บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ขิง

2.1.1 ชื่อวิทยาศาสตร์และชื่อท้องถิ่น

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Zingiber officinale* Rosc. วงศ์ ZINGIBERACEAE (รุ่งรัตน์, 2540)

ชื่อท้องถิ่น : ขิงแกลง, ขิงแดง (จันทรบุรี), ขิงเผือก (เชียงใหม่), สะเอ (แม่ฮ่องสอน), ขิงบ้าน, ขิงแครง, ขิงป่า, ขิงเขา, ขิงดอกเดียว (ภาคกลาง), เกีย (จีนแต้จิ๋ว)

2.1.2 ลักษณะ

ขิงเป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี สูง 0.3 - 1 เมตร มีเหง้าใต้ดิน เปลือกนอกสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อในสีนวลแกมเขียว มีกลิ่นเฉพาะ แตกสาขาคล้ายนิ้วมือเป็นแง่งแทงหน่อหรือลำต้นเทียม ซึ่งเกิดจากก้านใบที่มีลักษณะเป็นกาบและ ลักษณะใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ รูปขอบขนานแกมใบหอก กว้าง 1.5 - 2 ซม. ยาว 15 - 20 ซม. ดอกเป็นช่อ แทงจากเหง้า กลีบดอกสีเหลืองแกมเขียว ใบประดับสีเขียวอ่อนส่วนผลมีลักษณะกลม แข็ง โต วัดผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม.

2.1.3 สารสำคัญ

ขิงมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 7.28% ประกอบด้วย methol, borneol, zingiberene, fenchone, 6-shogoal, และ 6-gingerol เป็นยาขับลมเพราะมีน้ำมันหอมระเหย สาร methol มีฤทธิ์ขับลม ส่วน borneol, fenchone และ 6-gingerol มีฤทธิ์ขับน้ำดี ช่วยย่อยไขมัน นอกจากนี้สารที่มีรสเผ็ดได้แก่ 6-shogoal, และ 6-gingerol ทำให้ลำไส้เพิ่มการเคลื่อนไหว จึงช่วยบรรเทาอาการปวดท้องเกร็ง ต่อมาพบว่า zingiberene, และ 6-gingerol สามารถป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้

2.1.4 พันธุ์ขิง

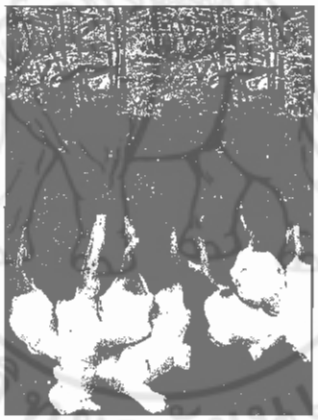
พันธุ์ขิงพอจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.1.4.1 ขิงใหญ่หรือขิงหยวก (รูปที่ 2.1) จะมีแง่งใหญ่ ข้อห่าง เนื้อละเอียดไม่มีเสี้ยนหรือมีแต่น้อยมาก รสเผ็ดน้อย ใต้เซลล์ผิวเมื่อลอกเยื่อหุ้มออกจะไม่มีสีหรือมีสีเหลืองเรื่อ ๆ ลักษณะของตาที่ปรากฏบนแง่งกลมมน ลำต้นสูง ปลายใบป้าน เหมาะสำหรับปลูกเป็นขิงอ่อน ส่งโรงงานเพื่อแปรรูปเป็นขิงดอง ขิงแช่อิ่มหรือใช้บริโภคสดก็ได้

รูปที่ 2.1 ขิงใหญ่หรือขิงหยวก

ที่มา: http://images.google.co.th/images?hl=th&um=1&sa=3&q

2.1.4.2 ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด (รูปที่ 2.2) จะมีแง่งเล็ก สั้น ข้อถี่ เนื้อมีเสี้ยนมาก มีรสค่อนข้างเผ็ด ลักษณะของตาที่ปรากฏบนแง่งค่อนข้างแหลม แตกแขนงดี นิยมปลูกเป็นขิงแก่ เพราะได้น้ำหนักดี ใช้ทำเป็นพืชสมุนไพรประกอบทำยารักษาโรค และสกัดทำน้ำมัน



รูปที่ 2.2 ขิงเล็กหรือขิงเผ็ด

ที่มา : http://images.google.co.th/images?hl=th&q

2.1.5 การเก็บเกี่ยว

ขิงจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 10-12 เดือน หลังจากปลูกหรือจะสังเกตได้จากใบและลำต้นเริ่มเหี่ยวเฉา เมื่อขิงมีอายุย่างเข้าเดือนที่ 8 ในการเก็บเกี่ยวนั้นหากเป็นพื้นที่แห้งและแข็ง ให้รดน้ำที่แปลงเพื่อให้ดินอ่อนตัวก่อนจึงใช้มือดึงขึ้นมา จากนั้นเขย่าดินออกทิ้ง ตัดรากและใบเหี่ยวออก แยกแง่งที่จะใช้สำหรับทำพันธุ์ โดยเลือกแง่งที่อวบใหญ่ปราศจากเชื้อโรค แมลง และไม่มีแผล ขิงที่ใช้ทำขิงดองจะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุได้ 4-6 เดือน

2.1.6 พื้นที่ส่งเสริม

พื้นที่เหมาะสมเชิงธุรกิจ จังหวัด เชียงราย เพชรบูรณ์ พื้นที่ปลูกที่สำคัญ จังหวัด เชียงราย ประจวบฯ พะเยา เลย เพชรบูรณ์ เพชรบุรีและพิษณุโลก

2.1.7 ผลผลิต

ขิงเป็นพืชเศรษฐกิจ ซึ่งมีคุณค่าทั้งในเชิงอาหารและเครื่องเทศที่สำคัญของโลก ปริมาณการผลิตมูลค่ามากกว่า 20,000 ล้านบาทต่อปี ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออกเป็นมูลค่า 1,000 ล้านบาทต่อปี ปริมาณการผลิตขิงในประเทศร้อยละ 65 ถูกผลิตเป็นขิงอ่อน โดยร้อยละ 40 ผลิตเป็นขิงดองและร้อยละ 25 ใช้บริโภคสด ผลผลิตอีกร้อยละ 35 ผลิตเป็นขิงแก่ โดยร้อยละ 20 ใช้บริโภคสด และร้อยละ 15 ใช้ทำพันธุ์ จากสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ของผลผลิตขิงจะเห็นได้ว่าขิงอ่อนมีสัดส่วนการบริโภคที่สูง ดังนั้นอุตสาหกรรมที่นำขิงอ่อนไปใช้ประโยชน์จึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมขิงดอง มีตลาดสำคัญคือประเทศญี่ปุ่น

2.2 การปอกเปลือก

การปอกเปลือกเป็นกระบวนการในการแปรรูปผักและผลไม้หลายชนิด ทั้งนี้เพื่อกำจัดเปลือกและรากที่บริโภคไม่ได้หรือไม่ต้องการ ผิวของวัตถุดิบที่ผ่านการปอกควรจะสะอาดและไม่เกิดการเสียหาย วิธีการปอกเปลือกที่สำคัญมี 5 วิธีดังต่อไปนี้ (วิไล, 2545)

2.2.1 การปอกเปลือกอย่างรวดเร็วโดยใช้ไอน้ำ (Flash steam peeling)

อาหาร เช่น มันฝรั่ง จะถูกส่งเข้ามายังภาชนะที่มีความดันสูงซึ่งหมุนอยู่ด้วยความเร็ว 4-6 รอบต่อนาที ภายใต้ไอน้ำความดันสูง ผิวหน้าของอาหารทั้งหมดจะสัมผัสกับไอน้ำในขณะที่ภาชนะหมุนอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ตามแต่ชนิดของอาหาร อุณหภูมิที่สูงนี้จะทำให้ชั้นผิวหน้าของอาหารได้รับความร้อนอย่างรวดเร็ว (ภายใน 15-30 วินาที) ผลิตภัณฑ์หรืออาหารที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าต่ำจึงป้องกันการส่งผ่านความร้อนต่อไปจนทำให้ผลิตภัณฑ์สุกได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงรักษาลักษณะเนื้อสัมผัสและสีไว้ได้ ต่อจากนั้นความดันจะถูกลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดไอน้ำใต้ผิวอาหาร มีผลให้ผิวหรือเปลือกของอาหารนั้นลอกออก

2.2.2 การปอกเปลือกโดยใช้มีด (Knife peeling)

มีดที่ตรึงอยู่กับที่จะกดลงไปบนผิวของผักหรือผลไม้ที่หมุนอยู่เพื่อปอกเปลือกออกไป หรือในทางกลับกันมีดจะหมุนรอบอาหารที่ตรึงอยู่กับที่ วิธีนี้เหมาะมากกับผลไม้ประเภทส้มที่ปอกเปลือกง่ายและเกิดการสูญเสียน้อย

2.2.3 การปอกเปลือกโดยการขัดสี (Abrasion peeling)

อาหารถูกส่งผ่านไปยังลูกกลิ้งที่ทำจากคาโบรันดัม (carborundum)หรือส่งเข้าไปในภาชนะซึ่งบุด้วยคาโบรันดัมซึ่งทำมาจากซิลิกอนและคาร์บอน ผิวที่ขรุขระนี้จะขัดสีกับเปลือกของวัตถุดิบและเปลือกนี้จะหลุดออกไปด้วยการชะล้างด้วยน้ำปริมาณมาก ข้อดีของวิธีนี้ได้แก่ การใช้พลังงานต่ำเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้เป็นอุณหภูมิห้อง การลงทุนต่ำและได้ลักษณะผิวภายนอกของอาหารที่ดี อย่างไรก็ตามอาจจะต้องมีการตกแต่งหลังการปอกเปลือกสำหรับวัตถุดิบที่มีผิวขรุขระ เช่น มันฝรั่ง ข้อจำกัดของวิธีนี้ได้แก่

1) การสูญเสียเนื้อของผลิตภัณฑ์ไปกับเปลือกมากกว่าวิธีปอกเปลือกโดยใช้ไอน้ำ เช่น เกิดการสูญเสีย 25 % โดยการขัดสีเทียบกับ 8 – 18 % ด้วยวิธีปอกเปลือกโดยใช้ไอน้ำในผัก

2) เกิดของเสียที่มีความเข้มข้นต่ำปริมาณมาก ทำให้ยากแก่การกำจัดและต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง

3) ประสิทธิภาพของการทำงานต่ำ เนื่องจากอาหารทุกชิ้นจะต้องสัมผัสกับผิวของเครื่องขัดสีแต่จะมีข้อยกเว้นสำหรับหอมหัวใหญ่ซึ่งเปลือกจะหลุดออกได้ง่ายด้วยเครื่องขัดสีแบบลูกกลิ้งนี้ และมีกำลังการผลิตสูงถึง 2,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.2.4 การปอกโดยใช้ด่าง (Caustic peeling)

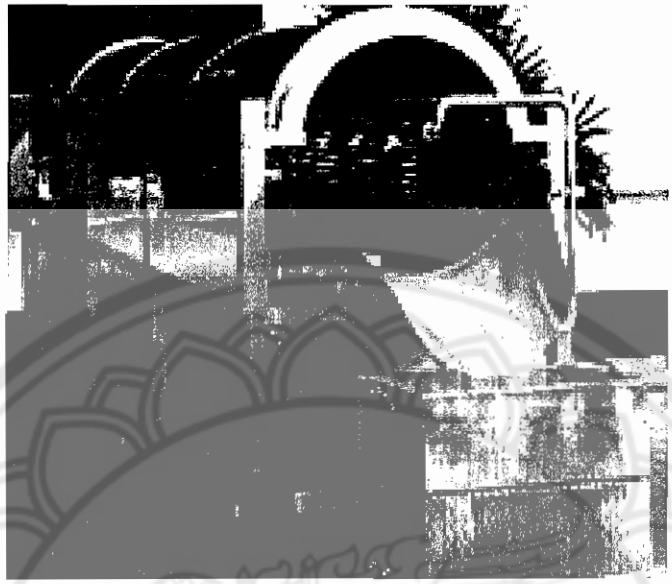
ในการปอกเปลือกด้วยด่างนี้จะใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นต่ำที่เรียกว่า น้ำด่าง (lye) อุณหภูมิ 100 – 120°C โดยการปอกเปลือกด้วยน้ำด่างนั้น อาหารจะถูกส่งผ่านเข้าไปในอ่างซึ่งบรรจุน้ำด่างเข้มข้น 1 – 2 % จึงทำให้ผิวของวัตถุดิบนุ่มและหลุดลอกออกไปด้วยการพ่นละอองน้ำที่มีความดันสูง การสูญเสียผลิตภัณฑ์ประมาณ 17 % แม้ว่าจะเป็นวิธีที่นิยมสำหรับอาหารประเภทหัว แต่อาจจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์บางอย่างเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง ปัจจุบันจึงมีผู้นิยมหันมาใช้วิธีปอกเปลือกอย่างรวดเร็วด้วยไอน้ำเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาวิธีการปอกเปลือกด้วยน้ำด่างโดยการใช้น้ำด่างเข้มข้นด้วยการจุ่มอาหารลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % และเปลือกจะถูกกำจัดออกอีกทีด้วยแผ่นยางหรือลูกกลิ้งยาง วิธีนี้จะลดปริมาณการใช้น้ำและการสูญเสียผลิตภัณฑ์ และให้ของเสียที่มีความเข้มข้นสูงทำให้กำจัดได้ง่าย

2.2.5 การปอกเปลือกโดยใช้เปลวไฟ (Flame peeling)

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมมากกับหอมหัวใหญ่ เครื่องประกอบด้วยสายพานซึ่งจะลำเลียงและหมุนอาหารผ่านเตาเผาซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 1,000°C เปลือกกรอบๆด้านนอกและรากของหัวหอมจะไหม้ ผิวที่ไหม้เกรียมนี้จะหลุดออกด้วยการพ่นละอองน้ำที่มีความดันสูง เปอร์เซ็นต์การสูญเสียเฉลี่ยประมาณ 9 %

2.3 เครื่องล้างแบบต่าง ๆ

2.3.1 เครื่องล้างผักไฮเทค



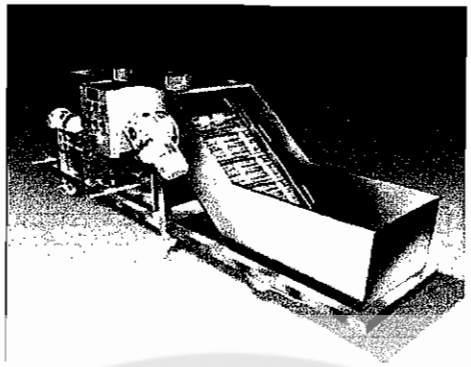
รูปที่ 2.3 เครื่องล้างผักไฮเทค

ที่มา: http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-298.html

เครื่องล้างผักไฮเทค (รูปที่ 2.3) ออกแบบโดยฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งถือเป็นนวัตรกรรมใหม่ ที่ผลิตขึ้นเพื่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมด้านอาหารสำเร็จรูปของไทย

อาศัยหลักการของระบบน้ำฉีดพ่นด้วยหัวสเปรย์แบบถอดล้างทำความสะอาดง่าย โดยใช้ระบบล้างต่อเนื่องแบบโรตารีดรัม (rotary drum) หรือระบบท่อหมุน ภายในท่อล้างจะมีขนแปรงไนล่อนสำหรับใช้ทำความสะอาด ให้สิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับวัตถุดิบถูกขจัดออก ส่วนน้ำที่ใช้ในการล้างได้ออกแบบให้ใช้ระบบหมุนเวียน สามารถช่วยประหยัดน้ำเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอีกทางหนึ่ง สำหรับระยะเวลาการล้างวัตถุดิบหลังจากป้อนเข้าผ่านระบบท่อหมุนและสเปรย์ฉีดพ่นน้ำ จนกระทั่งถึงทางออกใช้เวลาเพียง 2-3 นาทีเท่านั้น วัตถุดิบที่ล้าง อาทิ ข่า ขิง หอม กระเทียมและมะกรูด รวมทั้งยังสามารถทำความสะอาดพืชที่มีลักษณะเป็นหัว เช่น มันสำปะหลัง แครอท เผือก มัน ได้ มีกำลังการผลิต 500-900 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

2.3.2 เครื่องล้างมะนาว

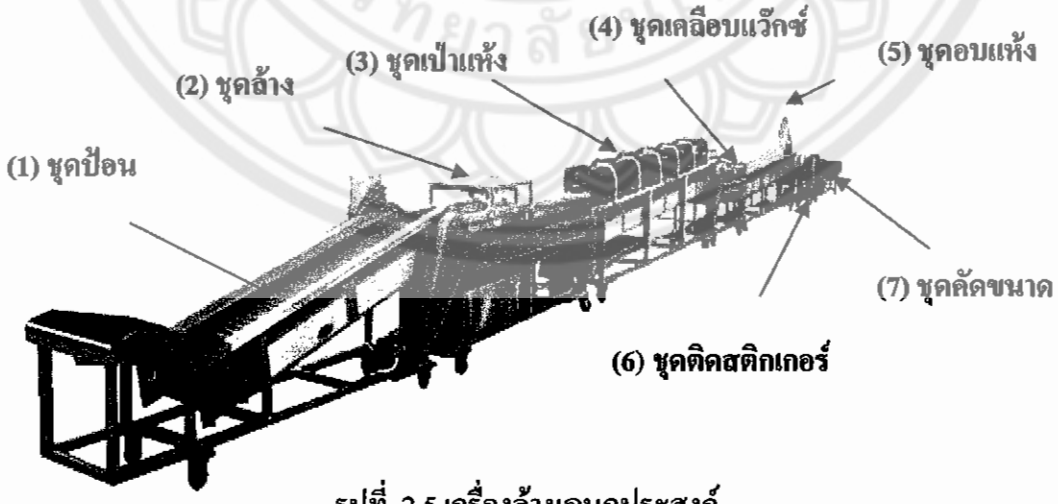


รูปที่ 2.4 เครื่องล้างมะนาว

ที่มา: http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-298.html

เครื่องล้างมะนาว (รูปที่ 2.4) เป็นนวัตกรรมใหม่ที่ช่วยลดระยะเวลาในการล้าง ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดในปัจจุบัน เพราะช่วยลดต้นทุนการผลิต ซึ่งออกแบบโดย ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยมีขั้นตอนการทำงานของเครื่องล้างมะนาวดังนี้ เริ่มจากนำผลมะนาวเทลงในถังรับ ซึ่งผสมน้ำยาคลอรีนหรือน้ำยาฆ่าเชื้อรา จากนั้นสายพานลำเลียงจะส่งผลมะนาวไปยังลูกกลิ้งแปรง ซึ่งมีน้ำฉีดพ่นลงที่ผลมะนาว ใช้ระบบหัวฉีดพ่นถอดประกอบง่ายแบบ clip eyelet nozzle เป็นตัวพ่นลงมา เนื่องจากสามารถถอดล้างได้ง่ายจึงลดปัญหาการอุดตันจากตะกอน ผลมะนาวที่ผ่านการทำความสะอาดจากเครื่องล้างมะนาว พร้อมสำหรับการนำไปแปรรูปต่อไป นอกจากนี้เครื่องล้างมะนาว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลไม้ในตระกูลส้มหรือผลไม้ชนิดกลมอื่นๆ ได้อีกด้วย

2.3.3 เครื่องล้างเอนกประสงค์



รูปที่ 2.5 เครื่องล้างเอนกประสงค์

ที่มา : http://www.clinictech.most.go.th/techlist/0214/agriculture/00000-458.html

เครื่องล้างทำความสะอาดดังแสดงในรูปที่ 2.5 จัดทำโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) มีกำลังการผลิต 1,000-1,500 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องนี้เหมาะกับผลไม้ตระกูลส้ม ที่มีลักษณะทรงกลม เช่น มะนาว ส้มเขียวหวาน ส้มโชกุน ส้มสายน้ำผึ้ง ส้มโอ มังคุด โดยเครื่องจะล้างทำความสะอาดได้อย่างครบวงจร เครื่องล้างผลไม้ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 7 ชุด โดยเมื่อนำแต่ละชุดนำมาต่อกัน จะมีความยาวประมาณ 25 เมตร ได้แก่

1) ชุดป้อน

2) ชุดล้าง เป็นลูกกลิ้งแปรง

3) ชุดเป่าแห้ง หลังจากล้างผลไม้

4) ชุดเคลือบน้ำยาแว็กซ์

5) ชุดอบแห้ง

6) ชุดติดสติ๊กเกอร์

7) ชุดเครื่องคัดขนาด

หลักการทำงานของเครื่องเริ่มจากการนำผลไม้ที่มีลักษณะเป็นทรงกลมเทลงในชุดเทป้อนสายพานลำเลียงผลไม้เข้าสู่ชุดล้างทำความสะอาด ผ่านกระบวนการเรียบร้อยแล้วผลไม้จะเข้าสู่กระบวนการทำแห้งโดยชุดเป่าแห้งซึ่งมีพัดลมเป่า ทั้งนี้หากเป็นผลไม้ที่ต้องการการยืดอายุการเก็บสามารถส่งต่อไปยังชุดเคลือบแว็กซ์ ชุดอบ ชุดติดสติ๊กเกอร์ เพื่อสะดวกในการจำหน่ายผลไม้ควรได้รับการแบ่งขนาดด้วยชุดคัดขนาด

2.4 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องล้างทำความสะอาดพืชผักทั่วๆไป

2.4.1 หัวฉีด

หัวฉีด คือ อุปกรณ์ที่ใช้ฉีดของเหลวให้เป็นฝอย ของเหลวจะแตกตัวเป็นละอองเล็ก ๆ และฟุ้งกระจายเป็นละอองได้ต้องใช้พลังงาน ดังนั้น หัวฉีดจึงถูกแบ่งออกตามประเภทของพลังงานที่ก่อให้เกิดละออง หัวฉีดใช้แรงดันของเหลวแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ หัวฉีดแบบแรงปะทะ หัวฉีดแบบรูปพัด และหัวฉีดแบบรูปกรวย

1) หัวฉีดแบบแรงปะทะ (รูปที่ 2.6) เป็นหัวฉีดสำหรับใช้ฉีดพ่นโดยเฉพาะ ทำด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็งเป็นชิ้นเดียวกัน มีรูขนาดเล็กตรงกลาง ของเหลวที่ไหลผ่านรูนี้จะปะทะกับแผ่นกั้นแล้วกระจายตัวออกเป็นละอองสารในลักษณะรูปพัดซึ่งถ้าวัดจากขอบสุดของแนวระนาบขึ้นไปตามสันรูปพัดไปถึงหัวฉีด อาจจะมีมุมการกระจายตัวของละอองสารระหว่าง 25-180 องศา การพ่นน้ำออกจากหัวฉีดขึ้นอยู่กับแรงดันที่ใช้ แต่โดยทั่วไป หัวฉีดแบบนี้จะใช้แรงดันต่ำประมาณ 4-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะให้ละอองที่หยาบจะได้ไม่ปลิวไปที่อื่นที่อยู่ข้างเคียง พื้นที่ที่ละอองตกลงบนพื้นผิวปะทะจะเป็นรูปวงรีแคบ บริเวณปลายทั้งสองข้างจะโตเล็กน้อย

ก) ภาพตัดด้านข้างหัวฉีด ข) ภาพตัดด้านหน้าหัวฉีด

รูปที่ 2.6 ลักษณะของหัวฉีดแบบแรงปะทะ

ที่มา : http://www.doae.go.th /Library/html/detail/protect/kreg7.htm

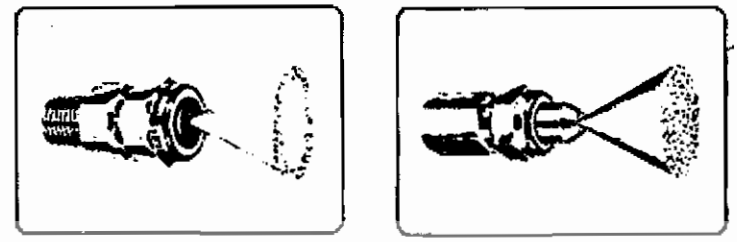
2) หัวฉีดแบบรูปพัด (รูปที่ 2.7) หัวฉีดแบบนี้ทำด้วยวัตถุชิ้นเดียว มีลักษณะกลมดรงกลางเจาะเป็นรูปวงรีเล็ก ๆ ให้ของเหลวไหลผ่าน ขนาดของสารที่ไหลผ่านรูฉีดด้วยแรงดันสูงจะแผ่เป็นรูปพัด มีความกว้างของมุมที่ของเหลวออกมาต่าง ๆ กันระหว่าง 65 - 80 องศา อัตราการไหลมากน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของรฉีดและแรงดันหัวฉีด หัวฉีดชนิดนี้เมื่อให้แรงดันสูงละอองจะมีความละเอียดสูง แรงดันต่ำละอองจะหยาบขึ้นตามลำดับ

รูปที่ 2.7 Flat spray nozzle สเปรย์แบบใบพัด

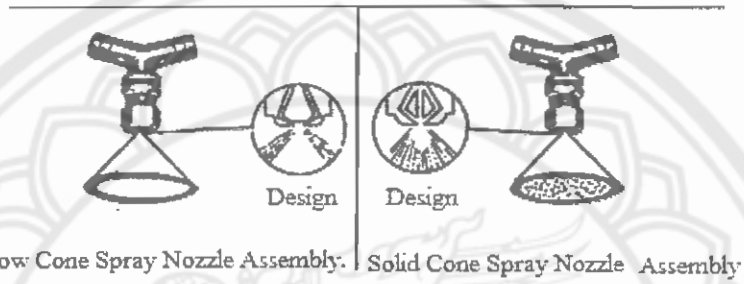
ที่มา : http://www.rittenhouse.ca/content/images/big\

3) หัวฉีดแบบรูปกรวย (รูปที่ 2.8) เป็นหัวฉีดที่ใช้กันมากในปัจจุบัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ 2 ชิ้น คือ รูฉีด ทำด้วยโลหะหรือวัสดุแข็งเป็นแผ่นแบนๆ หรือเป็นแท่งกลมมีรูหรือร่องเอียงให้ของเหลวไหลผ่านเพื่อเกิดกระแสวนด้านหลังของรูฉีดและผ่านออกไปเป็นรูปกรวยกลม ถ้าพื้นที่ตรงกลางของรูปกรวยนั้นว่างเรียกว่าหัวฉีดแบบกรวยกลวง (รูป 2.8 ก) แต่ถ้าพื้นที่รูปกรวยนั้นมีละอองเต็มเรียกว่า

หัวฉีดแบบกรวยทึบ (รูป 2.8 ข) หัวฉีดแบบนี้มีขนาดของรูฉีดและแผ่นทำให้เกิดกระแสวนให้เลือกหลายขนาด เพื่อให้ได้อัตราการไหลและขนาดของละอองที่ต้องการส่วนใหญ่จะใช้แรงดันสูงตั้งแต่ 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้วขึ้นไป



ก) Hollow cone-disctype. ข) Solid cone nozzle.



รูปที่ 2.8 ลักษณะของหัวฉีดแบบกรวย

ที่มา : http://www.doae.go.th /Library/html/detail/protect/kreg7.htm

2.4.2 ปั๊ม

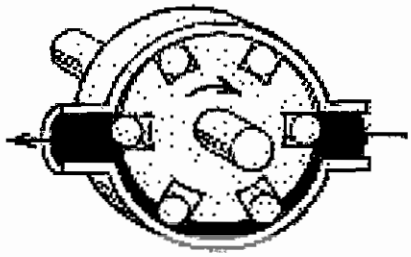
ปั๊ม มีหน้าที่ในการให้แรงแก่น้ำหรือของไหลเพื่อที่จะไหลไปที่หัวฉีด ปั๊มที่ใช้กับหัวฉีดนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของแรงดันและความเหมาะสมในการใช้งาน การเลือกใช้ปั๊มแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ต้องการ ความเร็วในการพ่น แรงดันที่ใช้ และความทานต่อการกัดกร่อนของสาร ปั๊มสามารถแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆดังนี้

1) ปั๊มที่มีอัตราการไหลแน่นอน ซึ่งจะแปรผันกับความเร็วรอบปั๊ม เช่นปั๊มลูกสูบ

2) ปั๊มที่มีอัตราการไหลไม่แน่นอนเมื่อเปลี่ยนความเร็วรอบ เช่น ปั๊มหอยโข่ง

ปั๊มให้ความดันกับของเหลวโดยเป็นตัวส่งของเหลวเข้าไปตามท่อและหัวฉีด ซึ่งจะมีความต้านทานและความดันสูงดังนั้น จึงต้องใช้วัสดุที่ประกอบท่อให้มีคุณภาพสูงด้วย ในการเลือกปั๊มจำเป็นต้องดูในเรื่องประสิทธิภาพของปั๊ม และปริมาตรที่ปั๊มสามารถทำงานได้ ถ้ามีการผสมก็จะคิดการรักษาความดันที่ต้องการด้วย และตัวแปรอื่นๆ เช่น ราคาปั๊ม ระยะเวลาการใช้งาน ชนิดของต้นกำลัง ปั๊มที่นิยมใช้ในด้านการฉีดพ้นมีด้วยกัน 5 ชนิด คือ ปั๊มแบบลูกกลิ้ง ปั๊มแบบลูกสูบ ปั๊มแบบไดอะแฟรม ปั๊มแบบฟันเฟืองและปั๊มแบบหอยโข่ง

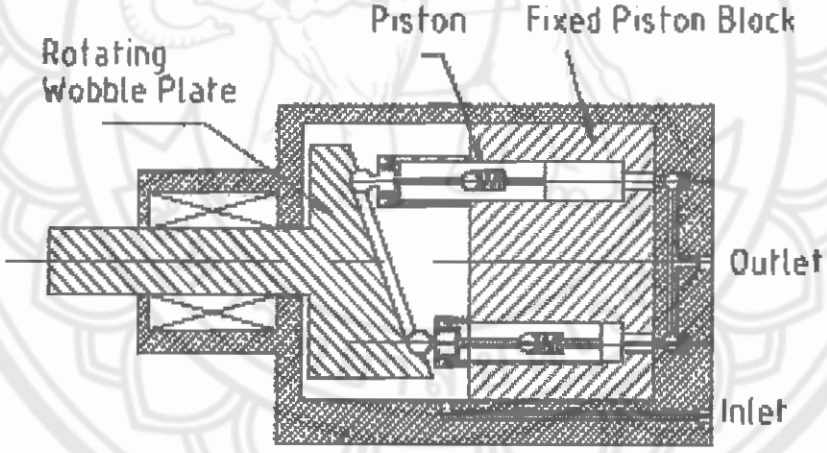
1) ปั๊มแบบลูกกลิ้ง (roller pump) (รูปที่ 2.9) สามารถให้แรงดันน้ำที่สูง อัตราการไหลของน้ำเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ขาดเป็นช่วงๆ เหมือนปั๊มแบบไดอะแฟรมและปั๊มแบบลูกสูบ เหมาะกับเครื่องขนาดเล็กที่ต้องการแรงดันสูง



รูปที่ 2.9 ปั๊มแบบลูกกลิ้ง

ที่มา : http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/core-tutorial/images/Ch18-RollerPump.gif

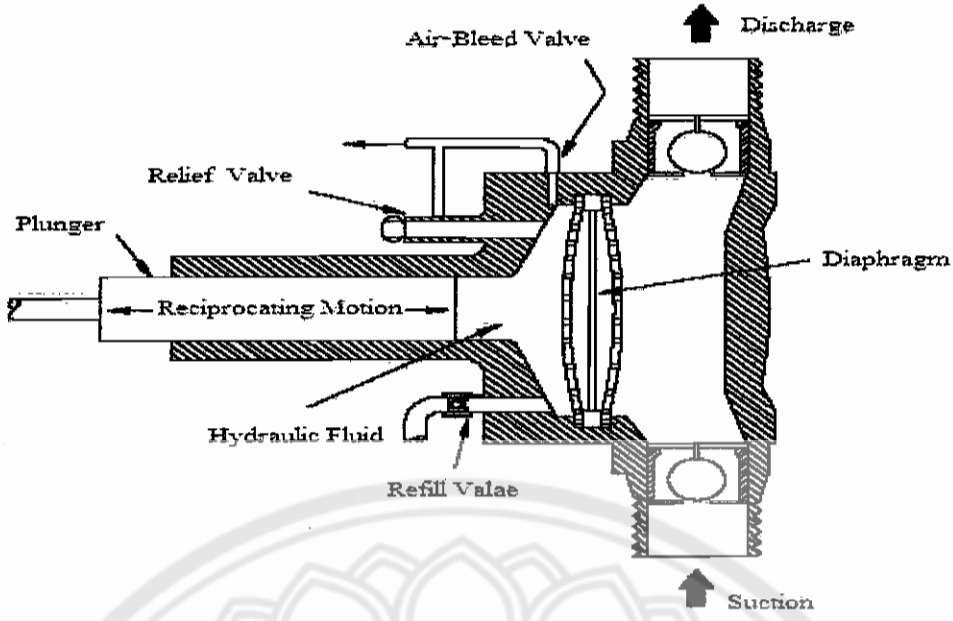
2) ปั๊มแบบลูกสูบ (piston pump) (รูปที่ 2.10) สามารถให้แรงดันกับน้ำที่สูง ปริมาณน้ำที่ไหลในแต่ละครั้งจะน้อยกว่าปั๊มแบบหอยโข่ง และลักษณะการไหลของน้ำจะเป็นช่วงๆ ตามจังหวะของลูกสูบ แต่จะมีอัตราการไหลที่แน่นอน ซึ่งจะแปรผันตามความเร็วรอบของปั๊ม



รูปที่ 2.10 ปั๊มแบบลูกสูบ

ที่มา : http://www.roymech.co.uk/images1/Wobble_Pump.gif

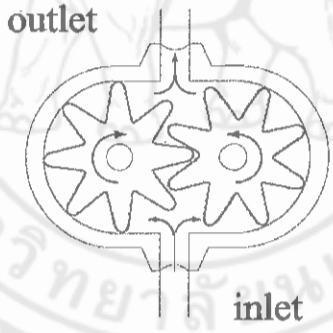
3) ปั๊มแบบไดอะแฟรม (diaphragm pump) (รูปที่ 2.11) สามารถให้แรงดันน้ำที่สูงแต่น้ำที่ไหลออกไปแต่ละครั้งมีปริมาณน้อย และการไหลของน้ำจะไม่คงที่ ปั๊มแบบนี้สามารถใช้กับของเหลวที่เป็นสารแขวนลอยได้โดยที่ปั๊มไม่เกิดความเสียหาย



รูปที่ 2.11 ปั๊มแบบไดอะเฟรม

ที่มา : http://www.engineersedge.com/pumps/images/diaphr9.gif

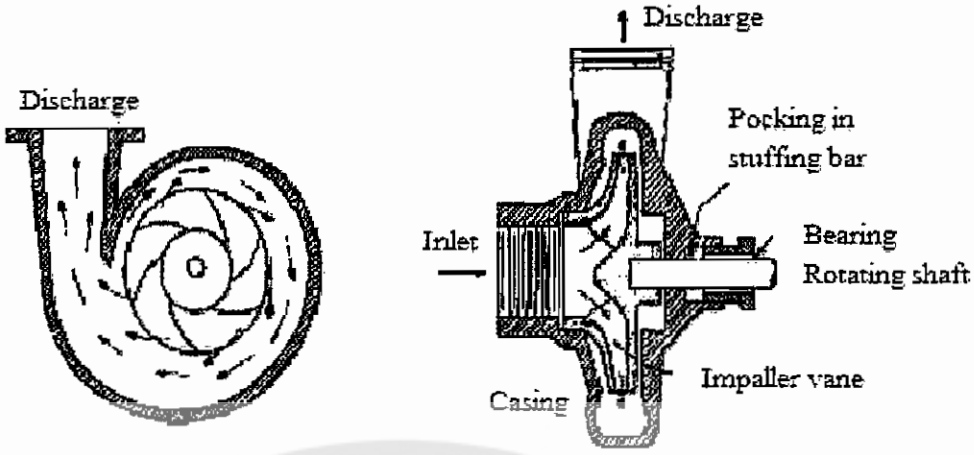
4) ปั๊มแบบฟันเฟือง (gear pump) (รูปที่ 2.12) สามารถให้แรงดันน้ำที่สูงและให้ปริมาณน้ำที่ค่อนข้างมาก เหมาะสำหรับเครื่องฉีดพ่นของเหลวที่มีความเข้มข้นมากๆ ลักษณะเฟืองที่ขบกันจะทำให้ปั๊มสึกหรอได้ง่าย



รูปที่ 2.12 ปั๊มแบบฟันเฟือง

ที่มา : http://media-2.web.britannica.com/eb-media/55/3655-004-DFDC07E0.gif

5) ปั๊มแบบหอยโข่ง (centrifugal pump) (รูปที่ 2.13) เป็นปั๊มที่ให้แรงดันกับน้ำที่ต่ำกว่าปั๊มชนิดอื่น แต่สามารถให้น้ำปริมาณมากอีกทั้งปริมาณการไหลที่คงที่ ปั๊มชนิดนี้เป็นที่นิยมกันมากเพราะลักษณะการสร้างง่ายไม่ซับซ้อนยุ่งยาก มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่เพียงสองสามตัวเท่านั้น การซ่อมบำรุงง่าย อายุการใช้งานยาว ความเสียหายที่จะเกิดค่อนข้างน้อยเพราะอาศัยการเหวี่ยงน้ำออกไปเป็นแนวรัศมี การสึกหรอจึงต่ำ เมื่อมีการอุดตันที่ทางออกของปั๊ม ปั๊มก็สามารถทำงานได้โดยไม่ทำให้เกิดแรงดันสูงมากนัก ปั๊มชนิดนี้จึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการปริมาณน้ำที่มากแต่ความดันที่ต่ำ



a. Valute centrifugal pump cross section b. Horizontal centrifugal pump section

รูปที่ 2.13 ปั๊มแบบหอยโข่ง

ที่มา : http://www.fao.org/docrep/field/003/AB772E/AB772E123.gif

2.4.3 ระบบกรองน้ำแบบต่างๆ

1) ระบบกรองหยาบ (รูปที่ 2.14) เป็นระบบกรองน้ำที่สามารถแยกของแข็งที่มีขนาดกลางถึงขนาดเล็ก ออกจากแหล่งน้ำดิบที่สูบได้ สามารถนำน้ำที่ได้จากการกรองไปใช้เพื่ออุปโภค แต่ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้เพื่อการบริโภค

รูปที่ 2.14 ระบบกรองหยาบ

ที่มา : http://www.mnklohapan.com/s0105/index.php?tpid=0013&pgid=0021&menusub=1

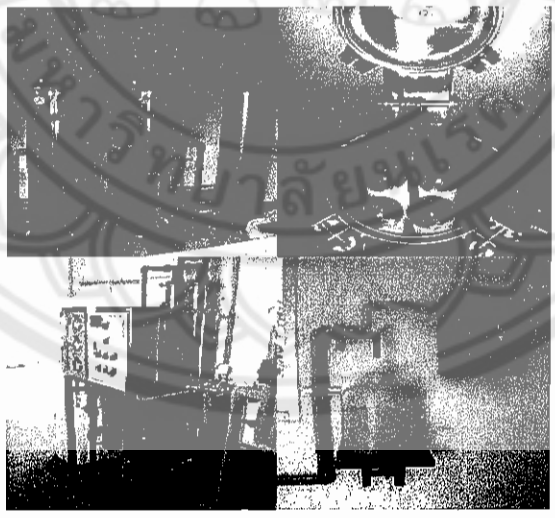
2) ระบบกรองน้ำอุปโภค (รูปที่ 2.15) สามารถแยกของแข็งที่มีขนาดกลาง-เล็ก และกำจัดกลิ่นที่มาจากแหล่งน้ำดิบที่สูบได้ สามารถนำน้ำที่ได้จากการกรองไปใช้เพื่ออุปโภคแต่ไม่เหมาะที่จะนำไปบริโภคโดยตรง แต่หากผ่านการต้ม หรือ กรองละเอียดอีกครั้งก็สามารถนำไปใช้บริโภคได้

รูปที่ 2.15 ระบบกรองน้ำอุปโภค

ที่มา : http://www.mnklohapan.com/s0105/index.php?tpid=0014&pgid=0013&menusub=2

3) ระบบกรองน้ำบริโภค (รูปที่ 2.16) เป็นระบบผลิตน้ำดื่มตามมาตรฐานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นการกรองน้ำด้วยระบบ Membrane ที่มีขนาดเล็กกว่า 3 ไมครอนและผ่านการกรองอีกชั้นหนึ่งด้วยระบบ Reverse Osmosis (RO) และฆ่าเชื้อโรคโดยใช้แสง UV

น้ำที่ได้จากการกรองจะถูกฆ่าเชื้อโรคและกำจัดกลิ่น โดยสามารถนำน้ำที่ได้ไปใช้เพื่อการบริโภคโดยตรงหรือใช้เพื่อการค้า โดยน้ำที่ผ่านการกรองนี้มีคุณภาพทัดเทียมกับน้ำดื่ม (ขวดใส) ที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป



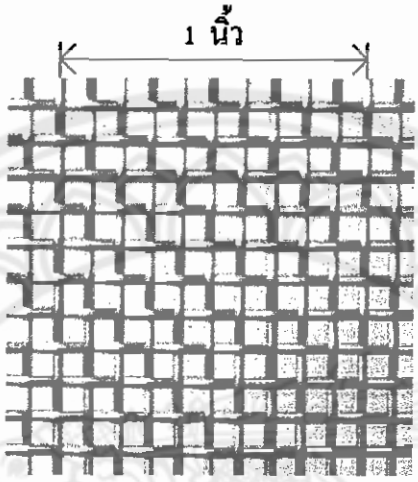
รูปที่ 2.16 ระบบกรองน้ำบริโภค

ที่มา: http://www.mnklohapan.com/s0105/index.php?tpid=0021&pgid=0014&menusub=3

2.4.4 ตะแกรง

การให้ขนาดของเบอร์ตะแกรงจะเป็นการแสดงจำนวนช่องของตะแกรงบนความยาว 1 นิ้ว และแสดงถึงขนาดของเส้นลวด เช่น ตะแกรงเบอร์ 10/25 หมายถึง บนความยาว 1 นิ้ว มีจำนวนช่องของเส้นลวด 10 ช่อง และใช้เส้นลวดเบอร์ 25 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก.)

ตะแกรงลวดสแตนเลส แบบ Plain weave เป็นตะแกรงลวดสแตนเลสลายทั่วไปมีลักษณะการทอแต่ละเส้นสลับกันระหว่างแนวตั้งและแนวนอนทำมุม 90° รูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ตะแกรงลวดสแตนเลส แบบ Plain weaveg เบอร์10/25