บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ คือ เพื่อออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติที่พัฒนาจากเครื่องคั้นน้ำส้มแบบโรตารี่และแบบจานหมุน ให้มีหลักการทำงานที่เหมาะสมถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและสุขอนามัย รวมถึงศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลส้มวิเคราะห์ชิ้นส่วนวิกฤตของชุดคั้นน้ำส้มด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทดสอบสมรรถนะในการทำงานของเครื่องคั้นน้ำส้มที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

สรุป

จากผลการวิจัยการพัฒนาเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติแบบโรตารี่หลายหัวคั้น ได้ผลการทดสอบดังนี้

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของผลส้ม

1. จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นอันได้แก่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลส้ม ความหนาของเปลือกส้ม มวลของผลส้มสามารถนำมาพิจารณาในการออกแบบชุดคั้นเพื่อให้ขนาดของลูกคั้นและหลุมคั้นสามารถรองรับกับขนาดของผลส้มที่ 40-60 มิลลิเมตร มีระยะห่างระหว่างลูกคั้นและหลุมคั้นไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร

2. แรงกดอัดสูงสุดที่ใช้บีบคั้นน้ำส้มคือ 512.55 นิวตัน เมื่อให้ระยะห่างระหว่างหลุมคั้นกับหัวคั้น 2 มิลลิเมตร กดอัดผลส้มเบอร์ 4 และกดอัดตามแนวยาว

3. แรงที่ใช้ผ่าผลส้มสูงสุดคือ 37.58 นิวตัน ที่ความเร็วใบมีด 4.42 เมตรต่อวินาที กับผลส้มเบอร์ 4 และผ่าที่ตำแหน่งที่ 1 (แนวขวาง)

ผลการออกแบบเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติต้นแบบ

1. การวิเคราะห์ชิ้นส่วนวิกฤตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของก้านหัวคั้น หัวคั้น และชุดคั้นส่วนบน ทำให้ได้ค่า von mises, stress สูงสุด 6.57007×10^{7}, 1.36592×10^{6} และ 4.83675×10^{7}นิวตันต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า yield strength ของวัสดุ AISI 304 และ PE highdensity ทำให้ทุกชิ้นส่วนสามารถใช้งานได้โดยไม่เกิดความเสียหาย

2. จากการออกแบบทำให้ได้เครื่องคั้นน้ำส้มที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติ โดยมีอุปกรณ์สำหรับลำเลียงผลส้ม จับผลส้ม ผ่าผลส้ม และบีบคั้นน้ำส้มภายในเครื่องเดียว และสามารถใช้งานได้ถูกต้องตามหลัก GMP และ ตามหลักสุขอนามัย (hygienic design)

ผลการทดสอบการทำงานเครื่องคั้นน้ำส้มอัตโนมัติ

1. จากการทดสอบการทำงานจะเห็นได้ว่าเมื่อลดระยะห่างชุดคั้นลงจะทำให้ประสิทธิภาพในการคั้นมีค่ามากขึ้น เนื่องจากชุดคั้นมีระยะที่จะทำการบีบคั้นได้มากขึ้น และเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มมีค่ามากขึ้น เนื่องจากชุดคั้นสามารถคั้นได้เร็วขึ้น แต่จะทำให้ประสิทธิภาพในการคั้นมีค่าลดลง ซึ่งเกิดจากชุดคั้นมีเวลาในการรีดเอาน้ำส้มออกจากเปลือกน้อยลง จึงทำให้มีน้ำส้มค้างอยู่ในเปลือกเพิ่มขึ้นและเมื่อเปลี่ยนขนาดผลส้มให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น จะทำให้ความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มมีค่ามากขึ้น เนื่องจากส้มผลใหญ่จะมีน้ำหนักมาก

2. การใช้งานเครื่องคั้นน้ำส้มที่เหมาะสมควรจะใช้ระยะห่างชุดคั้น 2 มิลลิเมตร ใช้ความเร็วรอบ 10 รอบต่อนาทีเนื่องจากให้ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการคั้นผลส้มและน้ำส้มสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญ

3. การเปรียบเทียบน้ำส้มที่ได้จากการคั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบ เครื่องคั้นน้ำส้มแบบโรตารี่ เครื่องคั้นน้ำส้มแบบจานหมุน และการคั้นน้ำส้มด้วยมือ ซึ่งทำให้ได้ปริมาณสารนารินจินที่เจือปนอยู่ในน้ำส้มดังนี้ คือ 54.99, 62.14, 43.76 และ 9.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าถ้าปริมาณการใช้งานต่อปีเพิ่มขึ้น ผลตอบแทนสุทธิจะเพิ่มขึ้น ระยะเวลาคืนทุนจะลดลง โดยเมื่อทำการคั้นส้มที่มีขนาด 50-55 มิลลิเมตร ต้องทำการคั้นน้ำส้ม 112,692 กิโลกรัม จึงจะคุ้มทุน มีระยะเวลาคืนทุน 0.10-0.68 ปี (36.5-248 วัน)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ได้ยังมีสิ่งที่น่าสนใจควรแก่การศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อให้งานสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากระยะเวลาที่ทำการศึกษาไม่เพียงพอจึงมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัยในอนาคตต่อไปดังนี้คือ

1. ควรมีการวิเคราะห์ชิ้นส่วนวิกฤตกับระบบส่งกำลังและชิ้นส่วนอื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อให้ขนาดชิ้นงานและอุปกรณ์มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจะทำให้มีการแก้ไขเครื่องต้นแบบน้อยลงและมีต้นทุนในการสร้างลดลง

2. ควรทำการทดสอบความเร็วรอบของชุดคั้นให้มีระยะห่างระหว่างความเร็วรอบแต่ละชุดน้อยลง จากที่ทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 5, 10 และ 15 รอบต่อนาที เป็น 5, 7.5, 10, 12.5 และ 15 รอบต่อนาที เพื่อเปรียบเทียบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

3. ความขมจากน้ำส้มที่คั้นได้เกิดจากสารหลายชนิด ดังนั้นควรมีการทดสอบหาสารอื่นร่วมด้วยเพื่อเปรียบเทียบกัน ซึ่งจะทำให้ได้ผลการศึกษาที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. มะนาวเป็นพืชที่อยู่กลุ่มเดียวกันกันส้ม มีลักษณะทางกายภาพคล้ายกันกับผลส้ม และมีความต้องการน้ำที่อยู่ในผลเช่นเดียวกัน ดังนั้นควรมีการทดสอบการคั้นกับมะนาวร่วมด้วย เพื่อให้ขอบเขตการใช้งานของเครื่องคั้นน้ำส้มต้นแบบมีมากขึ้น