การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดระบบกึ่งอัตโนมัติ

Design and Construction of Prototype of Bottle's Cork Pressing Machine

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ วงศ์กระจ่าง

ผู้ช่วยนักวิจัย

ประสิทธิ์ บุญกระจ่าง, ภูวดล อุตตะพัง, วิชาญ ไชยวงค์, วิเชียร เนตรเสน, สุวิทย์ เถาทุมมา, ยอดชาย นาคไชยะ

บทคัดย่อ:

จากการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดบรรจุขวด เช่น ยา อาหาร น้ำ สุรา และไวน์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ผ่านขั้นตอนในการบรรจุและการอัดจุกด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน เช่น อัดจุกโดยใช้จุกคอร์ก ฝาจีบโลหะ ฝาเกลียวพลาสติก และจุกพลาสติก เป็นต้น ทำให้ผู้บริโภคขาดความนิยมต่อการบริโภคเครื่องดื่มที่มีฝาจุกไม่เหมาะสมและไม่น่าเชื่อถือ

การวิจัยนี้เพื่อศึกษาและคิดค้นออกแบบและสร้างเครื่องอัดจุกคอร์กขวดด้วยระบบ Manual และระบบกึ่งอัตโนมัติขึ้น ที่สามารถทำงานได้รวดเร็วแทนการใช้แรงคน และมีราคาไม่สูงมากนัก

วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดระบบกึ่งอัตโนมัติ และหาประสิทธิภาพของเครื่องที่สร้างขึ้น ขอบเขตของการวิจัยออกแบบเครื่องให้สามารถใช้อัดจุกคอร์กขวด ขนาด 330 cc. และ 750 cc. ได้ โดยเครื่องจะทำงานด้วยระบบ Manual และระบบกึ่งอัตโนมัติ ขั้นตอนการวิจัย คือ การศึกษาข้อมูลการออกแบบเครื่อง และส่วนประกอบของเครื่องตามแนวคิดในการออกแบบและข้อกำหนด ทดลองการทำงานของเครื่อง และทดลองในภาคสนาม ผลการวิจัยพบว่า ขวดที่บรรจุเครื่องดื่มที่นิยมในผู้บริโภคมาก มีตั้งแต่ขนาด 187.5 cc. ถึง 750 cc. จุกคอร์กที่ใช้นำเข้าจากต่างประเทศ วิธีการอัดจุกคอร์กมีทั้งที่ใช้เครื่องอัตโนมัติ และเครื่อง manual ที่ใช้แรงคน ผลการสร้างเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวด คือ เครื่องสามารถทำได้ทั้งระบบ Manual และระบบกึ่งอัตโนมัติในเครื่องเดียวกัน ที่สามารถอัดจุกคอร์กด้วยความเร็ว 15 ขวดต่อนาที ทำการอัดจุกคอร์กได้เร็วกว่าการใช้เครื่องอัดชนิดอัดด้วยแรงคนถึง 3.75 เท่า และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของความลึกในการอัดจุกคอร์กเท่ากับ 0.23 mm.

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

ประเทศไทยมีผลิตผลทางอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมที่เป็นผลิตภัณฑ์และเป็นสินค้าจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปจากวัตถุดิบลักษณะต่าง ๆ มาเป็นผลิตภัณฑ์ของเหลวและนำมาบรรจุขวดเพื่อจำหน่ายนั้นมีมากมายหลากหลายชนิด อาทิ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ยา น้ำ อาหาร สุรา ไวน์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเหล่านี้ได้ผ่านขั้นตอนการบรรจุและการอัดจุกด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคสูงมียอดการผลิตจำนวนมากก็จะใช้การอัดจุกด้วยเครื่องที่เป็นระบบอัตโนมัติติดตั้งในสายการผลิตของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ซึ่งเป็นเครื่องที่ได้ออกแบบและนำเข้ามาจากต่างประเทศเกือบทั้งสิ้น แต่ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มียอดการผลิตต่ำ หรือการผลิตที่ไม่ได้เป็นแบบ Mass Production ขั้นตอนการอัดจุกก็จะเป็นแบบกึ่ง

อัตโนมัติหรือการอัดด้วยอุปกรณ์อัดที่อัดด้วยมือ (Manual) ข้อเสียของการอัดจุกแบบนี้ก็คือคนทำงานต้องออกแรงและเสียแรงในการอัดทำให้เกิดการเมื่อยล้าเมื่อทำการอัดต่อเนื่องเป็นเวลานาน ได้อัตราการผลิตต่ำ และไม่ได้มาตรฐาน

มีผู้ผลิตรายใหญ่บางรายได้ทำการอัดจุกค็อร์กที่ได้มาตรฐานโดยใช้เครื่องอัดจุกคอร์กซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง ผู้ผลิตรายย่อย และกลุ่มเกษตรกรต่าง ๆ ที่มีทุนน้อยไม่สามารถนำเครื่องอัดจุกคอร์กดังกล่าวมาใช้ได้ เครื่องอัดจุกคอร์กที่ผลิตขึ้นในประเทศและมีใช้อยู่ในโรงงานของผู้ผลิตรายย่อยนั้นเป็นแบบทำงานด้วยมือทำให้อัตราการผลิตต่ำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีการตื่นตัวในการผลิตผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตรและสมุนไพรมากขึ้น โดยรัฐได้ส่งเสริมให้มีการผลิตออกมาในรูปแบบของหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (One Tambol one Product: OTOP) ทำให้ชาวบ้าน เกษตรกรในชุมชนต่าง ๆ มีรายได้เพิ่มขึ้นหลายร้อยล้านบาท โดยเฉพาะการผลิตน้ำผลไม้ สุราแช่ ไวน์ เป็นต้น

เนื่องจากประเทศไทยมีผลิตผลทางการเกษตรประเภทผลไม้ตามฤดูกาลและสมุนไพรเป็นจำนวนมาก รสชาติ และคุณภาพดี ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มต่าง ๆ ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคแพร่หลายมากขึ้น จึงทำให้มีการผลิตเครื่องดื่มจากน้ำผลไม้และสมุนไพรโดยเฉพาะไวน์กันมากขึ้นแพร่กระจายไปในหลายท้องถิ่นทุกภูมิภาค

จากการศึกษาปัญหาของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวพบว่าการอัดจุกขวดไวน์ของผู้ผลิตแต่ละรายนั้นมีรูปแบบที่หลากหลายและไม่ได้มาตรฐาน เช่นอัดจุกโดยใช้จุกคอร์ก ใช้ฝาจีบโลหะ ใช้ฝาเกลียวพลาสติก และจุกพลาสติกอัดเป็นต้น จึงทำให้ขาดความเชื่อถือของผู้บริโภคและไม่ได้รับความนิยม ทำให้เกิดการปัญหาในการจำหน่ายของผู้ผลิต

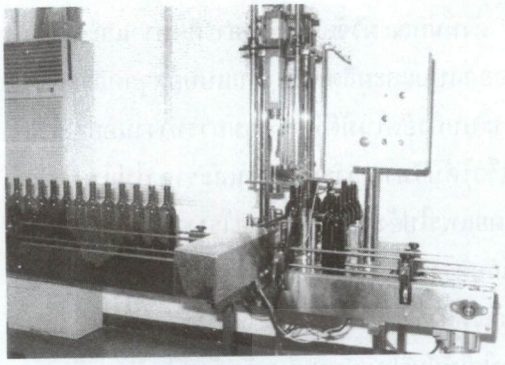
ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษา และคิดค้นเพื่อออกแบบและผลิตเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดด้วยระบบกึ่งอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานอย่างง่าย รวดเร็วได้ปริมาณการผลิตสูงและราคาไม่แพงมาก เพื่อเผยแพร่ไปยังผู้ผลิตรายย่อย โรงงานขนาดเล็กและกลุ่มเกษตรกรต่าง ๆ ซึ่งต้องการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้ได้มาตรฐานมากขึ้น คาดว่าจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาดื่มผลิตภัณฑ์ไวน์จากผลิตผลทางการเกษตรที่ผลิตขึ้นเองในประเทศ แทนการดื่มไวน์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมากขึ้น ทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการผลิตไวน์รวมทั้งน้ำผลไม้ สมุนไพรอื่น ๆ ที่ใช้ผลิตผลทางเกษตรภายในประเทศเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้เกษตรกรที่มีอาชีพปลูกผลไม้ พืชสมุนไพรสามารถจำหน่ายผลิตผลได้มากและทำให้มีรายได้สูงขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับแผนการพัฒนาท้องถิ่นตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดระบบกึ่งอัตโนมัติ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดที่สร้างขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอัดจุกคอร์กขวดที่ให้สามารถควบคุมการทำงานที่ประกอบด้วยขั้นตอนการลำเลียงขวดเข้าสู่ตำแหน่งการอัดจุกคอร์กด้วยระบบอัตโนมัติ ควบคุมการอัดด้วยระบบ PLC และระบบ Pneumatics ขนาดของขวดที่สามารถใช้อัดจุกคอร์กได้เป็นขวดกลมขนาด 330 cc และ750 cc
2. อัตราการอัดจุกคอร์กระหว่าง 15-20 ขวดต่อนาที
3. เครื่องสามารถทำงานได้ทั้งระบบ Manual และระบบกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 1 เครื่องอัดจุกคอร์กขวดที่สร้างขึ้น

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูล ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบเครื่องอัดจุกคอร์ก อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง วิธีการอัดจุกคอร์ก จากผู้ผลิตภายในประเทศ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ในการอัดจุกคอร์ก

2. ออกแบบวิธีการอัดจุกคอร์ก และระบบต่าง ๆ ของเครื่องอัดจุกคอร์ก

แนวคิดในการออกแบบ คือกำหนดผลการอัดจุกคอร์กให้สามารถอัดได้อย่างมีความแม่นยำเที่ยงตรง ทั้งสามารถทำงานได้ทั้งแบบ Manual และแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยที่ขวดจะถูกเลื่อนเข้าไปที่ตำแหน่งพร้อมอัด พร้อมกับการป้อนจุกคอร์กเข้าสู่ตำแหน่งพร้อมอัด ซึ่งอยู่เหนือปากขวด ขั้นตอนต่อไป จุกคอร์กจะถูกอัดลงในปากขวดโดยแกนอัดที่อัดโดยแรงดันของลูกสูบ ขั้นตอนต่อไปลูกสูบจะถอยขึ้นพร้อมขวดใบต่อไปเลื่อนเข้ามาในตำแหน่งพร้อมอัด

ระบบควบคุมการทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการใช้ระบบ PLC ไปควบคุมการทำงานของระบบ Pneumatics โดยใช้ Sensors เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่ง ระบบการลำเลียงขวดเข้าสู่การอัดจุกคอร์กใช้ระบบสายพานลำเลียง (Conveyor Belt)

3. ออกแบบเครื่อง

วิเคราะห์หน้าที่การทำงานของเครื่อง เครื่องต้นแบบนี้กำหนดให้มีหน้าที่การทำงาน 7 หน้าที่คือ

1) ลำเลียงขวดเข้าสู่ระบบอัดจุก
2) ป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งอัด
3) ป้อนจุกคอร์กเข้าสู่ตำแหน่งอัด
4) เคลื่อนชุดประคองปากขวดลง
5) อัดจุกคอร์กเข้าปากขวด
6) เลื่อนแกนอัดขึ้น
7) ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามขั้นตอนและ Cycle การอัดจุกคอร์ก

4. ออกแบบส่วนประกอบของเครื่อง

1) ชุดลำเลียงขวดเข้าสู่ระบบอัดจุก ใช้ Conveyor Belt แบบกระดูกงูขนาดความยาว 5 m ได้ระยะทางการเคลื่อนที่ในการลำเลียง 2.5 m สามารถลำเลียงขวดไวน์ได้เต็มสายพาน 27 ขวด
2) ระบบขับเคลื่อน Conveyor Belt ใช้มอเตอร์ขับขนาด 0.25 HP ความเร็ว 1350 rpm ผ่านชุดเฟืองทดรอบ ขนาดอัตราทด 56:1 ได้ความเร็วของ Conveyor Belt เท่ากับ 0.15 m/sec
3) อุปกรณ์ ป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งอัด ใช้แกนป้อนที่ต่อกับแกนของลูกสูบ
ขนาดของ Axial Load ที่แกนลูกสูบต้องรับ คือ น้ำหนักขวดกับน้ำหนักของเหลว X ส.ป.ส. ระหว่างผิวสัมผัสของก้นขวดกับพื้นที่รองรับขวด เท่ากับ 4.41 N (น้ำหนักขวดพร้อมของเหลวหนัก = 900 g X 0.5 = 450 g = 450 X 0.00981 = 4.41 N)
เลือกใช้ กระบอกสูบที่มีลูกสูบขนาด Diameter = 50 mm ใช้ความดันลมระหว่าง 5-10 bar
4) อุปกรณ์ เคลื่อนชุดประคองปากขวดลงสู่ปากขวด เป็นชุดกระบอกสูบ ที่ดันให้ชุดประคองปากขวดเคลื่อนลงสู่ปากขวดที่ต้องรับ Load = 196 N ทำการคำนวณหาขนาดลูกสูบและกระบอกสูบ ใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63 mm . ใช้ความดันลมระหว่าง 5-10 bar

5) อุปกรณ์ อัดจุกคอร์กใช้แกนอัดต่อกับแกนของลูกสูบในกระบอกสูบที่ติดตั้งในแนวดิ่ง ในการอัดจุกคอร์กเข้าปากขวดจะต้องใช้แรงอัดจากลูกสูบ โดยการทดลองหาแรงที่น้อยที่สุดในการอัดจุกคอร์กพบว่าแรงที่ใช้ 922 N ทำการคำนวณหาขนาดลูกสูบและกระบอกสูบใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 63 mm . ใช้ความดันลมระหว่าง 5-10 bar ดังนั้นลูกสูบในขั้นตอนที่4) กับ 5) ซึ่งทำงานอยู่ในแนวเดียวกันคือแนวดิ่งขนาดเท่ากัน จึงใช้กระบอกสูบมาติดตั้งต่อกัน ส่วนการป้อนจุกคอร์กเข้าสู่ตำแหน่งพร้อมอัดนั้นเนื่องจากแกนสูบสูบไม่ต้องรับ Load จึงเลือกใช้กระบอกสูบขนาดเล็ก คือขนาด Diameter = 16 mm ได้

6) การติดตั้งลูกสูบชุดอัดจุกคอร์ก ออกแบบให้มีโครงจับยึดกระบอกสูบ สามารถปรับตำแหน่งให้สูงต่ำได้ โดยใช้เกลียว

7) การอัดจุกคอร์กเข้าปากขวด และเลื่อนแกนอัดขึ้นจะใช้ระบบ Pneumatics ถูกควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามขั้นตอนและ Cycle การอัดจุกด้วย PLC

8) การออกแบบส่วนประกอบของเครื่อง หลังจากที่ได้จัดหาอุปกรณ์ในระบบต่าง ๆ แล้ว ก็นำคุณสมบัติและลักษณะของอุปกรณ์เหล่านั้นมาทำการออกแบบรูปทรง รูปร่างขนาดของแต่ละส่วนประกอบ ซึ่งประกอบด้วย โครงเครื่อง ระบบลำเลียงขวด ระบบการป้อนขวด ระบบการอัดจุกคอร์ก ระบบควบคุม และระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าเลือกใช้ไฟฟ้าชนิด 3 เฟส เนื่องจากการใช้งานของเครื่องจะต้องใช้ในโรงงานผลิต ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่ใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส

การติดตั้งชุด PLC ชุด PLC ที่เลือกใช้เป็นยี่ห้อ Omron รุ่น PCM1A

5. การสร้างเครื่องอัดจุกคอร์ก

ทำการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ ผลิตชิ้นส่วนประกอบตัวเครื่องประกอบระบบส่งกำลัง ระบบลำเลียงขวด และระบบควบคุม วัสดุที่ใช้เป็นสเตนเลสทั้งหมด เพื่อป้องกันการเกิดสนิมขึ้นในชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง

6. ทดลองการทำงานของเครื่องและปรับปรุงแก้ไข

เมื่อทำการสร้างเครื่องในแต่ละระบบเสร็จได้ทำการทดลองการทำงานในแต่ละระบบให้สามารถทำงานได้ตามหน้าที่ที่ได้ออกแบบไว้ และทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องพร้อมกันไปด้วย

7. ทดลองการใช้เครื่องในภาคสนาม

ทำการทดลองที่บริษัท บางกอกไวเนอรี่ จำกัด ทดลองการทำงานของเครื่องและการอัดจุกคอร์กเข้าปากขวด โดยใช้ขวดไวน์ขนาด 750 cc จำนวน 50 ขวด จุกคอร์กที่ใช้เป็นจุกคอร์กที่ผลิตในประเทศโปรตุเกต ที่ผ่านการอบไล่ความชื้นมาแล้ว

การทดลอง ทำการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องในการอัดจุกคอร์ก

1) ทดลองหาอัตราความเร็วการอัดจุกคอร์กต่อนาที ให้เครื่องอัดจุกคอร์กทำงานไปอย่างต่อเนื่องครั้งละจำนวน 50 ขวด โดยทำการทดลอง 20 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2) ทดลองหาความเที่ยงตรงของความลึกที่ได้จากการอัดจุกเป็นจำนวน 50 ครั้ง โดยหาค่าความลึกเฉลี่ยของจุกคอร์กที่อัดลงไปในปากขวด

3) ทดลองหาค่าความเที่ยงตรงของการป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งอัดจุกคอร์กที่ได้จากการทดลองจำนวน 50 ครั้ง โดยหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย

4) การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของความแม่นยำในการอัดจุกคอร์กขวดโดยวิธีทำการทดลองอัดจุกคอร์กซ้ำ 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน(Pearson correlation coefficient)

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป จากผลการศึกษาข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวกับเครื่องอัดจุกคอร์กและอุปกรณ์ได้แก่ จุกคอร์ก และขวดที่บรรจุเครื่องดื่มได้ผลดังนี้

ขวดบรรจุเครื่องดื่ม ขวดที่ใช้ในการบรรจุเครื่องดื่มที่พบมากในระบบการผลิตคือขวดบรรจุไวน์ การศึกษาจึงเน้นที่รายละเอียดของขวดไวน์เพื่อให้สามารถออกแบบและผลิตเครื่องอัดจุกคอร์กใช้กับอุตสาหกรรมผลิตไวน์ด้วย

ขวดบรรจุไวน์ เป็นขวดแก้วมีทั้งใส สีเขียวขุ่น และสีน้ำตาลขุ่นที่ผ่านการผลิตโดยกรรมวิธี เป่าขึ้นรูป (Blow molding) ขนาดบรรจุมีตั้งแต่ 187.5 cc ถึง 750 cc แบ่งออกได้ดังนี้

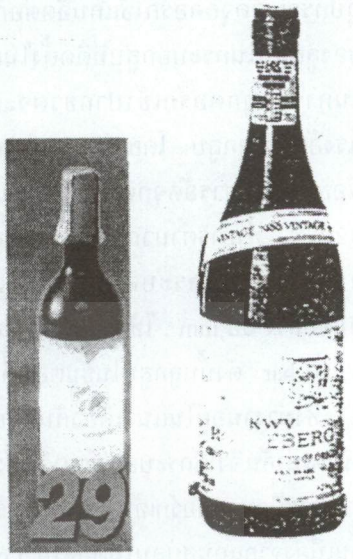
ขนาด UN-Quart มีขนาดบรรจุ 187.5 cc
Demi-Bouteille หรือ Half Bottle มีขนาดบรรจุ 375 cc
Boutelle หรือ Standard Bottle มีขนาดบรรจุ 750 cc

นอกจากนี้มีขนาดที่พิเศษ ชนิดบรรจุได้ตั้งแต่ 1500 cc (1.5 ลิตร) ถึง 6000 cc (6 ลิตร) ขนาดที่พิเศษนี้นักดื่มไวน์จะไม่นิยมดื่มกันขนาดบรรจุที่จัดเป็นขนาดมาตรฐานสำหรับบรรจุไวน์ทั่วไปก็คือขนาด 750 cc ที่สามารถพบเห็นได้ทั้งขวดไวน์แดงและไวน์ขาวและมีบ้างเช่นกันในไวน์อื่น ๆ

ขนาดของขวดไวน์ที่บรรจุ 750 cc ดังรูปที่ 2 a) จะมีขนาดที่เป็นมาตรฐานโดยทั่วไปดังนี้

Outside Diameter = 76 mm
Total Height = 300 mm
Body Height = 225 mm
Wall thickness = 4.35(Approximate)
Inside Bottle's Hole = 18.3 mm

สำหรับขวดที่ผลิตในต่างประเทศก็มีรูปร่างต่างออกไปดังรูปที่ 2 b)



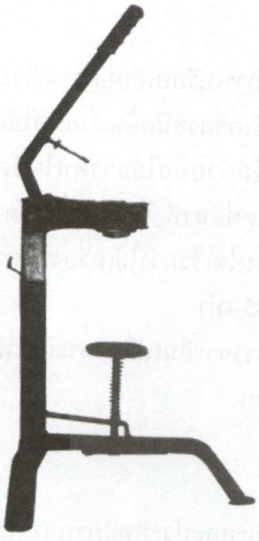
a) b)

รูปที่ 2 ลักษณะรูปร่างของขวดไวน์

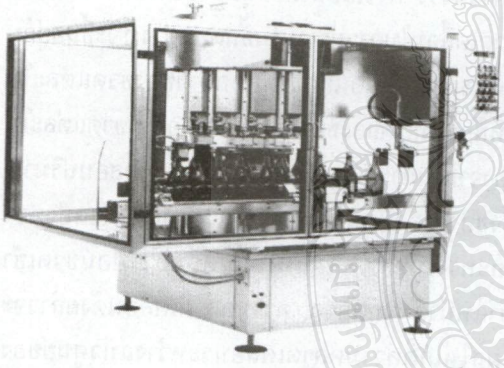
จุกคอร์ก การบรรจุไวน์ที่ได้มาตรฐานจะต้องใช้ฝาจุกคอร์กโดยการอัดให้แน่นเพื่อไม่ให้น้ำไวน์ซึมออกมาได้ จุกคอร์กทำจากต่างประเทศในการผลิตไวน์ในประเทศจุกคอร์กที่ใช้เป็นจุกคอร์กสำเร็จรูปสั่งซื้อจากประเทศโปรตุเกตเป็นส่วนใหญ่ วัสดุจุกคอร์กทำจากไม้คอร์ก ลักษณะของจุกคอร์กเป็นรูปทรงกระบอกมีขนาดและคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

Length = 40.4 mm
Diameter = 23.1 mm
Density = 270 kg/m^3
Humidity 6 %

กรรมวิธีการอัดจุกคอร์ก การอัดจุกคอร์กที่ใช้งานมีทั้งแบบ Manual และแบบ Automatic ในการผลิตไวน์ที่มีจำนวนการผลิตต่อ Lot น้อย ก็จะใช้เครื่องอัดแบบ Manual ดังรูปที่ 3 เพราะทำงานง่ายและราคาเครื่องไม่แพง ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ แต่ถ้าการผลิตมีจำนวนต่อ Lot มากก็จะติดตั้งเครื่องอัดแบบ Automatic ดังรูปที่ 4



รูปที่ 3 เครื่องอัดจุกคอร์กขวดไวน์แบบ manual ใช้แรงคนอัด



รูปที่ 4 เครื่องอัดจุกคอร์กขวดไวน์ระบบอัตโนมัติ (บริษัท YNB Supply(Asia) Corporation).

ผลการออกแบบเครื่องอัดจุกคอร์กขวด

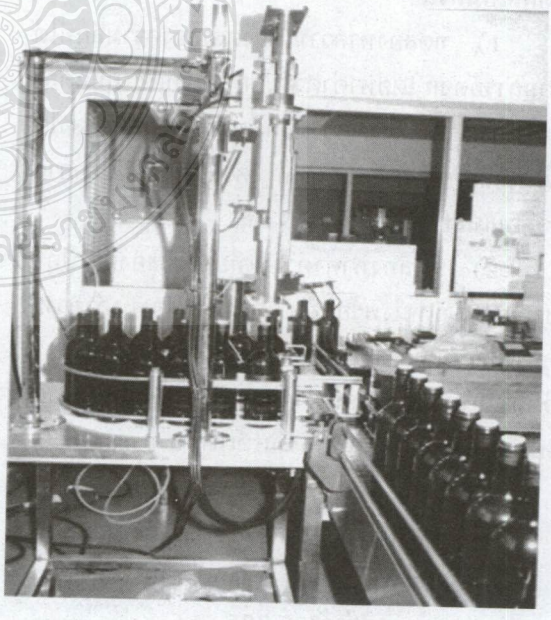
ได้เครื่องอัดจุกคอร์กขวดต้นแบบ ทำงานได้ 2 ระบบ คือ ระบบ Manual และระบบกึ่งอัตโนมัติ การควบคุมการทำงานใช้ระบบ Pneumatics และระบบ PLC ใช้ไฟฟ้า 380 โวลท์ มีสายพานลำเลียงขวดเข้าสู่ขั้นตอนการอัด

หลักการทำงานของเครื่องนี้คือ ระบบ Manual ใช้คนนำขวดเข้าสู่สายพานลำเลียง กดปุ่มทำงานของแต่ละหน้าที่ตามขั้นตอนเรียงลำดับดังนี้

1) ป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งอัด
2) ป้อนจุกคอร์กเข้าสู่ตำแหน่งอัด
3) เคลื่อนชุดประคองปากขวดลง
4) อัดจุกคอร์กเข้าปากขวด
5) เลื่อนแกนอัดขึ้น
6) ขวดใบต่อมาจะดันขวดที่อัดจุกแล้วให้เคลื่อนที่ออกจากบริเวณชุดอัดและเข้าสู่สายพานลำเลียงเพื่อนำไปทำงานในกระบวนการอื่นต่อไป ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามขั้นตอนและ Cycle การอัดจุกด้วยระบบ Pneumatics และระบบ PLC

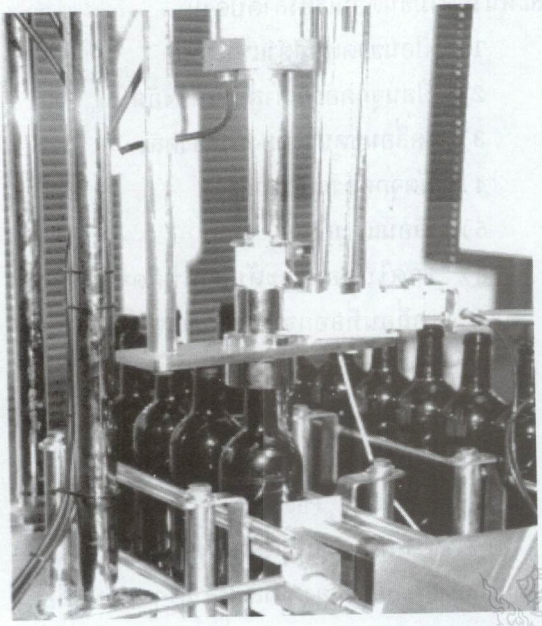
การทำงานโดยระบบกึ่งอัตโนมัติ คือ ใช้คนนำขวดเข้าสู่สายพานลำเลียงครั้งละหลาย ๆ ขวด เลือกปุ่มทำงานแบบ AUTO กดปุ่มเริ่มทำงาน เครื่องจะทำงานอย่างต่อเนื่องตามลำดับเช่นเดียวกับขั้นตอนในระบบ Manual

การลำเลียงขวดจะถูกลำเลียงด้วยชุดสายพานลำเลียงดังแสดงไว้รูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการลำเลียงขวดเข้าสู่ชุดอัดจุกคอร์ก

ชุดประคองปากขวดและอัดจุกคอร์กดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงให้เห็นชุดประคองปากขวดและขั้นตอนการอัดจุกคอร์ก

ผลการทดลอง จากผลการทดลองภาคสนามได้ผลเป็นดังนี้

1) ทดลองหาความเที่ยงตรงของความลึกที่ได้จากการอัดจุก โดยหาค่าความลึกของจุกคอร์กที่อัดลงไปในปากขวด ระยะ ความลึกที่เลยจากปากขวดลงไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.4 mm คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.23 mm

2) ทดลองหาค่าความเที่ยงตรงของการป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งพร้อมอัด คือการทดลองหาค่าความคลาดเคลื่อนของระยะระหว่างตำแหน่งขวดก่อนป้อนกับตำแหน่งขวดที่จุดอัด จากผลการทดลองและคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยได้เท่ากับ 1 mm

3) การวิเคราะห์ความเชื่อมั่นในการอัดจุกคอร์กขวดโดยวิธีทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง แล้วคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.785

4) ความเร็วเฉลี่ยในการอัดจุกคอร์กเท่ากับ 15 ขวดต่อนาที

5) ผลการเปรียบเทียบความเร็วในการอัดเมื่อเทียบกับการใช้เครื่องชนิดอัดด้วยมือใช้แรงคนพบว่าเมื่อใช้เครื่องอัดด้วยมือใช้แรงคนได้อัตราความเร็วประมาณ 4 ขวดต่อนาที ดังนั้นเครื่องอัดจุกคอร์กขวดนี้สามารถทำงานได้เร็วกว่าใช้เครื่องชนิดอัดด้วยมือใช้แรงคนถึง 3.75 เท่า

6) อัตราการสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าต่อชั่วโมงเท่ากับ 0.2 Unit

อภิปรายผล

สมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบอัดจุกคอร์กขวดที่สร้างขึ้นนี้เป็นผลมาจากแนวคิดและจะขึ้นกับข้อกำหนดในการออกแบบที่จะต้องให้สามารถทำงานได้ตาม Function ที่กำหนด รวมทั้งงบประมาณในการสร้าง การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ ค่าความคลาดเคลื่อนในการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับตัวแปรบางตัว ได้แก่ความแตกต่างของขวดแต่ละใบ น้ำหนักของขวดและของเหลวที่บรรจุอยู่ในขวดแต่ละใบ เนื่องจากในการทดลองยังไม่มีเครื่องตรวจสอบปริมาณของของเหลวที่บรรจุลงในขวด ซึ่งเป็นตัวแปรของระยะทางในการเคลื่อนที่ในขั้นตอนการป้อนขวดเข้าสู่ตำแหน่งอัดจุกคอร์ก ความคล่าดเคลื่อนดังกล่าวจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนระหว่างแนวศูนย์ของปากขวดกับแนวศูนย์ของลูกสูบสำหรับกดอัดจุกคอร์กตามมา ทำให้การอัดจุกคอร์กมีความคลาดเคลื่อนของความลึกเกิดขึ้น แต่ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้ไม่มีผลต่อการอัดจุกคอร์กและผลิตภัณฑ์สำเร็จที่เป็นสินค้า เช่น ขวดไวน์ หรือขวดเครื่องดื่มชนิดอื่นเพราะมีค่าน้อยมาก และผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่ต้องการความเที่ยงตรงของการอัดจุกคอร์กสูงมาก ความเร็วของการอัดจุกคอร์ก 15 ขวดต่อนาที เมื่อเปรียบเทียบกับการอัดจุกคอร์กด้วยเครื่องที่ใช้แรงคนจะเร็วกว่าการใช้คนถึง 3.75 เท่า จะสามารถผ่อนแรงคน ประหยัดเวลาในการผลิตและประหยัดค่าแรงคนได้ถึงร้อยละ 73

เครื่องอัดจุกคอร์กนี้จึงสามารถใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มที่ต้องการปิดฝาขวดด้วยจุกคอร์กได้ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมขนาดย่อม หรือที่ต้องการผลิตเองในชุมชนและในครัวเรือน เพราะใช้งานได้ง่าย ราคาไม่สูงนัก สะอาด ปลอดภัย และจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องที่มีต้นทุนต่ำและ Function การทำงานที่ง่ายขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการผลิตผลิตภัณฑ์ในชุมชนต่าง ๆ โดยเฉพาะการผลิตผลิตภัณฑ์ OTOP ตามนโยบายของรัฐได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, 2542, **"เรียนรู้การทำไวน์ผลไม้ด้วยตนเอง"**, ศิลปะการพิมพ์, ลำปาง, หน้า 1-3, 11, 37, 62.

[2] วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และชาญ ถนัดงาน, 2531, **"การออกแบบเครื่องจักรกล"**, เอช - เอน การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 24.

[3] ณรงค์ ตันตะชีวะวงศ์, 2540, **"ระบบ PLCW, สำนักพิมพ์ดวงกมลสมัย"**, กรุงเทพมหานคร, หน้า 5-6, 13.

[4] คู่มือการฝึกอบรม CPMI เบื้องต้น, Omron electronics Co,Ltd, กรุงเทพมหานคร, หน้า 43-45.

[5] พรจิต ประทุมสุวรรณ, 2535, **"การควบคุมนิวแมติกส์"**, เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 47-71.

[6] มนูญ ชื่นชม, 2533, **"นิวแมติก์เบื้องต้น"**, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพมหานคร, หน้า 15.

[7] สมยศ จันเกษม และคิโยคุตสึ ชิงะ, 2527, **"การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล"**, สำนักพิมพ์ดวงกมล, กรุงเทพมหานคร, หน้า 212.

[8] บรรเลง ศรนิล และประเสริฐ ก๊วยสมบูรณ์, 2524, **"ตารางโลหะ"**, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, หน้า 98, 102, 136.

[9] Shigley, Joseph E. and Mischke, Charles R. 2001, Mechamical Engineering Design. Sixth ed. Singapore: McGraw-Hill.

[10] Spotts, M.F. and Shop, T.E.1998. **"Design of Machine Elements"**. New Jersey: Prentice Hall, inc.