

### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์คือศึกษาปัจจัยการผลิตแป้งแอมโฟเทอริกในระดับห้องปฏิบัติการและขยายส่วนที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็น 4 ส่วนคือ คุณสมบัติทางกายภาพและความร้อนของสารละลายแป้งมันสำปะหลัง การผลิตแป้งแอมโฟเทอริกในระดับห้องปฏิบัติการ การออกแบบและประเมินสมรรถนะเครื่องปฏิกรณ์ระดับขยายส่วน และการผลิตแป้งแอมโฟเทอริกในระดับขยายส่วน มีผลการศึกษาดังนี้

สารละลายแป้งมันสำปะหลังความเข้มข้น 20 30 40 และ 50% w/w ที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50 °C มีคุณสมบัติทางกายภาพคือ ความหนาแน่นมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1040-1120 kg/m<sup>3</sup> โดยมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแต่มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น และมีคุณสมบัติทางความร้อนดังนี้ ความร้อนจำเพาะมีค่าระหว่าง 3.354-4.004 kJ/kg°C และการนำความร้อนมีค่าระหว่าง 0.307-0.333 W/m°C ซึ่งค่าทั้งสองลดลงเมื่ออุณหภูมิและความเข้มข้นเพิ่มขึ้น

การผลิตแป้งแอมโฟเทอริกในระดับห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิในช่วง 45-55 °C ความเข้มข้นของสาร CHPTAC มีค่าระหว่าง 4-12 % ความเข้มข้นของสาร STP มีค่าระหว่าง 2-8 % และเวลาปฏิกิริยา 2-6 ชั่วโมง พบว่าระดับการแทนที่มีค่าระหว่าง 0.011-0.050 โดยเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นตรงกับอุณหภูมิและเวลาปฏิกิริยาและเป็นเชิงเส้นโค้งกับสาร CHPTAC ปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าระหว่าง 0.034-0.379% ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งคล้ายพาราโบลาต่ำกว่ากับทุกปัจจัย ขณะที่ความหนืดสูงสุดและความหนืด breakdown มีค่าระหว่าง 3500-3900 cP และ 1900-2300 cP ตามลำดับ และมีการเปลี่ยนแปลงกับปัจจัยศึกษาสอดคล้องกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเชิงเส้นตรงกับอุณหภูมิและเวลาปฏิกิริยา แต่ลดลงต่อเนื่องกับสาร STP และมีความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งกับสาร CHPTAC

เครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนที่สร้างขึ้นมีการกระจายอุณหภูมิสม่ำเสมอ และอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 4.8 7.9 และ 9.8 °C/hr เมื่อให้ความร้อนจนถึงที่อุณหภูมิ 55 65 และ 75 °C ตามลำดับ และอัตราการเย็นปลายใบกวนและกำลังต่อปริมาตรมีค่าระหว่าง 1.10-2.23 s<sup>-1</sup> และ 7.3-38.6 W/m<sup>3</sup> ตามลำดับ มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเร็วการกวน 66-134 rpm

การผลิตแป้งแอมโฟเทอริกในระดับขยายส่วน ที่อุณหภูมิในช่วง 45-55 °C ความเข้มข้นของสาร CHPTAC มีค่าระหว่าง 2-8% ความเข้มข้นของสาร STP มีค่าระหว่าง 2-4.5% และความเร็วการกวน 80-120 rpm พบว่าระดับการแทนที่และฟอสฟอรัสเริ่มคงที่ที่เวลาปฏิกิริยา 8 ชั่วโมง และมีค่าระหว่าง 0.008-0.043 และ 0.058-0.398% ตามลำดับ โดยค่าทั้งสองเพิ่มขึ้นเป็นเชิงเส้นตรงกับสาร CHPTAC และ STP ขณะที่ความหนืดสูงสุดและความหนืด breakdown มีค่าระหว่าง 2500-3600 cP และ 800-3100 cP ตามลำดับ ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับสาร CHPTAC และสาร STP และเชิงเส้นโค้งกับอุณหภูมิ สาร CHPTAC และสาร STP

\* ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 188 หน้า.

## A Study on Amphoteric Starch Production from Cassava on Laboratory and Pilot Scales

Sopa Cansee\*

### Abstract

This study had a main objective to investigate the factors affecting amphoteric production on both laboratory and pilot scales. The research was divided into four major parts, a study of physical and thermal properties of cassava starch solution (CSS), a study of amphoteric starch production on a laboratory scale, design and evaluation of reactor performance on a pilot scale and a study of amphoteric starch production on a pilot scale. The results were as follows.

The CSS at concentrations of 20 30 40 and 50% w/w and at temperatures of 30 40 and 50 °C had the following physical properties: average density in the range of 10401120 kg/m<sup>3</sup>, which decreased with increasing temperature and concentration; specific heat and thermal conductivity in the ranges of 3.3544.004 kJ/kg °C and 0.307-0.333 W/m °C respectively, which also decreased with increasing temperature and concentration.

The amphoteric starch production (AM) on the laboratory scale with temperature range of 4555 °C, reaction time in the range of 26 hr, CHPTAC concentration in the range of 412% and STP concentration in the range of 26% showed the following results: DS in the range of 0.0110.050, which increased linearly with temperature and reaction time and increased quadratically with CHPTAC. The phosphorus content was in the range of 0.0340.379% and was found to be quadratically related to all of the factors. The peak and breakdown viscosities were in the ranges of 3500-3900 cP and 19002300 cP respectively. Viscosities linearly increased with temperature and reaction time, continually decreased in relation to the STP and were quadratically related to CHPTAC.

The distributed temperatures in the reactor were uniformly equal. The rates of temperature increase were 4.8, 7.9 and 9.8 °C/hr when heating continued until the temperatures were stable at 55, 65 and 75 °C respectively. The shear rate of the impeller tips and the power per volume were in the ranges of 1.102.23 s<sup>-1</sup> and 7.338.6 W/m<sup>3</sup> respectively, which increased with mixing speed in range of 66134 rpm.

The study of amphoteric starch production on a pilot scale at temperature range of 4555 °C revealed that CHPTAC concentration was in the range of 28%, STP concentration in the range of 24.5% and mixing speed in the range of 80120 rpm. This indicated that DS and phosphorus contents were constant for reaction time of 8 hours and had values in the ranges of 0.0080.043 and 0.0580.398% respectively. The two values increased linearly with CHPTAC and STP, whereas the peak and breakdown viscosities were in the ranges of 25003600 cP and 8003100 cP respectively. They had linear relationship with CHPTAC and STP and quadratic relationship with the temperatures of CHPTAC and STP.

---

\* Doctor of Philosophy (Agricultural Machinery Engineering), Faculty of Engineering, Khon Kaen University. 188 pages.