

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



สภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ
ในโรงงานผลิตโซดา

กาญจนภรณ์ บุนนาค

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พฤษภาคม 2554



สภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ
ในโรงงานผลิตโซดา



กาญจนาภรณ์ บุนนาค

การค้นคว้าแบบอิสระนี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พฤษภาคม 2554

สถานะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ
ในโรงงานผลิตโซดา

กาญจนาภรณ์ บุณนาค

การค้นคว้าแบบอิสระนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ

.....ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรพกา อรรถนิตย์

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล เล็กสวัสดิ์

.....กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

30 พฤษภาคม 2554

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง ผู้เป็นทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการสอบการค้นคว้าแบบอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรพกา อรรถนิตย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพพล เล็กสวัสดิ์ คณะกรรมการสอบ ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนการค้นคว้าฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้อาจารย์ยังกรุณาให้ความเมตตาและความปรารถนาดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท เชียงใหม่เบเวอเรจ จำกัด คุณประโกชน์ เกิดเจริญ ผู้จัดการฝ่ายโรงงาน และคุณวันชัย กระแสชัย ผู้จัดการฝ่ายบริหารที่ได้ให้ความกรุณาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาครั้งนี้ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์โซดา - น้ำดื่ม เจ้าหน้าที่แผนกผลิตโซดา-น้ำดื่ม และเจ้าหน้าที่คัดขวดที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อชอง คุณแม่เสาร์แก้ว และคุณวัลยาภรณ์ บุนนาค ที่ได้ให้ความรักและความห่วงใยมาโดยตลอด ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง รวมไปถึงคุณจักรา จุฬามาศ คุณยุพิน คุณเต็ม คุณธนชิต ชันทรราช และ คุณภูเดช แสนสา ที่ได้ให้กำลังใจที่ดีรวมทั้งให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆเสมอมา

ขอขอบคุณ เพื่อนๆรุ่นพี่นักศึกษาปริญญาโท และคณะอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจให้มาโดยตลอด

ท้ายที่สุดนี้ หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและความผิดพลาดนั้น และผู้เขียนหวังว่าการค้นคว้าแบบอิสระนี้คงมีประโยชน์บ้างไม่มากนักน้อยสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจที่จะศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้วสำหรับอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มต่อไป

กาญจนาภรณ์ บุนนาค

ชื่อเรื่องการค้นคว้าแบบอิสระ	สภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติในโรงงานผลิตโซดา
ผู้เขียน	นางสาวกาญจนภรณ์ บุนนาค
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร)
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าแบบอิสระ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จอมดวง

บทคัดย่อ

242398

การค้นคว้าแบบอิสระนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการล้างขวดแก้วที่ใช้แล้ว โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติในโรงงานผลิตโซดา ของบริษัท เชียงใหม่เบเวอเรจ จำกัด ซึ่งสภาวะปกติในการล้างขวดของโรงงาน ใช้สารละลายผสมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.5 โดยมวลต่อปริมาตร และสารเพิ่มความขาว ที่มีชื่อทางการค้าว่า “สตาบิลอน” ความเข้มข้น 0.60 โดยมวลต่อปริมาตร เป็นสารเคมีทำความสะอาด และล้างที่ 90 องศาเซลเซียส ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ 2^3 Factorial Experiment in Central Composite Design ได้สภาวะในการศึกษา 17 สภาวะ เมื่อนำไปล้างด้วยชุดล้างขวดระดับห้องปฏิบัติการ จากนั้นตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะของขวดเปล่าที่ผ่านการล้าง ได้แก่ ร้อยละจำนวนขวดที่สะอาด ร้อยละจำนวนขวดที่ผ่านเกณฑ์ความขาวผิวนอก ร้อยละจำนวนขวดที่ไม่มีการตกค้างของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ร้อยละจำนวนขวดที่ไม่มีการตกค้างของสารละลายเพิ่มความขาว ร้อยละจำนวนขวดที่ผ่านเกณฑ์ความเป็นกรด-ด่าง และร้อยละจำนวนขวดที่ผ่านเกณฑ์ทางจุลชีววิทยา นำข้อมูลที่ได้ไปเข้าโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 หาสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งได้ 2 สภาวะที่มีความใกล้เคียงกัน จึงเลือกสภาวะเฉลี่ยเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งประกอบด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 2.74 โดยมวลต่อปริมาตร สารละลายเพิ่มความขาว ความเข้มข้นร้อยละ 0.40 โดยมวลต่อปริมาตร และล้างที่ 86 องศาเซลเซียส เมื่อนำสภาวะดังกล่าวไปใช้กับเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ พบว่า ได้ขวดที่ผ่านการล้างที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกันกับที่โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert 6.0 ทำนาย ซึ่งดีกว่าสภาวะปกติของโรงงาน สามารถลดการนำกลับมาล้าง

ซ้ำของขวดที่ไม่ได้คุณภาพลงได้ 1,382,400 ขวดต่อปี และลดค่าใช้จ่ายของสารเคมีและพลังงานที่ใช้
ในกระบวนการล้างขวด คิดเป็นมูลค่า 326,185 บาทต่อปี

Independent Study Title Optimal Conditions for Washing Used Glass Bottles by Automatic Washing Machine in Carbonated Water Factory

Author Miss Kanjanaporn Bunnak

Degree Master of Science
(Food Science and Technology)

Independent Study Advisor Asst. Prof. Dr. Somchai Jomduang

ABSTRACT

242398

This independent study aimed to study the optimal condition for washing used glass bottles by automatic washing machine in carbonated water factory, Chiang Mai Beverage Company Limited. The conventional factorial washing condition consisted of 2.5% w/v sodium hydroxide solution, 0.6% w/v “Stabilon” (glossy reagent) and controlled temperature at 90 °C. From the study of optimal condition by using 2³ Factorial Experiment in Central Composite Design, it provided 17 washing conditions. After that, each washing conditions was applied to clean used glass bottles by using laboratory scale washing equipment. Six qualities of washed bottles were conducted: percent of clean bottle, percent of bottle which pass the glossy surface standard, percent of bottle without sodium hydroxide solution residue, percent of bottle without glossy reagent residue, percent of bottle which pass pH standard and percent of bottle which pass microbiological standard. The Design Expert 6.0 program was used to analyze the optimal washing conditions, it was found that there were two similar washing conditions. In the study, the average of both washing conditions was selected which consisted of 2.74% w/v sodium hydroxide solution, 0.4% w/v glossy reagent and controlled temperature at 86 °C. This selected washing condition was applied to clean used glass bottles by using the automatic washing machine, it was found that all washed bottle qualities were similar to

predicted qualities by Design Expert 6.0 program. Optimal washing condition provided better washed bottle qualities than conventional washing condition. This investigated washing condition could decreased the reworked bottles about 1,382,400 bottles per year. Moreover, it also decreased washing chemical and energy cost about 326,185 baht per year.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.4 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	3
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้ทั่วไปของแก้วและขวดแก้ว	4
2.2 ลักษณะคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับความวาวของแก้ว	6
2.3 สารทำความสะอาดขวดแก้ว	7
2.4 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ	8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	11
3.1 วัตถุประสงค์	11
3.2 สารเคมี	11
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ	11
3.4 วิธีการวิจัย	12
3.4.1 การคัดขวดเปล่าโซดาใช้แล้ว	12
3.4.2 ศึกษาคุณภาพขวดเปล่าที่ใช้แล้วที่ยังไม่ล้าง และผ่านการล้างด้วย เครื่องล้างขวดอัตโนมัติ	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.3 ศึกษาสถานะที่เหมาะสมในกระบวนการล้างขวดระดับห้องปฏิบัติการ	15
3.4.4 ศึกษาการนำสถานะที่ได้ไปทดสอบกับเครื่องล้างขวดระดับอุตสาหกรรม	16
3.4.5 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการล้างขวดอัตโนมัติ	16
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	17
4.1 การคัดขวดเปล่าโซดาใช้แล้ว	17
4.2 คุณภาพขวดเปล่าที่ใช้แล้วที่ยังไม่ผ่านการล้าง และผ่านการล้างภายใต้ สถานะปกติของโรงงาน	19
4.3 สถานะที่เหมาะสมในกระบวนการล้างขวดระดับห้องปฏิบัติการ	20
4.4 การทดสอบสถานะเหมาะสมที่ได้กับเครื่องล้างขวดอัตโนมัติระดับ อุตสาหกรรม	25
4.5 เปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในกระบวนการล้างขวด	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	30
5.1 สรุปผลการวิจัย	30
5.2 ข้อเสนอแนะ	30
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	34
ภาคผนวก ก ภาคประกอบงานวิจัย	35
ภาคผนวก ข ตารางประกอบงานวิจัย	40
ภาคผนวก ค การเตรียมสารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	42
ภาคผนวก ง การคำนวณ	45
ประวัติผู้เขียน	51

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
4.1	คุณภาพขวดเปล่าที่คัดไว้ที่ยังไม่ผ่านการล้าง และผ่านการล้างด้วยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติภายใต้สถานะปกติของโรงงาน	20
4.2	สถานะในการล้างขวดระดับห้องปฏิบัติและลักษณะคุณภาพของขวดเปล่าโซดาที่ใช้แล้วที่ผ่านการล้าง	22
4.3	สมการถดถอยถดถอครหัสของลักษณะคุณภาพขวดเปล่าโซดาที่ใช้แล้ว ที่เป็นผลมาจากสถานะในกระบวนการล้างขวดระดับห้องปฏิบัติการที่แตกต่างกัน	23
4.4	สถานะที่เหมาะสมที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมสำเร็จรูป	25
4.5	การเปรียบเทียบคุณภาพของขวดเปล่าโซดาที่ผ่านกระบวนการล้างขวดด้วยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติ ภายใต้สถานะที่เหมาะสมที่สุด	27
ข.1	จำนวนขวดเปล่าโซดาใช้แล้วที่ถูกคัดแบ่งระดับ 5 ระดับตามมาตรฐานของโรงงาน	41
ข.2	ตารางแสดงต้นทุนสารเคมีที่ใช้ในการล้างขวดภายใต้สถานะปกติของโรงงาน	41

สารบัญภาพ

รูป		หน้า
4.1	สัดส่วนของขวดเปล่าโซดาใช้แล้วที่รับเข้าโรงงานในแต่ละระดับความสกปรก	18
4.2	สัดส่วนของขวดเปล่าโซดาใช้แล้วที่สามารถล้างออกได้โดยเครื่องล้างขวดอัตโนมัติในแต่ละระดับความสกปรก	18
4.3	พื้นที่ตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารโซดาไฟและสารเพิ่มความขาว ที่มีผลต่อจำนวนขวดที่ไม่มีการตกค้างของสารโซดาไฟที่อุณหภูมิต่างกัน	24
4.4	กราฟพื้นที่ตอบสนองของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารโซดาไฟและสารเพิ่มความขาว ที่มีผลต่อจำนวนขวดที่ผ่านเกณฑ์ทางจุลชีววิทยาที่อุณหภูมิต่างกัน	24
ก.1	ลักษณะทางกายภาพของขวดเปล่าที่ใช้แล้ว แบ่งความสกปรกของขวดเป็น 5 ระดับ	36
ก.2	ลักษณะขวดเปล่าที่ใช้แล้วเปรียบเทียบกับก่อนและหลังผ่านกระบวนการล้างภายใต้สภาวะปกติของโรงงาน	37
ก.3	เครื่องล้างขวดอัตโนมัติระดับอุตสาหกรรม ที่ใช้ในงานวิจัย	37
ก.4	ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องล้างขวดอัตโนมัติระดับอุตสาหกรรม ที่ใช้ในงานวิจัย	38
ก.5	ชุดล้างขวดด้วยน้ำร้อนระดับห้องปฏิบัติการ ดัดแปลงจากอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิด้วยปั๊มปรับระดับแรงดัน พ่วงสายฉีดน้ำ	39
ก.6	ลักษณะของกระดาษกรองก่อนและหลังการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยา	39