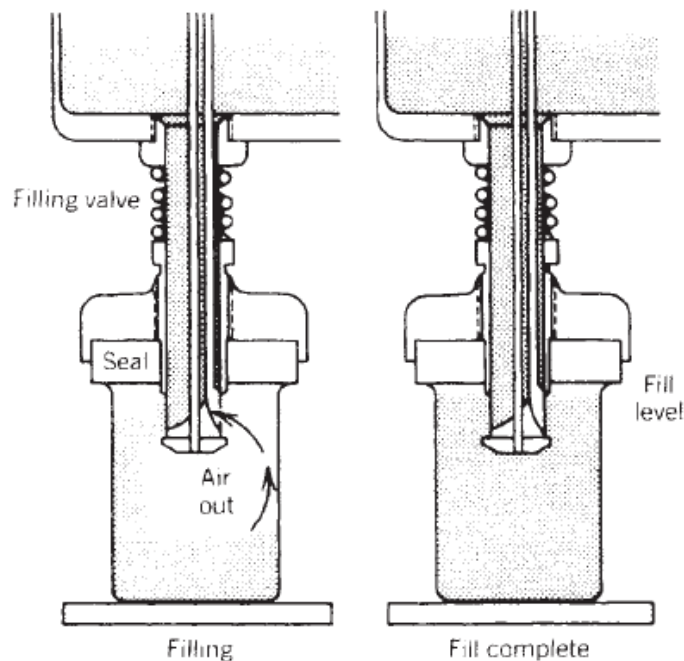


การบรรจุของเหลว

การบรรจุของเหลว เช่น เครื่องดื่ม น้ำผลไม้และนมที่ปราศจากแก๊สมีหลักการ ดังนี้

1. ระบบการบรรจุที่เครื่องบรรจุปิดผนึกกับภาชนะ (sealed-container system)

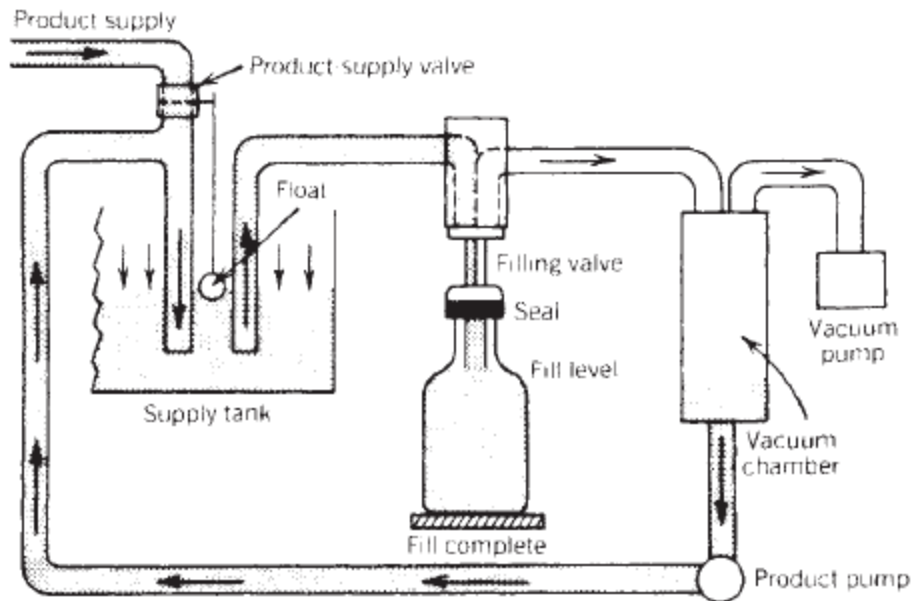
- เครื่องบรรจุระบบความดันสมดุล (balance-pressure filler) เป็นระบบบรรจุที่ผลิตภัณฑ์เหลวเคลื่อนที่จากถังเก็บผ่านวาล์วไปสู่ภาชนะ โดยถังเก็บจะอยู่เหนือภาชนะ ซึ่งอากาศจากภาชนะจะเคลื่อนจากช่องว่างในภาชนะ (headspace) กลับไปที่ถังเก็บโดยผ่านวาล์วเดียวกับที่ใช้บรรจุของเหลว แบ่งได้เป็น
 - 1) gravity filler เป็นระบบพื้นฐานอาศัยเพียงแรงโน้มถ่วงในการบังคับให้ของเหลวไหลจากถังเก็บลงสู่ภาชนะ ทั้งนี้ของเหลวส่วนเกินจะถูกนำกลับสู่ถังเก็บโดยอากาศที่เคลื่อนที่ผ่านท่อระบายของเหลว (vent tube)
 - 2) gravity-vacuum filler เป็นระบบที่มีการใช้สุญญากาศต่ำ (low vacuum) ในถังเก็บของเหลวซึ่งปิดสนิท เมื่อภาชนะสัมผัสกับหัวจ่าย (filler) วาล์วจะเปิดออกและความดันในภาชนะจะช่วยผลักดันผลิตภัณฑ์ที่ยังตกค้างอยู่ในท่อระบาย (vent tube) เคลื่อนกลับเข้าสู่ถังเก็บผลิตภัณฑ์ และช่วยเร่งการบรรจุในขณะเดียวกัน



ภาพที่ 1 การบรรจุของเหลวโดยอาศัยหลักการแรงโน้มถ่วง
ที่มา: Yam (2010)

- เครื่องบรรจุระบบความดันไม่สมดุล (unbalance-pressure filler) เป็นระบบบรรจุที่ความดันเหนือของเหลวที่จะบรรจุและความดันในท่อระบาย (vent) อากาศจากภาชนะในช่วงบรรจุมีความแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของความดันดังกล่าวจะช่วยเร่งการบรรจุของเหลวลงสู่ภาชนะ ซึ่งเหมาะกับการบรรจุของเหลวลงในภาชนะที่มีปากขนาดเล็ก ของเหลวมีความหนืด หรือบรรจุภัณฑ์มีขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม อาจเกิดปัญหาเรื่องฟองจากการบรรจุขณะเร็วซึ่งกระทบถึงความแม่นยำของระดับการบรรจุ จึงต้องอาศัยระบบ

ควบคุมการบรรจุเกินและระบบดึงกลับผลิตภัณฑ์ส่วนเกิน (overflow-collection/ product-recirculation) เพื่อให้บรรจุผลิตภัณฑ์จนถึงระดับที่ต้องการ

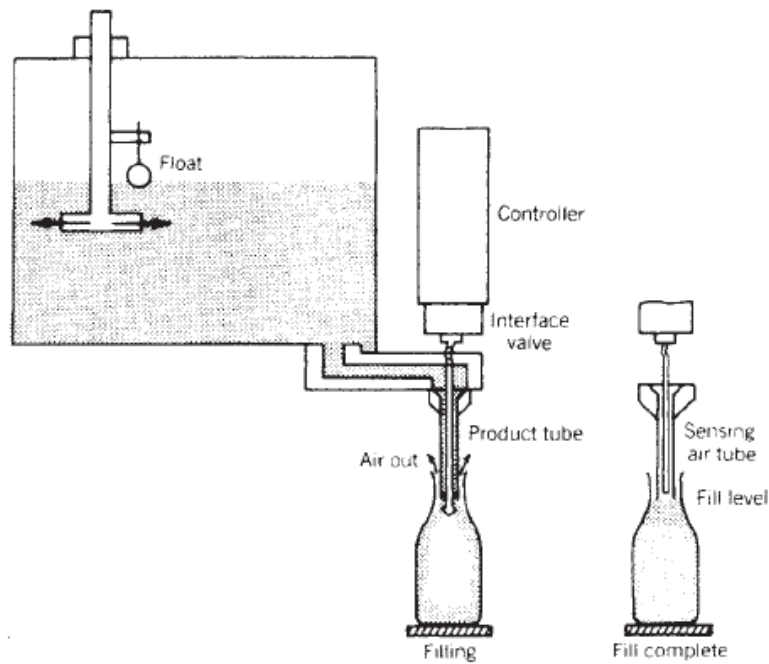


ภาพที่ 2 การบรรจุของเหลวโดยอาศัยหลักการสุญญากาศ
ที่มา: Yam (2010)

- 1) vacuum filler เป็นระบบบรรจุแบบสุญญากาศซึ่งอาศัยแรงดันจากอากาศในภาชนะบรรจุผลักดันผลิตภัณฑ์จากถังสู่ภาชนะ
- 2) prevacuumized filler เป็นระบบที่มีการกำจัดอากาศในภาชนะออกก่อนการบรรจุ จากนั้นวาล์วจึงจะบรรจุผลิตภัณฑ์ นิยมใช้กับการบรรจุของเหลวลงในภาชนะที่มีของแข็งอยู่แล้ว
- 3) gravity filler เป็นระบบที่ความแตกต่างของความดันเกิดจากระดับของถังเก็บ ภาชนะบรรจุและถัง overflow กล่าวคือ การติดตั้งถังเก็บไว้สูงกว่าภาชนะและถัง overflow อยู่ใต้ภาชนะบรรจุ
- 4) pressure filler เป็นระบบที่คล้ายคลึงกับ vacuum filler แต่เป็นการไล่ความดันที่ผลิตภัณฑ์โดยการไล่ความดันเหนือของเหลวในถังหรือโดยการบีบผลิตภัณฑ์โดยตรงผ่านท่อบรรจุ ซึ่งถัง overflow จะเปิดออกสู่บรรยากาศเพื่อให้บรรจุโดยปราศจากสภาวะสุญญากาศ จึงนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถบรรจุในสภาวะสุญญากาศได้ เช่น
 - การบรรจุแอลกอฮอล์ในสภาวะสุญญากาศจะลดปริมาณแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่ม
 - การบรรจุผลิตภัณฑ์ร้อน (93 องศาเซลเซียส) ในสภาวะสุญญากาศอาจทำให้เกิดประกายไฟ (flash)

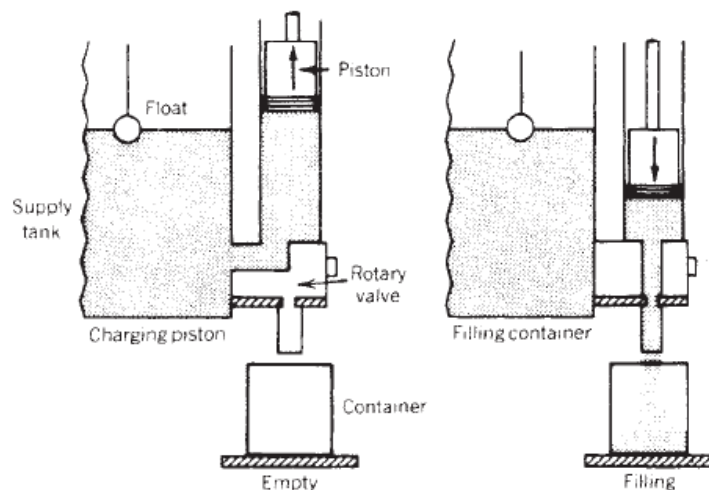
2. ระบบการบรรจุที่เครื่องบรรจุไม่ปิดแนบสนิทกับภาชนะ (unsealed-container system)

- Level-sensing filler เป็นการบรรจุจนถึงระดับที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้การจำกัดการไหลของอากาศ (air-flow block) จากการเพิ่มขึ้นของของเหลวในบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะส่งสัญญาณให้ระบบควบคุมปิดการไหลของผลิตภัณฑ์ การบรรจุประเภทนี้จึงมีความรวดเร็วเนื่องจากไม่มีผลิตภัณฑ์ส่วนเกิน (overflow) และไม่จำเป็นต้องกำจัดโฟม



ภาพที่ 1 การบรรจุของเหลวโดยอาศัยหลักการระดับการบรรจุ (level-sensing filling)
ที่มา: Yam (2010)

- Volumetric filler เป็นการบรรจุของเหลวลงสู่ภาชนะโดยอาศัยหลักการตวงปริมาณของเหลวที่แน่นอน เช่น Piston volumetric filler เป็นหลักการบรรจุโดยอาศัยการตวงปริมาณของของเหลวในภาชนะที่กำหนดปริมาตรและมีลูกสูบ (piston) ทำหน้าที่ดันของเหลวเข้าสู่ภาชนะ Rolling-diaphragm volumetric หรือ volume cup filler ซึ่งของเหลวจะเคลื่อนที่เข้าสู่ถ้วยตวงเพื่อกำหนดปริมาตรจากนั้นจึงถ่ายเทลงสู่ภาชนะบรรจุต่อไป ซึ่งนิยมใช้กับของเหลวที่มีความหนืดต่ำและไม่ติดค้างที่ผนังถ้วย ซึ่งเป็นระบบบรรจุแบบตวงปริมาตรที่ราคาไม่แพงและบำรุงรักษาได้ง่าย



ภาพที่ 1 การบรรจุของเหลวโดยอาศัยหลักการกำหนดปริมาตรด้วยลูกสูบ
ที่มา: Yam (2010)

- Pump volumetric เป็นการใช้ปั๊มควบคุมปริมาตรในการถ่ายของเหลวลงสู่ภาชนะ ได้แก่ positive-displacement-pump volumetric และ peristaltic-pump volumetric
- Weight filler คือ การบรรจุโดยอาศัยเครื่องชั่งที่ติดตั้งก่อนการถ่ายเทของเหลวลงสู่ภาชนะ
- Time-fill filler เป็นการบรรจุของเหลวโดยกำหนดเวลา โดยของเหลวจะไหลผ่านวาล์วที่มีการกำหนดเวลาในการบรรจุเข้าสู่ภาชนะ
- Overflow การบรรจุของเหลวเกินปริมาตรที่กำหนดแล้วค่อยกำจัดออกภายหลัง เช่น การใช้หัวกดตกลงในภาชนะให้ของเหลวล้นออก การเอียงภาชนะเพื่อให้ของเหลวไหลออก เป็นต้น การบรรจุแบบนี้ทำได้เร็วและราคาไม่แพง

เอกสารอ้างอิง

Yam, K. L. (Ed.). (2010). The Wiley encyclopedia of packaging technology. John Wiley & Sons.