งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ของเปลือกและกากมันสำปะหลังที่เป็นกากของเสียจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลัง เพื่อนำมาผลิตเอทานอลที่เป็นพลังงานทดแทน ในการศึกษานี้ได้ผลิตเอทานอลจากส่วนผสมของเปลือกและกากมันสำปะหลังร้อยละ10 (w/v) ที่อัตราส่วนผสมเปลือกต่อกากมันสำปะหลัง 0:1, 1:5, 1:2 และ 1:1 โดยน้ำหนัก ด้วยวิธีทางชีวภาพในการไฮโดรไลซีสด้วยเอนไซม์ และกระบวนการหมักด้วยยีสต์ อัตราส่วนผสมนี้มีปริมาณเซลลูโลสอยู่ร้อยละ16.56 ± 0.82, 19.63 ± 1.10, 22.65 ± 1.95 และ 25.75 ± 2.92 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และปริมาณแป้งอยู่ร้อยละ 60.39 ± 6.44, 54.78 ± 4.21, 50.57 ± 4.21 และ 44.9 ± 2.43 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

สภาวะที่ใช้ในการไฮโดรไลซีสเซลลูโลสและแป้งในเปลือกและกากมันสำปะหลังด้วยเอนไซม์ในการศึกษานี้ คือ ไฮโดรไลซีสเซลลูโลสด้วยเอนไซม์เซลลูเลส 30 ยูนิต ที่ 50 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่าง 5.0 เวลา 6 ชั่วโมง สามารถผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ได้จากส่วนผสมของเปลือกและกากมันสำปะหลังที่อัตราส่วน 0:1, 1:5, 1:2 และ 1:1 ในปริมาณ 0.226 ± 0.002, 0.298 ± 0.004, 0.325 ± 0.007 และ 0.393 ± 0.002 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อไฮโดรไลซีสแป้งต่อด้วยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส 9 ยูนิต ที่ 90 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 เวลา 2 ชั่วโมงได้น้ำตาลรีดิวซ์ในปริมาณ 0.09 ± 0.009, 0.08 ± 0.007, 0.11 ± 0.008 และ 0.15 ± 0.002 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ในขั้นตอนสุดท้ายใช้เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส 6 ยูนิต ที่ 60 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรดด่าง 4.0 เวลา 24 ชั่วโมง สามารถผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ได้ในปริมาณ 2.81 ± 0.08, 3.08 ± 0.03, 2.89 ± 0.01 และ 3.16 ± 0.02 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการย่อยสลายในรูปปริมาณเซลลูโลสที่ถูกใช้ไปมีค่าประมาณร้อยละ 91.01 ± 0.98, 93.12 ± 1.25, 92.57 ± 0.96 และ 93.24 ± 1.75 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ส่วนปริมาณแป้งที่ถูกใช้ไปมีค่าประมาณร้อยละ 95.18 ± 1.07, 92.45 ± 0.72, 92.37 ± 0.59 และ 91.25 ± 0.44 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ จากการไฮโดรไลซีสด้วยเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วนผสมของเปลือกและกากมันสำปะหลังที่ 0:1, 1:5, 1:2 และ 1:1 โดยน้ำหนัก พบว่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด คือ 3.13 ± 0.08, 3.46 ± 0.04, 3.33 ± 0.01 และ 3.70 ± 0.02 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งแห้ง ตามลำดับ จากการทดสอบการผลิตเอทานอลด้วยยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5343 ที่ 30 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง พบว่า มีปริมาณเอทานอล 1.55 ± 0.03, 1.72 ± 0.02, 1.67 ± 0.02 และ 1.86 ± 0.03 กรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ หรือที่ความเข้มข้นของเอทานอล 15.48 ± 0.29, 17.29 ± 0.20, 16.73 ± 0.25 และ 18.64 ± 0.38 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการผลิตเอทานอลจากส่วนผสมของเปลือกและกากมันสำปะหลังที่อัตราส่วนต่างๆ 0:1, 1:5, 1:2 และ 1:1 โดยน้ำหนัก มีต้นทุนจากวัตถุดิบ เอนไซม์ สารเคมี พลังงาน และค่าแรงในการผลิตเอทานอล คือ 13.11, 12.95, 12.82 และ 12.70 บาทต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้น การนำเปลือกมันสำปะหลังผสมลงไปในกากมันสำปะหลังเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตเอทานอล และ การนำเปลือกและกากมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเอทานอลที่เป็นพลังงานทดแทน จึงเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด

This research was aimed to apply cassava peels and pulps from tapioca processing for ethanol production as alternative energy. The study was carried out to determine the potential of ethanol production from the mixture of peels and pulps at various ratios. The ratios of peels and pulps mixture were 0:1, 1:5, 1:2 and 1:1 containing cellulose of 16.56 ± 0.82, 19.63 ± 1.10, 22.65 ± 1.95 and 25.75 ± 2.92 % dry weight and starch of 60.39 ± 6.44, 54.78 ± 4.21, 50.57 ± 4.21 and 44.9 ± 2.43 % dry weight, respectively. At 10% (w/v) of various mixtures were enzymatic hydrolysis and then fermented by yeast for ethanol production.

Three steps of enzymatic hydrolysis of cellulose and starch in cassava peels and pulps were used in this study. Four ratios of peels and pulps mixture at 0:1, 1:5, 1:2 and 1:1 were carried out. Firstly 30 units of cellulase was used to hydrolyze cellulose in these mixtures at 50 °C and pH 5.0 for 6 hrs and obtained reducing sugars at concentration of 0.226 ± 0.002, 0.298 ± 0.004, 0.325 ± 0.007 and 0.393 ± 0.002 g/g dry weight, respectively. Secondary, 9 units of α- amylase was used to hydrolyze starch at 90 °C and pH 6.0 for 2 hrs, reducing sugar was found at concentration of 0.09 ± 0.009, 0.08 ± 0.007, 0.11 ± 0.008 and 0.15 ± 0.002 g/g dry weight, respectively. Finally, 6 units of amyloglucosidase was hydrolyzed the remain starch at 60 °C and pH 4 for 24 hrs, reducing sugar produced at this step were 2.81 ± 0.08, 3.08 ± 0.03, 2.89 ± 0.01 and 3.16 ± 0.02 g/g dry weight, respectively. In this study, it was found that cellulose was hydrolyzed at 91.01 ± 0.98, 93.12 ± 1.25, 92.57 ± 0.96 and 93.24 ± 1.75 % dry weight, respectively, while starch hydrolyzed were 95.18 ± 1.07, 92.45 ± 0.72, 92.37 ± 0.59 and 91.25 ± 0.44 % dry weight, respectively. The total amount of reducing sugar from 3 steps of hydrolysis were 3.13 ± 0.08, 3.46 ± 0.04, 3.33 ± 0.01 and 3.70 ± 0.02 g/g dry weight, respectively. Then, the obtained reducing sugar from 3 steps of cellulose and starch hydrolysis from mixture of peels and pulps at 0:1, 1:5, 1:2 and 1:1 were fermented for ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5343 at 30 °C for 48 hrs. The produced ethanol were 1.55 ± 0.03, 1.72 ± 0.02, 1.67 ± 0.02 and 1.86 ± 0.03 g/g dry weight, or ethanol production at 15.48 ± 0.29, 17.29 ± 0.20, 16.73 ± 0.25 และ 18.64 ± 0.38 g/l, respectively. The operating cost for ethanol production from the mixture of peels and pulps at 0:1, 1:5, 1:2 and 1:1 were 13.11, 12.95, 12.82 and 12.70 baht per liter, respectively. Thus, the utilization and treatment of agricultural residues waste such as cassava peels and pulps for ethanol production as alterative energy is one choice for waste management in both terms of conservation and environment protection.