

การพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลส้มโอ

Development of Pummelo Sizing Machines

คำนำ

ส้มโอเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย และประเทศไทยจัดว่าเป็นแหล่งผลิตส้มโอที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งของโลก สถิติการส่งออกส้มโอในปี พ.ศ.2548 ระบุว่า การส่งออกมีปริมาณ 6,255.46 ตัน เป็นมูลค่า 99.45 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2549) แหล่งปลูกส้มโอของไทยกระจายอยู่ทั่วทุกภาค ได้แก่ จังหวัด พิจิตร, ชัยนาท, นครปฐม, สมุทรสาคร, สมุทรสงคราม, ชุมพร และ นครศรีธรรมราช พันธุ์ที่เป็นการค้าได้แก่ ขาวพวง, ขาวแป้น, ขาวทองดี, ขาวน้ำผึ้ง และ ขาวใหญ่ เป็นต้น (สถานบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2541)

หลังจากการเก็บเกี่ยวผลส้มโอ ผลส้มโอจะถูกนำไปคัดขนาด ขนาดของส้มโอจะขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ในการคัดขนาดจะแบ่งผลส้มโอออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ การคัดขนาดผลส้มโอกระทำโดยใช้แรงงานคนทำการวัดด้วยเทปผ้า ปกติไม่ได้วัดทุกผล จะใช้ความเชี่ยวชาญและความรู้สึกเป็นตัวกำหนด หรือเรียกว่าการคัดขนาดด้วยสายตา ซึ่งทำให้มีความผิดพลาดในการคัดขนาดสูง และสมรรถนะการคัดขนาดต่ำ ทั้งยังใช้เวลานานและยังใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันแรงงานภาคเกษตรหายากและมีค่าแรงงานแพง ดังนั้นการพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลส้มโอขึ้นใช้แทนแรงงานคน เพื่อลดความเสี่ยงในการจัดหาแรงงานและลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นความท้าทาย

วัตถุประสงค์

เพื่อออกแบบ ทดสอบ ประเมินผล เครื่องคัดขนาดผลส้มโอแบบสายพานบานออกพร้อม กับเครื่องป้อนผลส้มโอที่มีสมรรถนะและประสิทธิภาพสูง

การตรวจเอกสาร

พันธุ์ส้มโอที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ พันธุ์เดียวกันหรือกลุ่มเดียวกันแต่ปลูกคนละท้องถิ่นก็จะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปได้ เราสามารถแบ่งพันธุ์ส้มโอที่ปลูกเป็นการค้าออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ พันธุ์การค้าหลักและพันธุ์การค้าเฉพาะแห่ง

พันธุ์ที่ปลูกกันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ต้องการของตลาดมีอยู่ 3 พันธุ์ คือ ขาวพวง, ขาวทองดี, และขาวน้ำผึ้ง โดยเฉพาะพันธุ์ขาวพวงเป็นพันธุ์ที่ชาวจีนในฮ่องกงและสิงคโปร์ นิยมใช้เฉพาะในเทศกาลไหว้พระจันทร์เท่านั้น ภายหลังเทศกาลดังกล่าวไปแล้ว ราคาส่งออกจะต่ำกว่าส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งและขาวทองดี ถึงร้อยละ 50 ในขณะที่ส้มโอทั้งสองพันธุ์ดังกล่าวนี้มีราคาสูงและจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี (โชคชัย, 2533)

พันธุ์ขาวทองดี สมัยก่อนมีผู้เรียกกันว่าส้มสีปูนเพราะลักษณะเปลือกในและเนื้อเป็นสีปูน ลักษณะผลทรงกลมเป็นขนาดโตปานกลาง น้ำหนักผล 940-1060 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 14-16 เซนติเมตร สูงประมาณ 12 เซนติเมตร ไม่มีจุดที่หัวจิบเล็กน้อยท้ายเรียบอาจเว้าเล็กน้อย ด้านปลายผลค่อนข้างตัดผิวเรียบ มีสีเขียวเข้มขึ้นอ่อนนุ่ม ต่อมาน้ำมันละเอียดและอยู่ชิดกัน เปลือกบางขาวอมชมพูหนาประมาณ 1.2 เซนติเมตร ผลหนึ่งมีประมาณ 16 กลีบ สีของผนังกลีบมีสีชมพูอ่อน กึ่งมีสีชมพูเรื่อ ๆ เบียดกันแน่น แต่มิมีน้ำ รสหวาน ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ 11-12 องศาบริกซ์ เมล็ดเล็กจำนวนมาก รสชาติถูกกับรสนิยมของคนไทยแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญคือ จังหวัดนครปฐม, สมุทรสาคร และราชบุรี (สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2541)

พันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 1800 กรัม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณเฉลี่ย 17 เซนติเมตร ความสูงผล 18 เซนติเมตร ทรงผลกลม มีจุดแต่ไม่เด่นชัดเหมือนพันธุ์ขาวพวง ด้านกันผลเรียบ ต่อมาน้ำมันที่ผิวเปลือกมีขนาดใหญ่อยู่กันห่างๆ ผิวเปลือกมีสีเขียวเข้ม เปลือกค่อนข้างหนาประมาณ 2.3 เซนติเมตร ผลหนึ่งมีกลีบผลประมาณ 11-12 กลีบ แยกออกจากกันง่าย เนื้อกึ่งมีสีขาวอมเหลือง (สีน้ำผึ้ง) ขนาดกึ่งค่อนข้างใหญ่ เบียดกันแน่น มีน้ำมากแต่ไม่แฉะ รสหวานอมเปรี้ยว เมล็ดมีขนาดใหญ่ แต่มีเมล็ดไม่มากนักเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไป แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ภาคกลางตอนล่าง (สถาบันพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2541)

การคัดขนาด

การคัดขนาดผลผลิต หมายถึง การคัดแยกผลผลิต ผัก ผลไม้ ให้เป็นกลุ่มที่มีขนาดต่าง ๆ ขนาดที่ถูกกำหนดขึ้นมาใช้งานเป็นตัวแทนทางสถิติ ที่ประเมินจากช่วงขนาดหนึ่ง ๆ ช่วงขนาด (Size range) ไม่เท่ากันแม้ในผลิตผลชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกัน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางชีววิทยา อากาศ วิทยาการทางเขตกรรม และการตลาด ขนาดสามารถระบุได้ด้วยตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นผ่านศูนย์กลางหลัก (Major diameter) เส้นผ่านศูนย์กลางรอง (Minor diameter) ความยาว ความกว้าง ความหนา หรือตัวแปรหลายตัวผสมกัน (บัณฑิต, 2549)

1. การคัดขนาดด้วยสายตา

คนบรรจุผักและผลไม้ที่ชำนาญการจะใช้ความรู้สึก โดยจับผลไม้ให้อยู่ในอุ้งมือพร้อมๆ กับมองเพื่อกำหนดขนาด เป็นวิธีการที่เรียกว่าการคัดขนาดด้วยสายตา (Visual Sizing) วัตถุประสงค์หลักของการคัดขนาดด้วยสายตา คือ ทำให้ผู้บริโภคเกิดมโนภาพจากการมองด้วยสายตาของตนเองว่าผลไม้มีขนาดเท่ากัน (บัณฑิต, 2549)

2. การคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาด

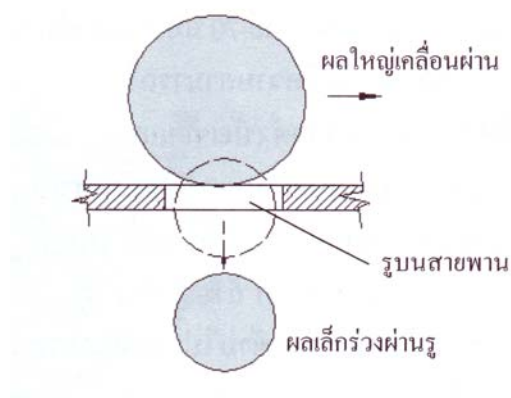
กรรมวิธีคัดแยกผลไม้ที่ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเข้ามาช่วยที่ง่ายที่สุดคือ การคัดขนาด การคัดขนาดในโรงบรรจุสมัยใหม่ใช้เครื่องจักรทั้งหมด กลไกการทำงานเป็นแบบ อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์เชิงแสง หรือผสมผสานกัน หลักการออกแบบใช้ตัวแปรคัดขนาดที่เหมาะสมสำหรับ ผัก ผลไม้นั้น ๆ

ข้อดีของการคัดขนาดโดยใช้เครื่องจักรคือ ลดการขาดแคลนแรงงานในฤดูการผลิต ลดความผิดพลาดในการคัดขนาด ทำงานได้เร็วขึ้น คนงานทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

ข้อเสียของการคัดขนาดโดยใช้เครื่องจักรคือ มีความยืดหยุ่นน้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความต้องการการคัดขนาดระหว่าง ผู้ผลิตกับความต้องการของตลาด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์ของผลผลิต และขาดความสามารถที่จะระบุลักษณะของตำหนิบนผลผลิต เครื่องคัดขนาดมีหลายชนิดดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานลำเลียงเจาะรู

หลักการของเครื่องคัดขนาดแบบนี้ คือ ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของ ผัก ผลไม้ นั้น ๆ เป็นตัวแปรคัดขนาด คัดแยกผลเล็กออกก่อน ผลใหญ่กว่าจะเคลื่อนที่ผ่านไป (ภาพที่ 1) ผลเล็กกว่าจะตกผ่านรูลงไปสู่สายพานที่อยู่ใต้สายพานเจาะรู เพื่อพาต่อไปยังสถานีบรรจุด้วยมือ สายพานเจาะรูทำด้วยยาง, พลาสติก หรือข้อต่อเหล็ก บางครั้งข้อต่อเหล็กถูกหุ้มห่อด้วยยางเพื่อลดการทำให้ผลิตภัณฑ์ ผัก ผลไม้ ที่เป็นทรงกลมรี (spheroidal) อาจถูกคัดขนาดผ่านรูกลมลงไปได้ ถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางของผลไม้ทับกันกับเส้นผ่านศูนย์กลางรู และอาจไม่ถูกคัดถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งสองไม่ทับกัน ในโรงงานบรรจุสมัยใหม่เครื่องคัดขนาดแบบสายพานลำเลียงเจาะรู จะถูกใช้เป็นเครื่องคัดเบื้องต้น (presizer) เพื่อคัดเอาผลไม้ที่ตกขนาด (undersize) ออกไปตั้งแต่เริ่มสายการบรรจุ มีความแม่นยำในการคัดขนาดกลาง ๆ เครื่องคัดขนาดแบบนี้เหมาะกับผลไม้ที่มีผิวหนาและทนทาน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ลักษณะการคัดขนาด

ที่มา: บัณฑิต (2549)

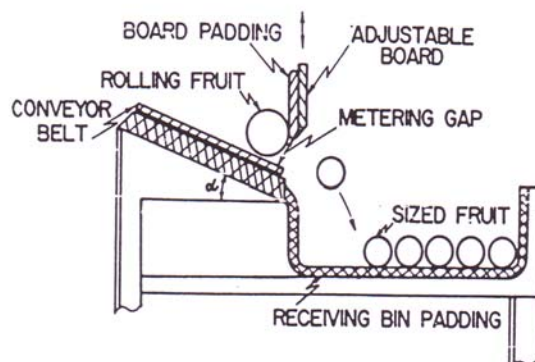


ภาพที่ 2 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานลำเลียงเจาะรู
ที่มา: บัณฑิต (2549)

2.2 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและแผ่นกั้น

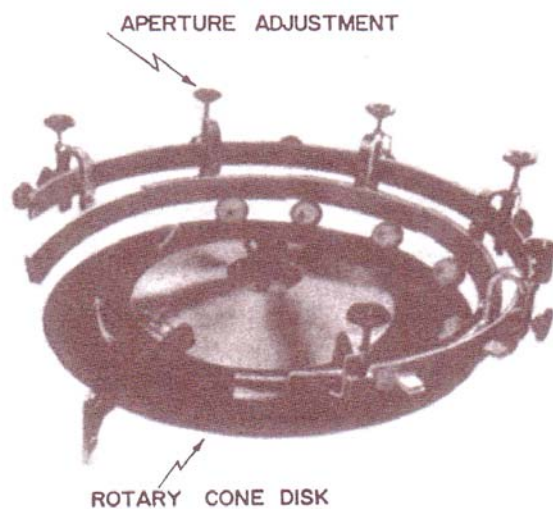
ผลไม้มันจะเคลื่อนที่เป็นแบบแถวเรียงเดี่ยว (single file) ยาวไปตามแนวสายพานลำเลียง (เคลื่อนที่ต้งฉากกับกระดาด) ซึ่งเอียงทำมุม α กับแนวระดับ มุมนี้ทำให้ผลไม้มันลื่นไปสู่แผ่นกั้นในแนวตั้งที่หุ้มห่อด้วยวัสดุกันกระแทกอันเป็นที่ที่ผลไม้สัมผัสขณะกลิ้งไป แผ่นกั้นสามารถปรับได้ในแนวตั้งทำให้เกิดช่องสอบเทียบหรือช่องคัดขนาด (metering gap) ซึ่งจะให้ผลไม้ที่มีขนาดเล็กกว่าช่องนั้นผ่านไป ช่องคัดจะมีขนาดกว้างขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากถึงรับผลไม้ขนาดหนึ่งไปสู่ถังรับอีกขนาดหนึ่งตามแนวของเครื่องคัดขนาด หลักการทำงานคือ เส้นผ่านศูนย์กลางของฝักผลไม้เป็นตัวแปรการคัดขนาดและคัดผลเล็กออกก่อน ผลไม้ขนาดเล็กที่สุดจะตกลงสู่ถังรับใบแรก ในขณะที่ผลไม้ขนาดใหญ่กว่าจะเคลื่อนทางต่อไปจนถึงช่องคัดที่ใหญ่กว่าขนาดของมัน ผลไม้ที่มีขนาดใหญ่เกินไป (oversize) จะเคลื่อนที่ต่อไปตอนท้ายของเครื่องคัดขนาด (ภาพที่3)

การปรับปรุงที่สำคัญของเครื่องนี้คือ เครื่องคัดขนาดแบบ Rotary Greefa ซึ่งนำแผ่นรูปกรวยที่หุ้มด้วยวัสดุกันกระแทกมาใช้แทนสายพานยาว เครื่องคัดขนาดแบบ Rotary Greefa มีขนาดกะทัดรัดขนย้ายง่ายแทนที่เครื่องคัดขนาดเดิมที่เป็นเส้นตรงยาวมาก ผลไม้มันจะเคลื่อนที่เป็นวงกลม มีแผ่นกั้นสอบเทียบติดตั้งเหนือขอบกรวย ซึ่งสามารถปรับระดับได้ ผลไม้ที่เคลื่อนที่ผ่านแผ่นกั้นสอบเทียบได้ ก็จะไหลลงไปในช่องแบ่งเกรดและตกลงสู่ถังรองรับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 3 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและแผ่นกั้น

ที่มา: บัณฑิต (2549)

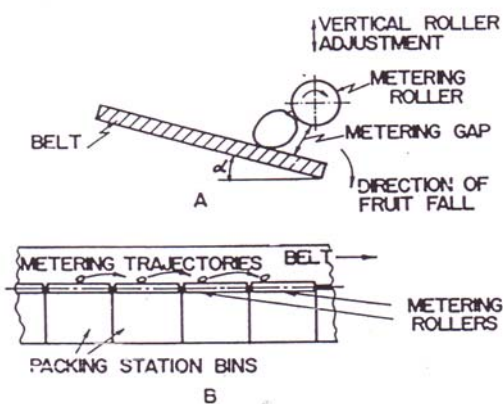


ภาพที่ 4 เครื่องคัดขนาดแบบ Rotary Greefa

ที่มา: บัณฑิต (2549)

2.3 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและลูกกลิ้ง

ลักษณะและการทำงานจะเหมือนกับแบบสายพานกับแผ่นกั้น แต่จะต่างกันตรงที่ช่องคัด (Metering gap) จะอยู่ระหว่างสายพานกับลูกกลิ้งแทนแผ่นกั้น ตัวลูกกลิ้งจะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งจะทำให้ผลไม้พลิกขึ้นจะลดปัญหาการติดขัดของผลไม้ในช่องคัด (Metering Gap) ได้ (ภาพที่ 5 และ 6)



ภาพที่ 5 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานและลูกกลิ้ง

ที่มา: บัณฑิต (2544)

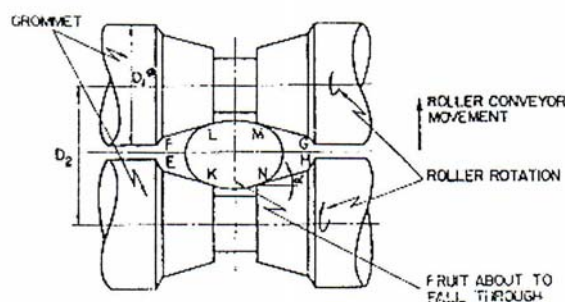


ภาพที่ 6 เครื่องคัดขนาดผลไม้แบบสายพานและลูกกลิ้ง

ที่มา: บัณฑิต (2544)

2.4 เครื่องคัดขนาดแบบลูกกลิ้งบานออก

เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากโต๊ะคัดเลือก แทนที่จะมีระยะห่างตายตัวระหว่างลูกกลิ้งในโต๊ะคัดเลือก ได้มีการพัฒนากลไกที่ทำให้ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งค่อยๆเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง ได้ลูกกลิ้งบานออก มีสายพานลำเลียงผลิตผลที่คัดขนาดแล้วออกด้านข้างสู่สถานีบรรจุต่อไป และมีการนำเอาลูกกลิ้งแบบแกนด้ายหลอดมาแทนลูกกลิ้งธรรมดา ช่องคัดขนาดถูกกำหนดด้วยรูปร่างของแกนหลอดด้าย และระยะห่าง D_2 ระหว่างลูกกลิ้ง ลูกกลิ้งจะหมุนรอบแกนลูกกลิ้งเนื่องจากแรงเสียดทาน ผลไม้ถูกหมุนไปโดยลูกกลิ้ง 4 จุดสัมผัสคือ K, L, M และ N ระยะห่าง D_2 ระหว่างลูกกลิ้งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (ภาพที่ 7) ผลไม้ที่หมุนจะตกสู่สายพานลำเลียงข้างใต้ มีความแม่นยำสูงสมรรถนะไม่ควรเกิน 80% ของช่องคัดขนาดต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งกำหนดโดยความกว้างและความเร็วในการเดินเครื่อง

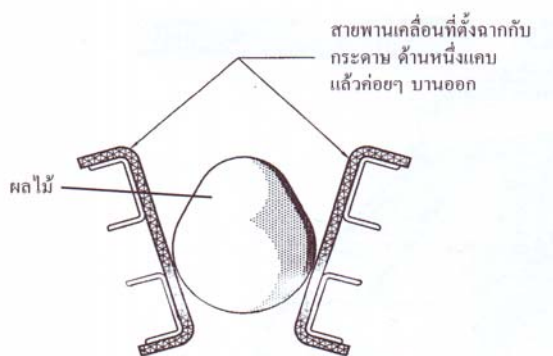


ภาพที่ 7 เครื่องคัดขนาดแบบลูกกลิ้งแกนหลอดด้าย

ที่มา: บัณฑิต (2549)

2.5 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานบานออก

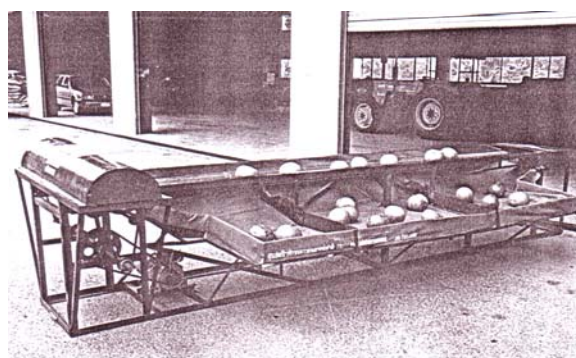
สายพานลำเลียงทั้ง 2 เส้นจะเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วที่เท่ากัน และหุ้มห่อด้วยวัสดุกันกระแทก สายพานจะอยู่ในลักษณะแบบตัว V ความลาดเอียงของสายพานน้อยจะทำให้ เครื่องคัดขนาดยาวและในทางตรงกันข้าม ถ้าความลาดเอียงของสายพานมีมากเครื่องคัดขนาดจะสั้นลงเพราะผลไม้เคลื่อนที่ระยะสั้นก็ถึงช่องคัดเกรด เมื่อผลไม้เคลื่อนที่ไป ช่องคัดระหว่างสายพานก็จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลไม้ที่มีขนาดเล็กกว่าก็จะตกลงก่อน ในขณะที่ผลไม้ที่ใหญ่กว่าจะเคลื่อนที่ต่อไป และตกลงไปสู่สายพานที่จะพาผลิตผลออกไปด้านข้าง หรือสถานีบรรจุ เครื่องคัดแบบนี้เหมาะเป็นพิเศษสำหรับการคัดขนาดผลไม้รูปทรงกรวยเช่น ลูกแพร์ อโวคาโด ชมพู ส้มโอ (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 เครื่องคัดขนาดแบบสายพานบานออก

ที่มา: บัณฑิต (2549)

บัณฑิตและคณะ (2533) ได้นำหลักการคัดแบบสายพานบานออกมาพัฒนาเครื่องคัดขนาดส้มโอ ประกอบด้วยสายพานบานออกที่ทำด้วยสายพานผ้าใบ 4 ชั้นขนาดกว้าง 3 นิ้ว 2 เส้นวางเอียงเข้าหากันมีความลาดเอียง 35 องศา ความยาวเครื่อง 4.2 เมตร กว้าง 0.6 เมตร สูง 0.8 เมตร ขับเคลื่อนสายพานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า 220 โวลต์ 50 Hz. เครื่องคัดขนาดผลส้มโอ สามารถคัดส้มโอ พันธุ์ขาวทองดีและพันธุ์ขาวพวงได้ทั้ง 3 เกรด สมรรถนะของเครื่องประมาณ 2 ตัน/ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการคัดขนาด 89.5% ข้อดี ของเครื่องแบบนี้คือ สร้างง่าย การบำรุงรักษาน้อย แต่มีข้อเสียคือ ช่องสอบเทียบมีขนาดไม่คงที่ เพราะขอบของสายพานที่ใช้มีผิวค่อนข้างไม่เรียบ ทำให้ความแม่นยำในการคัดขนาดไม่ดี และตัวเครื่องมีขนาดใหญ่ราคาแพง (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 เครื่องคัดขนาดผลส้มโอ แบบสายพานคู่บานออก

ที่มา: บัณฑิต และคณะ (2533)

2.6 เครื่องัดขนาดด้วยน้ำหนัก

ผลิตผลหลายอย่างมีรูปร่างเบี่ยงเบนไปมากจากรูปทรงกลม เช่น หัวแครอท มะม่วง แดงกวา ผักกาด อะโวคาโด การัดขนาดโดยอาศัยเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวผลิตผลทำได้ง่าย การใช้น้ำหนักของผลิตผลทำได้ถูกต้องมากกว่า แต่เครื่องมือมีราคาแพง การชั่งน้ำหนักให้ถูกต้องทำได้ช้า เมื่อเปรียบเทียบกับการัดขนาดตามเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความยาว เครื่องัดขนาดโดยน้ำหนักมี 3 ประเภท คือ

2.6.1 เครื่องัดขนาดระบบสปริง

เป็นการประยุกต์เครื่องชั่งสปริงที่นิยมใช้กันตามตลาดทั่วไป กลไกการทำงานประกอบด้วย สปริงที่เชื่อมติดกับชิ้นโลหะ เมื่อมีแรงมากระทำกับชิ้นโลหะ โลหะจะเคลื่อนที่และพาสปริงเคลื่อนที่ไปด้วยอย่างเป็นสัดส่วนกับน้ำหนัก การเคลื่อนที่ของสปริงอาจเอาไปพ่วงต่อกับ displacement sensor เพื่อแปลงการขจัด (displacement) ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณนี้อาจจะถูกขยายและปรับเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อแสดงค่าน้ำหนักให้ปรากฏและใช้ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ให้โซลินอยด์กระตุ้นกลไกคัดแยก ผัก ผลไม้ นั้น ๆ ลงสู่ภาชนะรองรับตามขนาดที่กำหนด

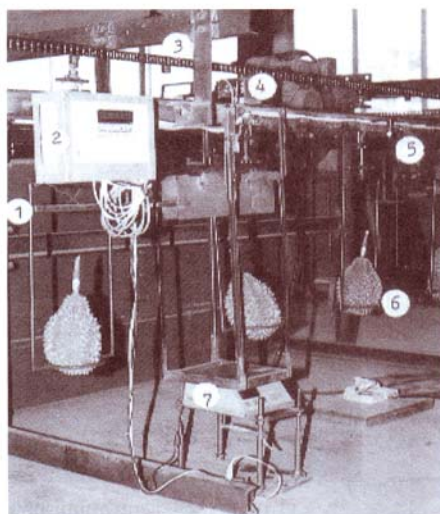
2.6.2 เครื่องัดขนาดระบบน้ำหนักถ่วง

เป็นระบบที่ใช้หลักการของคานาคิด คานาจัด และโมเมนต์ โดยการเปรียบเทียบน้ำหนักของผลไม้กับน้ำหนักที่ตั้งค่าเอาไว้ ถ้าน้ำหนักของผลไม้หนักกว่า ก็จะมีกลไกคัดผลไม้นั้นออกจากระบบ ถ้าน้ำหนักของผลไม้เบากว่าก็จะถูกส่งไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักกับสถานีอื่นๆต่อไป ทำแบบนี้จนถึงสถานีสุดท้ายผลไม้ผลเล็กที่สุดก็จะถูกแยกออกไป

สิวลักษณ์ และคณะ (2530) ได้พัฒนาเครื่องัดขนาดมะม่วงโดยใช้น้ำหนักจะมีสถานีน้ำหนักเคลื่อนที่ได้ เคลื่อนที่พร้อมกับผลไม้ที่ต้องการัดขนาดในถาด ถาดจะไม่กระดก เพราะถูกพยุงด้วยราง เมื่อผลไม้เคลื่อนที่มาถึงสถานีชั่งน้ำหนักอยู่กับที่หนึ่งๆ จะเป็นเวลาพอดีที่รางหมดถาดผลไม้จะเปรียบเทียบกับน้ำหนักมาตรฐานในสถานีที่อยู่กับที่ ถ้าน้ำหนักน้อยกว่าถาดผลไม้ยังไม่กระดกและเคลื่อนที่ต่อไป ถ้าน้ำหนักกว่าถาดจะกระดกเทผลไม้สู่ถาดรองรับ

2.6.3 เครื่องคัดขนาดระบบโพลีเซลล์

โพลีเซลล์เป็นอุปกรณ์ที่แปลงน้ำหนักหรือแรงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โพลีเซลล์มีอยู่หลายชนิดเช่น Strain gage, Capacitive load cell, Relative load cell และ Piezoelectric load cell แต่โพลีเซลล์แบบสเตรนเกจ เป็นโพลีเซลล์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด โพลีเซลล์แบบสเตรนเกจประกอบด้วยชิ้นส่วนรับน้ำหนัก (Sensing element) และสเตรนเกจแบบความต้านทาน เมื่อมีน้ำหนักจากผลผลิตมากระทำต่อชิ้นส่วนรับน้ำหนัก จะเกิดความเค้นและความเครียดในเนื้อวัสดุ สเตรนเกจที่ถูกติดตั้งบนผิววัสดุ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงความเครียดตามผิววัสดุไปด้วย ความเครียดของสเตรนเกจที่เปลี่ยนไป ส่งผลให้ความต้านทานของสเตรนเกจก็เปลี่ยนไปด้วย สัญญาณแรงดันไฟฟ้าของสเตรนเกจจะเปลี่ยนแปลงไป ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าและน้ำหนักที่สัมพันธ์กันจะเป็นข้อมูลที่บรรจุอยู่ในคอมพิวเตอร์ที่จะแปรรูปสัญญาณแอนะล็อกของแรงดันไฟฟ้า สอบเทียบไปหาน้ำหนักเป็นสัญญาณดิจิทัลและคำนวณหาขนาดที่สมนัยกัน แล้วแปลงสัญญาณกลับไปเป็นแอนะล็อก ไปควบคุมอุปกรณ์ที่จะนำผลผลิตออกจากสายพานลำเลียงลงสู่ภาชนะรองรับที่ต้องการต่อไป (ภาพที่ 10)



- 1) น้ำหนักมาตรฐาน
- 2) ชุดควบคุม
- 3) ชุดลำเลียง
- 4) เซนเซอร์
- 5) หลอดไฟคัดขนาด
- 6) ตัวชี้คทุเรียน
- 7) ที่ชั่งน้ำหนัก

ภาพที่ 10 เครื่องคัดขนาดทุเรียนระบบโพลีเซลล์

ที่มา: บัณฑิต (2549)

2.7 เครื่องคัดขนาดด้วยอุปกรณ์เชิงแสงและวิสัยทัศน์จักรกล

เครื่องนี้มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ ระบบลำเลียง ระบบคัดเลือก และถังรับผลไม้ หลักการทำงาน คือเมื่อผลไม้ถูกลำเลียงมาตามสายพานจนถึงเซนเซอร์ แล้วจะส่งสัญญาณให้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดถ่ายภาพฉายของผลไม้ ภาพที่ได้จะถูกส่งให้กับระบบคัดเลือกเพื่อทำการคำนวณพื้นที่ภาพฉายของผลไม้ เปรียบเทียบกับพื้นที่ภาพของผลไม้ขนาดมาตรฐานในแต่ละชั้น แล้วตัดสินใจว่าผลไม้ ผลนั้นเป็นของชั้นอะไร ระบบคัดเลือกจะควบคุมโซลินอยด์ให้พาผลนั้นเคลื่อนที่ออกจากสายพานลงไปยังถังรับ (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 เครื่องคัดขนาดระบบแปรรูปภาพ

ที่มา: บัณฑิต (2549)

สรุปจากการศึกษาเครื่องคัดขนาดผลไม้แบบต่าง ๆ แล้ว ทำให้ผู้วิจัยเลือกพัฒนาเครื่องคัดขนาดผลส้มโอแบบสายพานบานออก (Diverging Belts Sizers) ทั้งนี้เพราะผลส้มโอมีรูปทรงกรวย และตัวแปรการคัดขนาดของผลส้มโอคือ เส้นผ่านศูนย์กลางฐานกรวยหรือฐานของผล อีกทั้งเครื่องคัดขนาดสามารถสร้างง่าย มีระบบกลไกการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานและการบำรุงรักษาง่าย ผลส้มโอหลังการคัดขนาดมีความเสียหายเชิงกลต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการทดสอบเครื่องคัดขนาดผลส้มโอพร้อมเครื่องป้อน ใช้วัสดุและอุปกรณ์สำหรับงานวัดและทดสอบ ดังนี้

1. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ยี่ห้อ OHAUS CORPORATION MODEL CD11
2. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ยี่ห้อ SARTORIUS MODEL PT 6-000V2
3. กล้องถ่ายภาพดิจิทัล ยี่ห้อ SONY MODEL P-73
4. เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ ยี่ห้อ OKURA MODEL
5. เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ยี่ห้อ FUJI MODEL E-71G
6. ผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง และพันธุ์ขาวทองดี 3 ขนาด
7. เครื่องวัดองศา ยี่ห้อ KEIBA
8. นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ JUNSO MODEL JS-306
9. แข่งพลาสติก
10. ไม้บรรทัดเหล็ก
11. เทปวัด
12. คาร์ลิปเปอร์วัดนอก

วิธีการ

ประกอบด้วยการออกแบบ การสร้าง การทดสอบ การวิเคราะห์และประเมินผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การออกแบบเครื่องคัดขนาดและเครื่องป้อนผลส้มโอ

เกณฑ์สำคัญในการออกแบบ คือ ก) เครื่องมีขนาดกะทัดรัด ข) กลไกการทำงานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ค) ใช้ระบบคัดขนาดแบบสายพานคู่บานออก พร้อมกับออกแบบให้สายพานทั้งสองเส้นสามารถปรับช่องคัดเกรด (metering gap) และปรับมุมเอียงของสายพานได้ ง) ออกแบบเครื่องคัดสำหรับใช้กับคนทำงานเพียง 1-2 คน จ) สามารถป้อนผลส้มโอได้อย่างต่อเนื่อง ฉ) ใช้พื้นที่ปฏิบัติงานน้อย และ ช) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเฟสเดียวขนาด 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต 2 ตัว ซึ่งประกอบไปด้วยชิ้นส่วนสำคัญดังนี้

1.1 ชุดโครงสร้าง

ชุดโครงสร้างจะประกอบไปด้วยโครงเหล็กที่ใช้เป็นฐานติดตั้ง ถาดรับผลส้มโอหลังการคัดขนาด สายพานคัดขนาด ชุดต้นกำลัง โดยโครงเหล็กทำมาจากเหล็กกล่อง ขนาด 40 x 40 มม. นำมาประกอบเป็นโครงเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ สูง 737 มม. กว้าง 650 มม. ยาว 1350 มม.

1.2 สายพานคัดขนาด

เป็นสายพานยี่ห้อ Ammeraal รุ่นBelt Flexam EM 10/2 Green FG ขนาดกว้าง 100 มม. ยาว 2400 มม. 2 เส้น พร้อมทั้งติดตั้ง V - Rope ขนาด 10 x 6 มม. ที่กึ่งกลางด้านหลังของสายพานทั้ง 2 เส้น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันสายพานคัดขนาดหลุดออกจากลูกกลิ้งขณะที่ลูกกลิ้งหมุน

1.3 ชุดต้นกำลัง

ชุดต้นกำลังประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 60 watt เกียร์ทดอัตราส่วน 1:20 และได้ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง แยกขับสายพานคัดขนาดแต่ละเส้น

1.4 ถาดรับผลส้มโอหลังการคัดขนาด

เป็นถาดรับเอียงทำมุม 15 องศา จากแนวระนาบ ทำจากเหล็กแผ่นหนา 3 มม. และกรุด้วยวัสดุดูดกลืนพลังงานแล้วปิดทับด้านบนด้วยหนังเทียม ติดตั้งต่ำกว่าสายพานคัดขนาด 38 ซม. ซึ่งเป็นระยะที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายเชิงกลแก่ผลส้มโอหลังการคัดขนาด และแบ่งถาดรับออกเป็น 3 ช่อง ตามการแบ่งขนาดมาตรฐานสายพันธุ์

1.5 ชุดเครื่องป้อนผลส้มโอ

เมื่อป้อนผลส้มโอ งานป้อนจะพาผลส้มโอให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมตามทิศทางการหมุนของงาน ด้วยแรงเสียดทานระหว่างผิวเปลือกส้มโอกับผิวงานป้อน ผลส้มโอที่อยู่ในงานป้อนขณะหมุนจะถูกผลักให้ชิดกับแผ่นราวกันเป็นแถวเรียงเดียว โดยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เมื่องานป้อนพาผลส้มโอเคลื่อนที่มาถึงทางออก แผ่นราวกันด้านปลายถูกบิดและลาดเอียง เพื่อบังคับให้ลักษณะของผลส้มโอที่ออกจากงานป้อนมี 2 ลักษณะคือ ตั้งขั้วผลขึ้นและคว่ำขั้วลง จากนั้นผลส้มโอก็จะถูกสายพานลำเลียงพาออกไปสู่เครื่องคัดขนาด

ชุดโครงสร้างเครื่องป้อนจะประกอบด้วยโครงเหล็กของงานป้อน แผ่นราวกัน ฐานยึดมอเตอร์และเกียร์ทด ตัวโครงสร้างทำจากเหล็กฉากขนาด 40 x 40 มม. นำมาประกอบเป็นโครงสร้างมีขนาดกว้าง 86 ซม. ยาว 102 ซม. สูง 90 ซม.

แผ่นราวกันทำมาจากเหล็กแผ่นกว้าง 75 มม. หนา 3 มม. นำมาม้วนให้ได้รัศมี 450 มม. ซึ่งยึดติดกับแกนยึด แกนยึดนี้สามารถปรับระดับสูงต่ำได้ตามขนาดของผลไม้ ส่วนงานป้อนทำมาจากเหล็กแผ่นหนา 5 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 850 มม. งานป้อนถูกเชื่อมต่อกับเพลาลำดับขนาด 25 มม. ยาว 600 มม. โครงสร้างชุดสายพานลำเลียงทำจากเหล็กรูปตัว C ขนาด 100 มม. หนา 3 มม. ยาว 1950 มม. ลูกกลิ้งขับและลูกกลิ้งตามมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. ยาว 310 มม. นำไปประกอบกับเพลาลำดับขนาด 25 มม. ยาว 550 มม. ขับสายพานลำเลียง กว้าง 300 มม. ยาว 3600 มม.

ชุดต้นกำลังประกอบด้วยมอเตอร์ขนาด 0.25 แรงม้า เกียร์ทดอัตราส่วน 1:40 2 ชุด แยกขับงานป้อนกับสายพานลำเลียง และใช้พู่เล่ย์ขนาด 2.5, 3, 3.5, 4, และ 4.5 นิ้ว