บทที่ 3

วิธีการทดลอง

ผลส้มเขียวหวานคละเกรดและขนาดจากสวนส้มธนาธร อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 420 ผล ได้รับประเมินด้วยสายตาและคัดแยกจากพนักงานในโรงคัดบรรจุ โดยแบ่งผลส้มออกเป็น 3 ระดับความพอง คือ ระดับปกติ (ระดับ 0), พอง (ระดับ 1), และพองมาก (ระดับ 2) ซึ่งตัวอย่างผลส้มแต่ละระดับแสดงดังรูป 3.1 การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ 1.) การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เพื่อหาดัชนีประเมินระดับความพองของผลส้ม และ 2.) การศึกษาการคัดผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ เป็นการอาศัยหลักการจม-ลอยของวัตถุในน้ำที่ลดความหนาแน่นลงจากการเติมฟองอากาศและมีการไหลของน้ำที่ต่อเนื่องเพื่อหาประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องในการคัดแยกผลส้มพอง ในการศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี โดยคุณสมบัติทางกายภาพของผลส้มที่ศึกษา คือ ความถ่วงจำเพาะ ความต้านทานแรงกด เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล ปริมาณน้ำคั้นโดยมวล และ ปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร ส่วนคุณสมบัติทางเคมีที่ศึกษา คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Titratable Acidity, TA) และ สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Total Soluble Solid / Titratable Acidity Ratio, TSS/TA) สำหรับการศึกษาการคัดผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำเป็นการคัดส้มที่ใช้ความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกเท่ากับ 0.84, 0.86, 0.88, 0.90, 0.92, 0.94, 0.96 และ 0.98 ด้วย 3 อัตราการป้อนผลคือ 5,400 7,400 และ 9,400 ผล/ชั่วโมง เพื่อหาประสิทธิภาพของต้นแบบเครื่องในการคัดแยกผลส้มพอง ซึ่งผลการคัดแยกจะนำมาคำนวณเป็นประสิทธิภาพการคัดตามวิธีของ Peleg (1985)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(ก) (ข) (ค)

รูป 3.1 ผลส้มระดับ ปกติ (ก), พอง (ข) และ พองมาก (ค)

3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

คุณสมบัติทางกายภาพที่ศึกษา คือ ความถ่วงจำเพาะ ความต้านทานแรงกด เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล ปริมาณน้ำคั้นโดยมวล และ ปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร ส่วนคุณสมบัติทางเคมีที่ศึกษา คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Titratable Acidity, TA) และ สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Total Soluble Solid / Titratable Acidity Ratio, TSS/TA) เพื่อนำคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับระดับความพองมาใช้เป็นดัชนีประเมินระดับความพองของผลส้มต่อไป โดยวิธีการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.1.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

1) ค่าความถ่วงจำเพาะ ด้วยวิธี Platform scale (Mohsenin, 1986) เริ่มจากการนำผลส้มชั่งบน Digital balance ที่ผลิตโดยบริษัท Mettler Toledo รุ่น BD1201 ความละเอียด 0.1 กรัม ค่าที่ได้เป็นมวลของผลส้มที่ชั่งในอากาศ ต่อมานำผลส้มใส่ในตะแกรงรูปทรงกระบอกที่มีช่องใส่ส้มอยู่บริเวณด้านข้าง โดยที่ด้านบนของตะแกรงมีก้านยาวต่อติดอยู่ซึ่งติดตั้งและสามารถเลื่อนขึ้น-ลงได้บนด้ามจับ แล้วกดตะแกรงที่มีส้มใส่อยู่ลงไปในน้ำที่บรรจุในภาชนะรูปทรงกระบอกซึ่งตั้งอยู่

บนเครื่องชั่งที่ปรับศูนย์แล้วค่าที่อ่านได้เป็นมวลของผลส้มที่ชั่งในน้ำ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มจากสมการดังต่อไปนี้

$$V_m = \frac{M_w}{\rho_w} \quad (3.1)$$

เมื่อ V_m = ปริมาตรของผลส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
M_w = มวลของผลส้มเมื่อชั่งในน้ำ (กรัม)
ρ_w = ความหนาแน่นของน้ำ (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

เมื่อทราบความสัมพันธ์ของปริมาตรผลและมวลของผลส้มเมื่อชั่งในน้ำแล้ว จึงคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มได้จาก

$$SG_m = \frac{M_a \times SG_w}{M_w} \quad (3.2)$$

เมื่อ SG_m = ค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้ม
M_a = มวลของผลส้มเมื่อชั่งในอากาศ (กรัม)
M_w = มวลของผลส้มเมื่อชั่งในน้ำ (กรัม)
SG_w = ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำ

2) ความต้านทานแรงกด โดยลักษณะการกดแบบ Two parallel plates (Mizrach *et al*., 1992) ด้วยเครื่อง Texture Analyser ที่ผลิตจากบริษัท Stable Micro System รุ่น TA-XT2i/50 ใช้หัวกดแบบแผ่นเรียบ (Plate) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร เริ่มจากการวางผลส้มให้ด้านข้างของผลอยู่บนแป้นรองรับที่มีลักษณะเป็นผิวเรียบ แล้วใช้แรง 0.2 นิวตัน กดลงมาจากด้านบนด้วยระยะการกดลงไปบนผลส้มจากระดับผิวปกติเท่ากับ 5 มิลลิเมตร (ธงชัย และคณะ, 2542 ง) ที่บริเวณด้านข้างผลๆ ละ 2 จุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล โดยแกะเปลือกของผลส้มออก จากนั้นหาปริมาตรของเปลือกและเนื้อด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักในน้ำ เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาตรของเปลือกและเนื้อตามสมการ 3.1 แล้วนำผลรวมของปริมาตรเปลือกและเนื้อที่ได้ไปหักลบออกจากปริมาตรของผลส้มทั้งผล แล้วจึงคำนวณสัดส่วนของช่องว่างภายในผล (ธงชัย และคณะ, 2542 ก) ตามสมการ 3.3

$$Void\ inside\ fruit = \frac{[V_m - (V_p + V_f)] \times 100}{V_m} \quad (3.3)$$

เมื่อ $Void\ inside\ fruit$ = เปอร์เซ็นต์ช่องว่างภายในผล (%)

V_m = ปริมาตรของผลส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_p = ปริมาตรของเปลือกส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_f = ปริมาตรของเนื้อส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

4) ปริมาณน้ำคั้น เริ่มจากนำส้มที่ปอกเปลือกแล้วไปคั้นน้ำ จากนั้นนำน้ำส้มที่ได้วัดปริมาตรในกระบอกตวง และวัดมวลด้วย Digital balance ซึ่งผลิตโดยบริษัท Mettler Toledo รุ่น BD1201 ความละเอียด 0.1 กรัม นำค่าปริมาตรของน้ำส้มที่ได้มาเทียบกับปริมาตรของส้มทั้งผล เพื่อหาค่าปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร ดังสมการ 3.4 ส่วนปริมาณน้ำคั้นโดยมวลหานั้นคำนวณจากอัตราส่วนมวลของน้ำคั้นที่ได้เทียบกับมวลของส้มทั้งผล ดังสมการ 3.5 (จริญญา, 2542)

4.1) ปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร

$$Juice\ content\ (by\ volume) = \frac{V_j \times 100}{V_m} \quad (3.4)$$

เมื่อ $Juice\ content\ (by\ volume)$ = ปริมาณน้ำคั้นโดยปริมาตร (%)

V_j = ปริมาตรของน้ำคั้น (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

V_m = ปริมาตรของผลส้ม (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2) ปริมาณน้ำคั้นโดยมวล

$$Juice\ content\ (by\ mass) = \frac{M_j \times 100}{M_a} \quad (3.5)$$

เมื่อ *Juice content (by mass)* = ปริมาณน้ำคั้นโดยมวล (%)

M_j = มวลของน้ำคั้น (กรัม)

M_a = มวลของผลส้ม (กรัม)

3.1.2 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี

1) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solid, TSS) นำน้ำคั้นที่ได้มาวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วย Digital refractometer ที่ผลิตโดยบริษัท Atago รุ่น PR-101

2) ปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Titratable acidity, TA) ในรูปของกรดซิตริก โดยนำน้ำคั้นของส้มปริมาณ 5 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้ใน Flask หยดสารละลาย Phenophthalein 1% ลงไป 1-2 หยด เพื่อเป็นอิดิเคเตอร์ จากนั้นนำไปไตเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH 0.1 นอร์มอล) ที่บรรจุอยู่ในบิวเรต วัดปริมาณสารละลาย NaOH ที่ใช้ไป แล้วนำค่าที่ได้คำนวณหาปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (%) ตามสมการ 3.6

$$\%\text{กรด} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH มาตรฐาน (N)} \times \text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้} \times \text{meq.citric acid} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้น (ml)}} \quad (3.6)$$

เมื่อ meq. citric acid (milliequivalent of citric acid) = 0.064

3.) สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ (Total soluble solid/Titratable acidity ratio,TSS/TA) จากการนำค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ที่บันทึกไว้มาเทียบกับค่าปริมาณกรดที่สามารถไตเตรตได้ที่คำนวณไว้ ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (3.7)

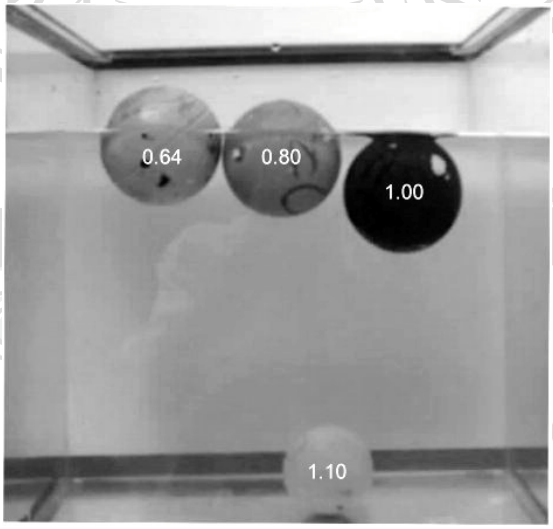
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้เทียบกับปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ = TSS/TA (3.7)

3.2 การศึกษาการคัดผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ

3.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้ม

การศึกษาความสัมพันธ์ของระดับความพองกับค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มที่นำมาทดลองคัดด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ เพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์และช่วงค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มแต่ละระดับความพอง สำหรับประกอบการพิจารณาการปรับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำผสมฟองอากาศที่ใช้คัดแยก เนื่องจากตามปกติส้มเขียวหวานมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลน้อยกว่า 1 ซึ่งหากมีการนำผลส้มไปแช่ในน้ำ จะทำให้ทั้งผลส้มปกติและพองลอยน้ำทั้งหมด ดังแสดงด้วยแบบจำลองในรูป 3.2 วัสดุทดลองคือผลส้มเขียวหวานแบบคละขนาดซึ่งได้รับประเมินด้วยสายตาและคัดแยกจากพนักงานในโรงคัดบรรจุ โดยแบ่งผลส้มออกเป็น 3 ระดับความพอง คือ ระดับปกติ (ระดับ 0), พอง (ระดับ 1), และพองมาก (ระดับ 2) จำนวน 300 ผล



รูป 3.2 แบบจำลองผลส้มที่มีค่าความถ่วงจำเพาะต่างๆ เปรียบเทียบการจม-ลอยในน้ำปกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การหาค่าความถ่วงจำเพาะดำเนินการตามวิธีการหาค่าความถ่วงจำเพาะด้วยวิธี Platform scale (Mohsenin, 1986) ดังอธิบายในหัวข้อ 3.1.1 ค่าความถ่วงจำเพาะที่ได้จะนำมาจัดรูปแสดงความสัมพันธ์ของค่าความถ่วงจำเพาะกับระดับความพองของส้ม เพื่อใช้ในการพิจารณาปรับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำผสมฟองอากาศที่ใช้คัดแยกด้วยต้นแบบเครื่องคัดต่อไป

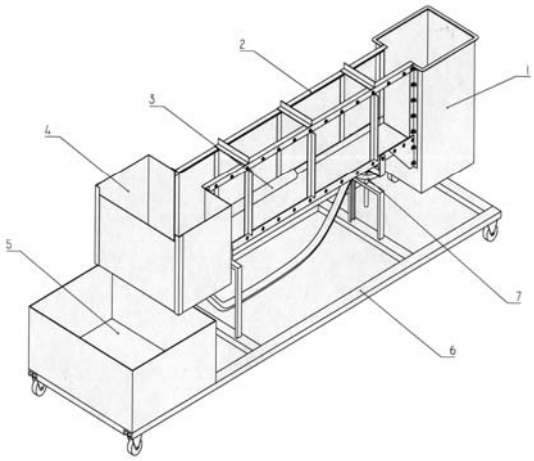
3.2.2 การปรับปรุงต้นแบบเครื่องคัด

ต้นแบบเครื่องคัดผลส้มโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำที่พัฒนาขึ้นโดยธงชัยและทนงเกียรติ (2543) ดังรูป 3.3 มีลักษณะที่น้ำไหลผ่านช่องคัด โดยปากทางเข้าช่องคัดมีรูปแบบเป็นคอขวด (รูป 3.4) ซึ่งมีความกว้างสำหรับให้ผลส้มเคลื่อนที่ผ่านในลักษณะของการเรียงเดี่ยวเข้าไปแล้วเกิดการจม-ลอยในน้ำผสมฟองอากาศภายในช่องคัดตามความถ่วงจำเพาะที่กำหนด จากนั้นผลส้มที่จมและลอยจะผ่านแผ่นคัดแยกเพื่อไปสู่ช่องแบ่งกลุ่มต่อไป อย่างไรก็ตาม แม้ต้นแบบเครื่องคัดที่สร้างขึ้นมานี้สามารถคัดแยกผลส้มที่เกิดอาการฟ่ามได้ แต่การเคลื่อนผ่านของผลส้มที่ทั้งเข้าและออกช่องคัดยังเกิดการติดขัดอยู่มากซึ่งมีผลต่อความสามารถในการคัดของเครื่องในกรณีที่มีการคัดส้มปริมาณมาก เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงลักษณะของช่องคัดเพื่อให้ผลส้มเกิดการเคลื่อนผ่านได้สะดวกและสามารถรองรับผลส้มที่นำมาคัดในปริมาณมากได้ โดยการขยายส่วนของช่องคัดให้เต็มพื้นที่หน้าตัดของรางน้ำ และในส่วนของระบบการเติมฟองอากาศที่เดิมใช้ท่อจ่ายฟองอากาศจำนวน 1 ท่อ จะมีการปรับเพิ่มท่อจ่ายฟองอากาศเป็น 3 ท่อ เพื่อให้ฟองอากาศสามารถกระจายตัวทั่วถึงตลอดทั้งช่องคัด (รูป 3.5 และ 3.6)

ต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่สำคัญ (รูป 3.7) คือ รางน้ำสำหรับคัดส้ม ท่อเติมฟองอากาศ ช่องแยกระดับจม-ลอย ช่องแยกกลุ่มส้มที่มาจากกลุ่มจมและลอย ปั๊มน้ำชนิดหอยโข่ง (Centrifugal Pump) ขนาด 1,325 ลิตร/นาที เครื่องเป่าอากาศแรงดันสูง (Electric Blower) ขนาด 5.2 ลูกบาศก์เมตร/นาที ถังพักน้ำ และ อ่างรับน้ำที่ผ่านการคัดแยกมาแล้วสำหรับการนำไปใช้ใหม่ โดยใช้มอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า เป็นต้นกำลัง เมื่อเปิดสวิทช์ มอเตอร์จะขับปั๊มน้ำให้ดูดน้ำจากถังพักน้ำซึ่งจะผ่านท่อส่งน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว จากนั้นน้ำจะถูกส่งต่อไปสู่รางคัดแยกส้ม ซึ่งมีการเติมฟองอากาศจากท่อจ่ายฟองอากาศและสามารถปรับค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำให้ได้ค่าตามที่กำหนดด้วยการปรับปริมาณฟองอากาศที่จ่ายออกไป การตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำผสมฟองอากาศที่ใช้คัดแยกให้ได้ค่าตามกำหนดทำโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์วัดความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่มีค่าน้อยกว่า 1 ร่วมกับการใช้ลูกบอลพลาสติกที่มีการปรับค่าความถ่วงจำเพาะให้ได้ตามกำหนดด้วยการเติมน้ำเข้าไปภายใน เพื่อให้มีค่าความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 0.82 จนถึง 1 โดยปรับค่าขึ้นทุก 0.02 เมื่อนำลูกบอลพลาสติกใส่ลงในน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

แล้วลูกบอลพลาสติกที่มีค่าความถ่วงจำเพาะตามกำหนดจะลอยปริ่มผิวน้ำผสมฟองอากาศ ในขณะที่ลูกบอลพลาสติกที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่าจะจมลง



1. ถังพักน้ำ
2. รางน้ำคัดผลไม้
3. หัวจ่ายอากาศ
4. ถังควบคุมระดับน้ำ
5. ถังรับน้ำล้น
6. โครงสร้างเครื่องคัดผลไม้
7. หัวปรับระดับรางน้ำ

รูป 3.3 แบบจำลองต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ

รูป 3.4 ช่องคัดแบบเดิมที่มีลักษณะเป็นคอขวด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.5 ช่องคัดแยกที่ปรับเพิ่มความกว้างและเพิ่มท่อจ่ายฟองอากาศ

รูป 3.6 การเติมฟองอากาศในน้ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.7 ต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ

3.2.3 การทดลองการคัดแยกผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัด

1) การคัดแยกด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ

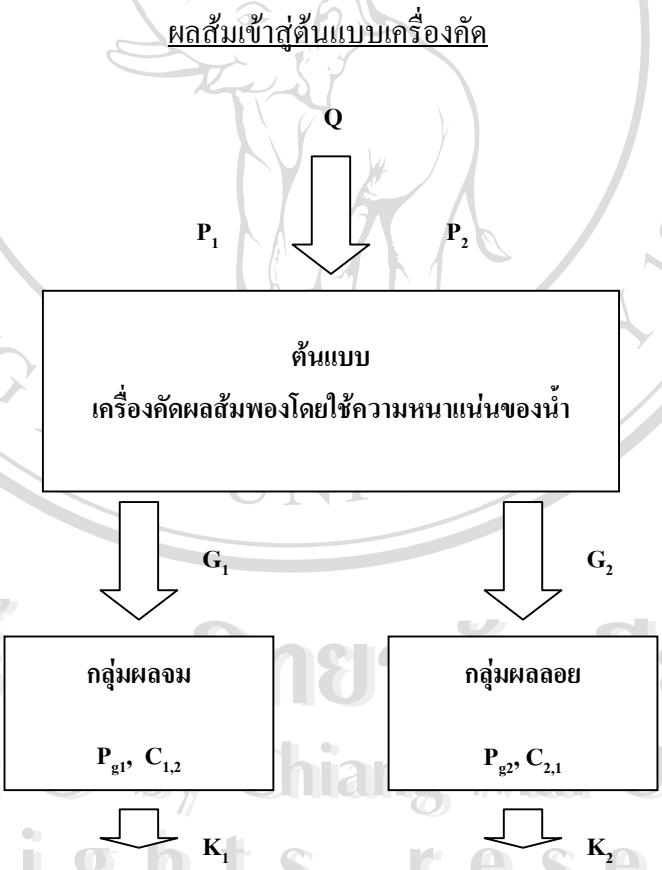
เมื่อได้รูปแบบแสดงความสัมพันธ์ของระดับความพองกับค่าความถ่วงจำเพาะของผลและค่าการวิเคราะห์การคัดแยกทางอุดมคติแล้ว และต้นแบบเครื่องคัดได้รับการปรับเพิ่มความกว้างของช่องคัดและเพิ่มท่อเติมฟองอากาศแล้วดังอธิบายในหัวข้อ 3.2.2 ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองการคัดแยกผลส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ ด้วยอัตราการป้อนผล 5,400 7,400 และ 9,400 ผล/ชั่วโมง ที่ค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกเท่ากับ 0.84, 0.86, 0.88, 0.90, 0.92, 0.94, 0.96 และ 0.98 อัตราการไหลของน้ำ 1,325 ลิตร/นาที ทดลองคัดที่ค่าความถ่วงจำเพาะละ 3 ซ้ำ ทุกอัตราการป้อนผล เมื่อคัดแยกเสร็จจะได้ผลส้มจากการคัดแยกแล้ว 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลจม และ กลุ่มผลลอย โดยในกลุ่มผลจมจะมีผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก ซึ่งถือเป็นผลส้มที่คัดถูกต้องในกลุ่มผลจม ขณะเดียวกันอาจมีผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ส้มปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกร่วมอยู่ด้วย ซึ่งจะถือว่าทั้งหมดเป็นผลส้มที่ปลอมปนเข้ามา ทางด้านกลุ่มผลลอยจะมีผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก ซึ่งจะถือว่าทั้งหมดเป็นผลส้มที่คัดถูกต้องในกลุ่มผลลอย ในขณะที่หากมีผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกร่วมอยู่ด้วย ก็จะถือว่าเป็นผลส้มที่ปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลลอย จากนั้นจะเป็นการคำนวณประสิทธิภาพการคัด ด้วยวิธีการของ Peleg (1985)

2) การวิเคราะห์ผลการคัดแยก

การวิเคราะห์ผลการคัดแยกผลส้มพองออกจากผลส้มปกติ จากผลการคัดแยกทั้งจากการคัดทางอุดมคติและการคัดจริงด้วยเครื่องคัดผลส้มโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ จากการคำนวณผลลัพธ์ของการคัดทางอุดมคติ ด้วยวิธีการคำนวณของ Peleg (1985) ซึ่งประกอบด้วย ค่าประสิทธิภาพของการคัด ค่าการคัดถูกต้องในกลุ่มผลจม ค่าการคัดถูกต้องในกลุ่มผลลอย ค่าการปลอมปนเฉลี่ย ค่าการปลอมปนในกลุ่มผลจม และค่าการปลอมปนในกลุ่มผลลอย โดยวิธีการคำนวณค่าต่างๆ สามารถแสดงเป็นแผนผังการคัดแยกได้ดังนี้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.8 แผนผังการคัดแยกส้มปกติและส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ

จากรูป 3.8 เป็นแผนผังแสดงการคัดแยกส้มปกติและส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ และสัญลักษณ์ต่างๆ ที่กำหนดในแผนผัง มีความหมายดังนี้

Q = อัตราการป้อนผลส้ม (Inflow rate) เข้าสู่ต้นแบบเครื่องคัด (ผล/ชั่วโมง)

P_1 = เศษส่วนของผลส้มระดับปกติในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด

P_2 = เศษส่วนของผลส้มระดับพองและพองมากในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด

G_1 = อัตราการไหลออก (Outflow rate) จากการคัด ของส้มกลุ่มจม (ผล/ชั่วโมง)

G_2 = อัตราการไหลออก (Outflow rate) จากการคัด ของส้มกลุ่มลอย (ผล/ชั่วโมง)

P_{g1} = เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม ซึ่งเป็นผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

P_{g2} = เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย ซึ่งเป็นผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

$C_{1,2}$ = เศษส่วนของผลส้มที่ปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลจม ซึ่งเป็นผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ผลส้มระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

$C_{2,1}$ = เศษส่วนของผลส้มที่ปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลลอย ซึ่งเป็นผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

K_1 = เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มปกติ

K_2 = เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มพอง

จากแผนผังการคัดแยกส้มปกติและส้มพองด้วยต้นแบบเครื่องคัดผลส้มพองโดยใช้ความหนาแน่นของน้ำ (รูป 3.8) สามารถแสดงสมการคำนวณค่าต่าง ๆ และรายละเอียดของสมการได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1) ความสามารถในการคัดของเครื่องคัด

$$Q = \frac{N_t}{t} \qquad (3.8)$$

เมื่อ Q = อัตราการป้อนผลเข้าเครื่องคัด (ผล/ชั่วโมง)

N_t = จำนวนผลส้มทั้งหมดในแต่ละชุดที่นำมาทดสอบ (ผล)

t = เวลาที่ใช้ในการคัด (นาที)

2.2) ประสิทธิภาพของการคัด

$$E_W = \frac{G_1K_1P_{g1} + G_2K_2P_{g2}}{Q(K_1P_1 + K_2P_2)} \quad (3.9)$$

เมื่อ E_W = ประสิทธิภาพของการคัด

G_1 = อัตราการไหลออก (Outflow rate) ของส้มกลุ่มจม (ผล/ชั่วโมง)

G_2 = อัตราการไหลออก (Outflow rate) ของส้มกลุ่มลอย (ผล/ชั่วโมง)

K_1 = เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มปกติ

K_2 = เศษส่วนของมูลค่าหรือราคาที่สัมพันธ์กับผลส้มพอง

P_{g1} = เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม ซึ่งเป็นผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

P_{g2} = เศษส่วนของผลส้มถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย ซึ่งเป็นผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก

Q = อัตราการป้อนผลส้ม (Inflow rate) เข้าสู่ต้นแบบเครื่องคัด (ผล/ชั่วโมง)

P_1 = เศษส่วนของผลส้มระดับปกติในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด

P_2 = เศษส่วนของผลส้มระดับพองและพองมากในผลส้มทั้งหมดที่นำมาคัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3) เศษส่วนของผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม

$$P_{g1} = \frac{N_{g1}}{N_{t1}} \tag{3.10}$$

เมื่อ P_{g1} = เศษส่วนของผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม

N_{g1} = จำนวนผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลจม (ผล)

N_{t1} = จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลจม (ผล)

2.4) เศษส่วนของผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย

$$P_{g2} = \frac{N_{g2}}{N_{t2}} \tag{3.11}$$

เมื่อ P_{g2} = เศษส่วนของผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย

N_{g2} = จำนวนผลส้มที่คัดถูกต้องที่คัดได้ในกลุ่มผลลอย (ผล)

N_{t2} = จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลลอย (ผล)

2.5) อัตราการปลอมปนเฉลี่ย

$$C_R = \frac{N_{c1} + N_{c2}}{N_{t1} + N_{t2}} \tag{3.12}$$

เมื่อ C_R = อัตราการปลอมปนเฉลี่ยของการคัด

N_{c1} = จำนวนผลส้มปลอมปนในกลุ่มผลจม (ผล)

N_{c2} = จำนวนผลส้มปลอมปนในกลุ่มผลลอย (ผล)

N_{t1} = จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลจม (ผล)

N_{t2} = จำนวนผลส้มทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มผลลอย (ผล)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การคัดแยกทางอุดมคติ

การคัดแยกทางอุดมคติเพื่อหาประสิทธิภาพการคัดทางอุดมคติ สำหรับเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการคัดที่ได้จากการคัดจริงด้วยต้นแบบเครื่องคัด ดำเนินการโดยกำหนดค่าสมมุติของความ ถ่วงจำเพาะที่ใช้คัดแยกในรูปแสดงความสัมพันธ์ของระดับความพองกับค่าความถ่วงจำเพาะของผลส้มที่นำมาทดลองการคัดแยก ตามหัวข้อ 3.2.1 ทำให้ได้ส้ม 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่อยู่เหนือเส้นสมมุติ ขึ้นไป และกลุ่มที่อยู่ตั้งแต่เส้นสมมุติลงมา ส้มที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกจะเป็นผลจม ในขณะที่ผลส้มที่มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าสมมุติของค่าความ ถ่วงจำเพาะของการคัดแยกจะเป็นผลลอย ในกลุ่มผลจม จะมีผลส้มระดับปกติที่มีค่าความ ถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก ซึ่งถือเป็นผลส้มที่คัดถูกต้องในกลุ่มผลจม ขณะเดียวกันอาจมีผลส้มระดับพอง หรือ ระดับพองมาก ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกร่วมอยู่ด้วย ซึ่งถือว่าเป็นผลส้มที่ปลอมปนเข้ามา สำหรับในกลุ่มผลลอย จะมีผลส้มระดับพอง ระดับพองมาก หรือ ผลส้มระดับปกติ ที่ทั้งหมดมีค่าความถ่วงจำเพาะของผลเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยก ซึ่งถือเป็นผลส้มที่คัดถูกต้องในกลุ่มผลลอย ในขณะที่จะไม่มีการปลอมปนของผลส้มระดับปกติที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของผลสูงกว่าค่าสมมุติของค่าความถ่วงจำเพาะของการคัดแยกปลอมปนเข้ามาในกลุ่มผลลอย จากนั้นจะเป็นการคำนวณผลลัพธ์ของการคัดทางอุดมคติ ซึ่งการคำนวณจะใช้วิธีการของ Peleg (1985)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved