข่มุก เป็นต้น

2.3 สารทำความสะอาดขวดแก้ว

สารทำความสะอาด คือ สารทำความสะอาด คือ สารหรือสารผสมที่มีความสามารถทำความสะอาดพื้นผิวของวัสดุ โดยสารดังกล่าวมีกลไกการลดแรงตึงผิว เพิ่มความสามารถในการเปียกผิว การกระจายตัว การผสมน้ำมันกับน้ำเข้าด้วยกัน สารทำความสะอาดอาจมีประจุลบ เช่น แอลคิลลอริลซัลโฟเนต หรือมีประจุบวก เช่น แอมโมเนียมเฮไลด์ หรือไม่มีประจุ เช่น แอลคิลามิด เป็นต้น (อาภาพร สิทธิสาร, 2549)

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือสารโซดาไฟ หรือคอสติกโซดานั้นมีสูตรทางเคมีคือ NaOH มีฤทธิ์เป็นด่าง มีลักษณะเป็นของแข็งสีขาว เป็นด่างแก่ที่ละลายได้ในน้ำ มีความหนาแน่น 2.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีจุดหลอมเหลว 318 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือด 1,390 องศาเซลเซียส ผลิตได้จากกระบวนการแยกสารทางไฟฟ้าของน้ำเกลือ เป็นสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทางอุตสาหกรรม โซดาไฟถูกใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรา และยังใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย เช่น ใช้ในการสะเทินความเป็นกรด ใช้ในการเตรียมเกลือโซเดียม ใช้ตกตะกอนสารอัลคาลอยด์ และโลหะออกจากสารละลาย เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ ในการผลิตเยื่อและกระดาษ สบู่และผลิตภัณฑ์ซักฟอก ใช้เตรียมสารซักล้าง โรงกลั่นน้ำมัน การใช้งานทางอุตสาหกรรมโลหะ อุตสาหกรรมอาหาร เส้นใยเรยอน สิ่งทอ เป็นต้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ทำความสะอาด เนื่องจากเมื่อใช้ภายใต้อุณหภูมิสูงสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียบางชนิดและขจัดคราบสกปรกต่างๆ ได้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2550)

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ คือ สารทำความสะอาดชนิดหนึ่ง เป็นด่างแก่ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง และมีความเป็นพิษสูงด้วย หากสัมผัสจะเกิดการระคายเคือง ปวดแสบปวดร้อน ไอระเหยส่งผลให้หายใจไม่สะดวก แสบเจ็บคอ คลื่นไส้ เป็นต้น (อาภาพร สิทธิสาร, 2549)

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์นั้นต้องใช้ภายใต้อุณหภูมิสูงจึงจะมีคุณสมบัติในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่ดีมากยิ่งขึ้น มีความเหมาะสมในการล้างระดับอุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องล้างอัตโนมัติมากกว่าการล้างระดับครัวเรือน เนื่องจากเป็นด่างแก่ที่ก่อเกิดการระคายเคืองได้ ในอุตสาหกรรมนิยมใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยมวล ซึ่งมีลักษณะเป็นสารละลายใส ไม่มีสี ถึงขุ่น มาเตรียมสารทำความสะอาด (ชัยยศ สนธิศิริ และชวลิต งามน้อย, 2549)

นอกจากนี้ Wichmann, G. (2000) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารทำความสะอาดที่มีผลต่อความวาวของขวดแก้ว พบว่าโดยทั่วไปขวดแก้วที่ผ่านการใช้งานจะเกิดรอยขีดข่วน ทำให้เมื่อมี

แสงมาตกกระทบจะทำให้ขวดแก้วนั้นดูมีความวาวลดน้อยลง เมื่อนำไปทำความสะอาดที่อุณหภูมิสูงด้วย โซดาไฟ ซึ่งเป็นด่างแก่ และมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง พบว่าผิวแก้วจะถูกกัดกร่อน หรือขัดให้เรียบเนียนมากขึ้น และเนื้อแก้วก็บางขึ้นด้วย ทำให้ขวดที่ผ่านกระบวนการล้างด้วยสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนดังกล่าวแลดูมีความวาวมากขึ้น แต่การใช้เพียงโซดาไฟเพียงอย่างเดียวอาจ แต่การใช้ด่างแก่ในการทำมาสะอาดขวดแก้วเพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอ เนื่องจากเมื่อขวดแห้ง ด่างแก่ที่ใช้จะทิ้งคราบการเกาะติดลักษณะเหมือนฝ้าสีขาวไว้ที่ขวด ส่งผลให้ขวดดูขุ่นมัว ดังนั้นจึงมีการเติมสารอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพอีกด้วย สารละลายเพิ่มความวาวเป็นสารเสริมชนิดหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการทำความสะอาดขวดแก้วที่ใช้ด่างแก่เป็นสารทำความสะอาดหลัก ซึ่งผ่านมาตรฐาน และได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ชนิด ได้แก่ กรดฟอสฟอริก ร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และ อัลคิลโพลีไกลโคไซด์ ร้อยละ 0.1 – 0.2 โดยน้ำหนัก ส่วนองค์ประกอบอื่นๆ เป็นสูตรลับของผู้ผลิตไม่สามารถเปิดเผยได้ มีความถ่วงจำเพาะ 1.170 – 1.210 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรที่ 30 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดประมาณ 100 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นของเหลว สีเหลืองอ่อนผสมได้กับน้ำเท่านั้น สามารถเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับโลหะ ห้ามสัมผัสกับสารประกอบคลอรีนหรือยาฆ่าเชื้อ จะทำให้เกิดไอเคมี ซึ่งมีฤทธิ์ก่อให้เกิดอาการระคายเคือง หรือรอยไหม้เมื่อสัมผัส ใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการเพิ่มความวาว โดยจะไปทำปฏิกิริยากับคราบโซดาไฟที่ติดขวด ทำให้คราบฝ้าดังกล่าวหลุดออกจากขวด ขวดแก้วแลดูมีความวาวมากขึ้น

2.4 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ

Resuggan, J.C. (1991) ได้ศึกษาส่วนประกอบ และลักษณะการทำงานของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติในแต่ละส่วนพบว่า เครื่องล้างขวดอัตโนมัติ โดยทั่วไปนิยมแบ่งส่วนประกอบของเครื่องออกเป็น 4 ส่วน ตามลักษณะการทำงาน ดังนี้

1. ส่วนที่หนึ่ง คือส่วนที่ทำหน้าที่แยกและกำจัดขยะ เป็นส่วนที่ใช้แรงดันน้ำในการฉีดล้าง เพื่อกำจัดเศษขยะรวมถึงคราบต่างๆที่ยึดติดกับผิวขวดอย่างไม่แน่นมากออก
2. ส่วนที่สอง คือส่วนทำความสะอาดโดยสารทำความสะอาด เป็นส่วนที่มีน้ำยาทำความสะอาดขวดบรรจุอยู่ประมาณ 3 ใน 5 ของพื้นที่บรรจุ ส่วนทำความสะอาดเป็นส่วนที่ขวดสัมผัสกับน้ำยาทำความสะอาดที่เป็นกรด หรือด่างร้อนโดยตรง ที่นิยมได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อน เป็นต้น โดยควบคุมอุณหภูมิให้มากกว่า 60 องศาเซลเซียส (การควบคุมอุณหภูมิแตกต่างกันตามชนิดของขวดและประเภทของอุตสาหกรรม) นอกจากนี้กลไกของเครื่องล้างขวดในส่วนทำความสะอาดนี้สามารถดัดแปลงได้หลายแบบ ได้แก่ การเคลื่อนสายพานลำเลียงขวด

เปล่าลงผ่านสารทำความสะอาด หรือการพ่นฉีดขวดด้วยสารทำความสะอาด เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้อาจมีการเติมสารละลายเพิ่มความวาวต่างๆลงไปตามความเหมาะสมในแต่ละอุตสาหกรรม

3. ส่วนที่สาม คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ชะล้างสารเคมีออกจากขวดด้วยน้ำสะอาด เป็นส่วนที่มีการใช้น้ำสะอาดชะล้างขวดที่ผ่านการล้างด้วยสารทำความสะอาด เพื่อกำจัดสารทำความสะอาดที่ตกค้างของขวดที่ผ่านการล้างในขั้นตอนทำความสะอาดโดยสารทำความสะอาด โดยอาจใช้กลไกการแช่ หรือฉีดล้าง เป็นต้น นอกจากนี้จำนวนครั้งของน้ำที่ใช้ล้างขึ้นกับความรุนแรงและโอกาสการตกค้างของสารทำความสะอาด

4. ส่วนสุดท้าย คือ ส่วนชะล้างด้วยน้ำที่ใช้บรรจุ การชะล้างหรือการกลั้วด้วยน้ำที่ใช้บรรจุนี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในส่วนสุดท้ายของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ ซึ่งน้ำที่ใช้ในส่วนนี้จะมีลักษณะ และคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้บรรจุ กล่าวคือ ผ่านกระบวนการปรับสภาพ และกระบวนการฆ่าเชื้อมาแล้ว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำที่ใช้ล้างสู่ผลิตภัณฑ์

บริษัท เชียงใหม่เบเวอเรจ จำกัด ได้ใช้เครื่องล้างขวดอัตโนมัติ Ortmann & Herbst CONTINA (DK-45FL) สำหรับล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว ซึ่งมีส่วนประกอบ 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่ง คือ ส่วนที่ทำหน้าที่แยกและกำจัดขยะ ส่วนที่สอง คือ ส่วนทำความสะอาด โดยบรรจุสารละลายทำความสะอาด ซึ่งเป็นสารละลายผสมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายเพิ่มความวาว ส่วนที่สาม คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ชะล้างสารเคมี โดยใช้น้ำสะอาด และส่วนสุดท้าย คือ ส่วนชะล้างด้วยน้ำที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพ สำหรับที่ใช้บรรจุ ซึ่งลักษณะการทำงานดังที่กล่าวมานั้น คล้ายคลึงกันกับเครื่องล้างขวดอัตโนมัติระดับอุตสาหกรรมอื่นๆ (ภาพที่ ก. 3 และ ก.4)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการล้างทำความสะอาดในระดับอุตสาหกรรม อาศัยการล้างด้วยเครื่องจักร โดยใช้สภาวะที่ความเหมาะสม ซึ่งแตกต่างกันตามประเภทของอุตสาหกรรม

Curtin, L. P. (1957) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการทำความสะอาดพื้นผิวโลหะ 2 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิที่ใช้ในการล้างพื้นผิว และผลของ pH ของสารทำความสะอาด พบว่าสารละลายทำความสะอาดพื้นผิวโลหะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของสารทำความสะอาดที่ใช้สูงขึ้น ขณะที่สารทำความสะอาดที่มี pH ที่เป็นกรดสูงหรือด่างสูงจะให้ผลการทำความสะอาดที่ดีกว่า pH เป็นกลาง และสารทำความสะอาดจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อมีค่า pH มากกว่า 9

การศึกษาของ Corby, M.P. (1989) ที่ได้ศึกษาผลของ pH ต่อการทำความสะอาด อุปกรณ์ที่ใช้ในฟาร์มและธุรกิจเกี่ยวกับนม ซึ่งได้แก่ เครื่องผลิตนม ถังไซโลบรรจุนม ถังที่ใช้ขน

ถ่ายนมาจากไซโล เครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณนม ท่อลำเลียงขนส่งต่างๆ เครื่องบรรจุนมลงขวด ขวดบรรจุ เครื่องบรรจุลงกล่องกระดาษ รวมถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำเนยชนิดเหลว เนย ชนิดก้อน โยเกิร์ต ฯลฯ ที่อุณหภูมิการทำงานสะอาดที่ 60 องศาเซลเซียส พบว่า pH ที่มากกว่า 10 ซึ่งได้แก่ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายที่มีองค์ประกอบโปแตสเซียม สามารถกำจัดคราบเกาะติดของนมและคราบไขมันได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับสารละลายที่มี pH ต่ำ

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Sorgenfrei, M.E. (1977) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในกระบวนการล้างเครื่องแก้วต่อสารเคลือบแก้วกับการสึกหรอที่ ผิวแก้ว พบว่าเมื่อทำความสะอาดเครื่องแก้วด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ความเป็นด่างสูง และใช้ความร้อนร่วมในกระบวนการล้าง จะส่งผลให้สารเคลือบเหล่านี้เริ่ม หลุด ทำให้สูญเสียความสามารถในการต้านทานการการสึกหรอของแก้ว เมื่อตรวจพินิจด้วยสายตาจะ พบว่าส่งผลทำให้สีที่เคลือบเครื่องแก้วซีดจาง ดูคล้ายเครื่องแก้วเก่า

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wichmann, G. (2000) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความเข้มข้นของ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในกระบวนการล้างขวด พบว่า การใช้สารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ในกระบวนการล้างขวดควรอยู่ในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 2 - 4 การใช้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ในความเข้มข้นที่สูงเกินไปนั้น นอกจากเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช้เหตุแล้ว ยังส่งผลเสีย ได้แก่ เกิดการรวมตัวกันของเกลือที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้น้ำมีความกระด้างสูง สิ้นเปลืองน้ำสะอาดที่ใช้ในการล้างในกระบวนการสุดท้ายก่อนบรรจุ อีกทั้งโซดาไฟมีฤทธิ์เป็นด่าง มี ความสามารถการกัดกร่อนสูง ส่งผลให้ขวดแก้วสีซีดจาง เนื้อแก้วเกิดการสึกหรอ และอายุขวด แก้วสั้นลงอีกด้วย