บทที่ 5

อภิปรายผลการวิจัย

5.1 ตรวจสอบคุณภาพน้ำเวย์เต้าหู้

คุณภาพน้ำเวย์เต้าหู้ ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น พบว่า ในน้ำเวย์เต้าหู้ที่ได้จากโรงงานคุณประเสริฐอุตสาหกรรมอาหารนั้น มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 0.71 โดยน้ำหนัก และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ร้อยละ 0.36 โดยน้ำหนัก คิดเป็นน้ำตาล มอลโตสร้อยละ 0.25 และน้ำตาลฟรุคโตสร้อยละ 0.11 (ตาราง 3)

น้ำเวย์ที่นำมาใช้ มีช่วง pH อยู่ระหว่าง 4.1 – 4.5 น้ำเวย์เต้าหู้ที่เรานำมาใช้นั้น มีปริมาณโปรตีนที่สูงว่า Ounis *et al.* (2008) ที่รายงานไว้ที่ร้อยละ 0.5 แต่มีปริมาณโปรตีนที่ต่ำกว่าน้ำเวย์ของ Thi *et al.* (2003) ที่มีโปรตีนอยู่ร้อยละ 0.82 น้ำเวย์ของเรา มีชนิดและปริมาณน้ำตาลที่ต่ำกว่าน้ำเวย์ของ Thi *et al.* (2003) ซึ่งได้รายงานชนิดและปริมาณของน้ำตาลที่มีอยู่ใน น้ำเวย์เต้าหู้ว่า มีซูโครสร้อยละ 1.13 ฟรุคโตสร้อยละ 0.11 และ กลูโคสร้อยละ 0.12 และ Ounis *et al.* (2008) ที่มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดที่ร้อยละ 2.23 นอกจากนี้น้ำเวย์ที่ใช้ในการทดลอง ยังมี pH ที่ต่ำกว่าของ Ounis *et al.* (2008) ที่ได้รายงานไว้ว่า น้ำเวย์เต้าหู้ มี pH อยู่ที่ 5.1 – 5.2

5.2 อายุ และปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเซลลูโลส จาก *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

เชื้อตั้งต้นอายุ 10 วัน ที่ปริมาณ 5% ของปริมาตรน้ำเวย์ที่ใช้ในการเลี้ยง ให้ปริมาณเซลลูโลสที่สูงที่สุด ซึ่งอายุของเชื้อตั้งต้น สอดคล้องกับงานของ Watanabe *et al.* (1998) ใช้เชื้อตั้งต้นอายุ 10 วัน เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม อายุของเชื้อตั้งต้น ยังมีความผันแปร โดยงานวิจัยส่วนใหญ่เลือกใช้เชื้ออายุ 7 วัน ที่ปริมาณ 10% ของปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด (Bhudhiono *et al.*, 1999, Goelzer *et al.*, 2008, Jagannath *et al.*, 2008, Kongruang., 2008) และ Pourramazan *et al.* (2009) เลือกใช้เชื้ออายุ 8 วัน ปริมาณ 10%

Phunsri *et al.* (2003) ที่เลือกใช้ *A. xylinum* เลี้ยงในน้ำมะพร้าวอายุ 3 วัน ปริมาณ 10% ของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด Yang *et al.* (1997) เลือกใช้เชื้อที่อายุ 36 ชั่วโมง และ Krystynowics *et al.* (2002) เลือกใช้เชื้ออายุ 48-64 ชั่วโมงในการทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ได้จากการทดลอง แสดงให้เห็นว่าอายุของเชื้อที่เหมาะสมจะนำมาใช้อยู่ระหว่าง 7-10 วัน ซึ่งเป็นช่วงอายุเชื้อที่เชื้อสามารถผลิตเซลลูโลสได้ดีกว่าเชื้อในช่วงอายุ 14 วัน (ตาราง 5) โดยให้ทั้งความหนา และน้ำหนักของเซลลูโลสที่สูงกว่าเชื้อตั้งต้นที่ 14 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการสามารถเลือกใช้เชื้อตั้งต้นที่อายุ 7 – 10 วัน โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของเซลลูโลสที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.3 ปริมาณน้ำตาล และช่วง pH ที่เหมาะสม ในการผลิตเซลลูโลสจาก *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

5.3.1 ความเข้มข้นซูโครสที่เหมาะสม

ในการทดลองการหาความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสม ต่อการเพาะเลี้ยง *A. xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้นั้น ได้เลือกใช้น้ำตาลซูโครสมาใช้ในการทดลอง ซึ่งน้ำตาลซูโครส เป็นแหล่งของคาร์บอนที่ดีตัวหนึ่งที่เชื้อสามารถนำไปใช้ได้ โดยแหล่งของคาร์บอนที่ดีที่สุดที่เชื้อสามารถนำไปผลิตเป็นเซลลูโลสได้คือ ฟรุคโตส รองลงมาคือซูโครส ส่วนกลูโคส เป็นแหล่งของกลูโคสที่ให้ผลผลิตเซลลูโลสที่ต่ำที่สุด กลูโคสส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดกลูโคนิค โดยกรดกลูโคนิคที่เชื้อสร้างขึ้น จะเป็นตัวทำให้ pH ของระบบลดต่ำลงกว่าระดับ pH ที่เหมาะสมกับการผลิตเซลลูโลส และดำรงชีวิตของเชื้อ (Czaja *et al.*, 2005, Embuscado *et al.*, 1994, Keshk *et al.*, 2006) นอกจากนี้ *A. xylinum* ยังมีเอนไซม์ invertase ที่สามารถย่อยน้ำตาลซูโครส ให้กลายเป็น กลูโคส และฟรุคโตสได้ ซึ่งฟรุคโตสและกลูโคสที่ได้จากการย่อย เชื้อสามารถนำไปใช้ในกระบวนสร้างเซลลูโลส โดยกลูโคสบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดกลูโคสนิค (Embuscado *et al.*, 1994)

จากผลการทดลองที่ได้ เราเห็นว่าแม้ไม่ได้เติมน้ำตาลลงไปเพิ่ม แต่ยังพบว่าเชื้อยังสามารถสร้างเซลลูโลสได้บ้าง ทั้งนี้ เนื่องจากในน้ำเวย์ ยังมีน้ำตาลฟรุคโตส และน้ำตาล มอลโตส (ตาราง 3) ที่เชื้อสามารถใช้ผลิตเซลลูโลสด้วยเช่นกัน (Jonas *et al.*, 1998 และ Pourramezan *et al.*, 2009)

ที่ความเข้มข้นซูโครส 15% พบว่า การสร้างเซลลูโลสจากเชื้อลดลง มีปริมาณกรดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อต่ำลง เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสสูงกว่า 10% แบคทีเรียจะเลือกใช้ Pathway ที่เปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นกรดมากกว่า Pathway ที่ใช้น้ำตาลซูโครสในการผลิตเซลลูโลส (Embuscado *et al.,* 1994, Jagannath *et al.,* 2008 และ Yang *et al.,* 1997)

ผลการวิจัย พบว่าที่ความเข้มข้นซูโครส 5% ให้ความหนา และน้ำหนักเซลลูโลสสูงกว่าที่ความเข้มข้นน้ำตาล 10% และ 15% สอดคล้องกับการคำนวนร้อยละของผลผลิต (ภาคผนวก ฉ) พบว่า ที่ความเข้มข้นของซูโครสสูง ร้อยละของผลผลิตที่ได้จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญด้วยเช่นกัน

ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Embuscado *et al.* (1994), Phunsri *et al.* (2003) และ Jagannath *et al.* (2008) พบว่าปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสม จะอยู่ในช่วง 5 – 10% โดยน้ำตาลที่เลือกเป็นแหล่งของคาร์บอนส่วนใหญ่เป็นซูโครส เนื่องจากมีราคาถูกกว่า และหาได้ง่ายกว่าน้ำตาลฟรุคโตส ที่เป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดในการผลิตเซลลูโลสของเชื้อ *A. xylinum* Embuscado *et al.* (1994) เลี้ยง *A. xylinum* ในอาหาร Tomato Serum Broth ซึ่งเติมซูโครสที่ 7.65% จะให้ผลของปริมาณเซลลูโลสที่สูงสุด Phunsri *et al.* (2003) เพาะเลี้ยง *A. xylinum* ในน้ำมะพร้าว พบว่าการเติมน้ำตาลลงไป 8.1% ให้ผลของการผลิตเซลลูโลสที่ดีที่สุด และ Jagannath *et al.* (2008) เลี้ยงเชื้อดังกล่าวในน้ำมะพร้าวเช่นเดียวกัน แต่เติมน้ำตาลซูโครส 10% ให้ปริมาณผลผลิตเซลลูโลสที่สูงที่สุด

ดังนั้นสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยง *A. xylinum* Agr 60 ในน้ำเวย์เต้าหู้นั้นคือ 5% ของปริมาตรน้ำเวย์ทั้งหมด

5.3.2 pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม

ในการทดลอง พบว่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญ และผลิตเซลลูโลสได้คือ pH 4 และ 5 ซึ่งให้ผลการผลิตเซลลูโลสที่ไม่ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Jonas *et al.* (1998) ที่รายงานถึงช่วง pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญของเชื้อ เพื่อผลิตเซลลูโลสนั้นอยู่ที่ pH 4-6 Vershuren *et al.* (2000) ได้เพาะเลี้ยง *A.* xylinum Agr 60 สายพันธุ์เดียวกับที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลอง โดยเพาะเลี้ยงในน้ำมะพร้าว พบว่า pH ที่เชื้อสามารถผลิตเซลลูโลสได้ดีที่สุดคือที่ pH 4 และ 5 โดยช่วง pH 4 จะเป็นช่วงที่เชื้อมีอัตราการใช้ออกซิเจนที่สูงที่สุด pH ที่ใช้ในการผลิตเซลลูโลสแบคทีเรีย ของ BioFill®

และ Gengiflex® อยู่ในช่วง 4 – 4.5 ซึ่งที่ช่วง pH ดังกล่าวจะให้ผลผลิตที่ดี และช่วยป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อภายนอกได้อีกด้วย (Jonas *et al.*, 1997) เช่นเดียวกับ Phunsri *et al.* (2003) ที่เลือกใช้ pH 4.75 ในการทดลองเลี้ยงในน้ำมะพร้าว Jagannath *et al.* (2000) และ Embuscado *et al.* (1994) พบว่าการใช้ pH 4 ทำให้เชื้อสามารถผลิตเซลลูโลสได้ดีเช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละของผลผลิต ระหว่างอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ pH 4 และ 5 (ภาคผนวก ฉ) พบว่าเชื้อ *A. xylinum* ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่ระดับ pH 4 ให้ผลผลิตที่สูงกว่าที่ pH 5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่า pH ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเซลลูโลสแบคทีเรีย จาก *A. xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้คือ ที่ pH 4 โดยน้ำเวย์เต้าหู้ ดังนั้น จึงไม่ต้องปรับค่า pH ในน้ำเวย์เต้าหู้

pH เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่สำคัญต่อการผลิตเซลลูโลสของเชื้อ *A.* xylinum เมื่อในระบบใช้ซูโครสเป็นแหล่งของคาร์บอน (Vandamme *et al.,* 1998) การเปลี่ยนแปลงของ pH ในระบบ เกิดขึ้นเนื่องจาก กรดกลูโคนิค และ 5-ket-gluconic acid ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึ่มของเชื้อ ระหว่างช่วงแรกของการหมัก กรดดังกล่าวจะลด pH ของระบบลง ส่งผลให้ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อลดต่ำกว่าระดับที่เชื้อสามารถอาศัยอยู่ และผลิตเซลลูโลสได้ ซึ่งกลูโคสจะทำให้ pH อาหาร ลดต่ำลงรวดเร็วกว่าอาหารที่ใช้ซูโครสเป็นแหล่งของคาร์บอน เนื่องจากอัตราการใช้สับเสตรทของกลูโคสสูงกว่าซูโครส (Keshk *et al.,* 2006, Pourramezan *et al.,* 2009, Kongruang *et al.,* 2008)

Glacial Acetic Acid มีข้อดีต่อการเจริญของ *A. xylinum* กว่ากรดชนิดอื่นๆ เช่น HCl เนื่องจาก Glacial Acetic Acid ที่เติม จะสลายให้ CO_2 ทำให้มีการสร้าง ATP ที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพการนำน้ำตาลไปใช้ เพื่อการสร้างเซลลูโลสของเชื้อนั้นเพิ่มสูงขึ้นด้วย (Vandamme *et al.,* 1998)

5.4 ภาชนะที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยง *Acetobacter xylinum* Agr 60 ที่เพาะเลี้ยงในน้ำเวย์เต้าหู้

จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า กล่องพลาสติกขนาด 18x24 cm ที่มีความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ 10 cm ของปริมาตรภาชนะ ให้ผลผลิตเซลลูโลสที่ดีที่สุด รองลงมาคือ กล่องพลาสติกขนาด 18x24 cm ที่มีความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ 6 cm ของปริมาตรภาชนะ ในขณะที่กล่องพลาสติกขนาด13x27 cm ที่มีความสูงของอาหารเลี้ยงเชื้อ 6 cm ของปริมาตรภาชนะให้ผลผลิตเซลลูโลส ที่ต่ำที่สุด เมื่อแยกพิจารณาถึงพื้นที่ผิวของภาชนะ และความสูงของปริมาตรอาหารเลี้ยงเชื้อ ที่มีต่อความหนาของเซลลูโลส และน้ำหนักของเซลลูโลสที่ได้ พบว่า พื้นที่ผิวของภาชนะส่งผลกระทบต่อน้ำหนักของเซลลูโลสที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกล่องพลาสติกที่มีพื้นที่ขนาด 18x24 cm จะให้ผลผลิตของเซลลูโลสที่สูงกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phunsri *et al.* (2003) ที่รายงานว่า การเพิ่มพื้นที่ผิวของภาชนะหมัก จะส่งผลต่อการเจริญของเซลลูโลส ทำให้ผลผลิตของเซลลูโลสที่ได้ เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาตรของน้ำเวย์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงนั้น พบว่า ที่ปริมาตรน้ำเวย์ 10 cm ของปริมาตรถัง จะให้ความหนาของเซลลูโลส และน้ำหนักของเซลลูโลส ที่มากกว่าปริมาตรน้ำเวย์ที่ 6 cm ของปริมาตรถังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ เนื่องจาก ในการเลี้ยงเชื้อ *A. xylinum* การสร้างเซลลูโลส จะสร้างลึกลงมาในอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งยิ่งเลี้ยงนาน อาหารเลี้ยงเชื้อก็จะน้อยลงไป ซึ่งเมื่อถึงวันสุดท้ายของการทดลอง อาหารเลี้ยงเชื้อที่ความสูง 6 cm มีอาหารเลี้ยงเชื้อเหลือน้อยมาก ในขณะเดียวกัน ที่อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความสูง 10 cm ยังมีอาหารเลี้ยงเชื้อเหลืออยู่ พอให้เซลลูโลสสามารถเจริญได้ต่อ ซึ่งอาหารเลี้ยงเชื้อก็เป็นอีกตัวหนึ่งที่ควบคุมการเจริญของเซลลูโลสได้

5.5 การประยุกต์ใช้เซลลูโลสแบคทีเรีย

5.5.1 การอบแห้งเซลลูโลส

ลักษณะของเซลลูโลสอบแห้ง ที่ผ่านกระบวนการแบบอบแห้งที่ 100°C และทำแห้งแบบ freeze drying กับเซลลูโลสแบบเป็นชิ้น และเซลลูโลสบดนั้น ให้ผลิตภัณฑ์เซลลูโลสอบแห้งที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเซลลูโลสทั้งชิ้น นำไปอบแห้งที่ 100°C นั้น เซลลูโลสแห้งที่ได้ มีสีน้ำตาล ทั้งนี้ การเกิดสีน้ำตาลขึ้น เนื่องจากน้ำตาลที่เหลืออยู่ในแผ่นเซลลูโลส เกิดกระบวนการ caramelization เปลี่ยนน้ำตาลซูโครส ให้กลายเป็นสารสีน้ำตาลขึ้น

การอบแห้งตัวอย่างด้วยลมร้อนนั้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งตัวมากขึ้น เกิดการหดตัว ซึ่งเกิดจาก Stress ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์เซลลูโลสอบแห้งด้วยลมร้อนแบบทั้งชิ้น มีลักษณะที่แตกต่างจากการอบเซลลูโลสทั้งชิ้น ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) รูปร่างของผลิตภัณฑ์หลังผ่านกระบวนการ คล้ายกับผลิตภัณฑ์สด เซลลูโลสแห้งมีสีใกล้เคียงกับเซลลูโลสสด เนื้อสัมผัสของเซลลูโลสอบแห้งแช่เยือกแข็ง คล้ายฟองน้ำ ทั้งนี้ กระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นการดึงเอาน้ำออก ในรูปแบบการระเหิดของน้ำจากผลึกน้ำแข็ง โดยการลดความดันของระบบลง ให้เหลือเพียง 27-133 Pa ซึ่งกระบวนการดังกล่าว ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเล็กน้อย วัสดุที่ได้ จะมีรูพรุนกว่า และความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลงกว่าเดิม (อภิรักษ์, 2551)

สำหรับการดูดน้ำกลับคืนของผลิตภัณฑ์ เมื่อแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า เซลลูโลสทั้งชิ้นแบบอบแห้งด้วยลมร้อน จะขยายตัวเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ที่หดตัวไปในระหว่างการอบแห้ง ทำให้การคืนตัวของผลิตภัณฑ์เป็นไปโดยไม่สมบูรณ์ ผลิตภัณฑ์มีสีซีดลง เนื่องจากสารสีน้ำตาลออกมาละลายในน้ำกลั่น เมื่อเปรียบเทียบกับการดูดน้ำกลับคืนของเซลลูโลสอบแห้งโดยการแช่เยือกแข็ง พบว่า เซลลูโลสที่ได้ มีคุณลักษณะ ทั้งในด้านสีและรูปร่างของผลิตภัณฑ์หลังดูดน้ำกลับ ใกล้เคียงกับเซลลูโลสสด ฉะนั้น กระบวนการอบแห้งด้วยวิธีการ Freeze dry จึงเหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ที่ต้องคงรูปร่าง และสีของเซลลูโลสไว้เหมือนเดิม เช่นในผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นต้น (อภิรักษ์, 2551)

สำหรับในผลิตภัณฑ์เซลลูโลสบด และทำแห้งโดยการอบลมร้อน พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นแผ่นแห้งคล้ายกระดาษ ทั้งนี้ เนื่องจากในการทำแห้งของเซลลูโลสบดนั้น จะใช้ถาดอลูมิเนียมในการอบแห้ง ทำให้เซลลูโลสเมื่อแห้งแล้ว มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยม ตามภาชนะที่ใช้อบแห้ง แผ่นเซลลูโลสที่ได้ มีความเหนียว ไม่ขาดง่าย เมื่อทดสอบความคืนตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่า เซลลูโลสบดอบแห้งด้วยลมร้อน ให้ค่าร้อยละการดูดน้ำกลับคืนของผลิตภัณฑ์ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละการดูดน้ำกลับคืน ของผลิตภัณฑ์เซลลูโลสอบแห้งทั้ง 4 รูปแบบ เซลลูโลสที่ได้จากการแช่ในน้ำ มีลักษณะ รูปร่าง สี และความเหนียวไม่แตกต่างจากเซลลูโลสก่อนนำไปแช่

ผลิตภัณฑ์เซลลูโลสดังกล่าว จึงเหมาะกับประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มากนัก เช่นกระดาษความเหนียวสูง เป็นต้น

ในเซลลูโลสบด ที่อบแห้งด้วยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง มีรูปร่างตามภาชนะที่ใช้ในการทำแห้ง เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ได้ มีความพรุนสูง เนื้อสัมผัสคล้ายฟองน้ำ เมื่อทดสอบการคืนตัวของผลิตภัณฑ์ พบว่า เซลลูโลสแห้ง ดูดซึมน้ำทันทีที่แช่สัมผัสน้ำ และสามารถดูดซึมน้ำได้มากที่สุด เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำสูง และไม่เป็นพิษกับร่างกายมนุษย์ เช่นการใช้เป็นวัสดุซับเลือด เป็นต้น

5.5.2 การประยุกต์ใช้เซลลูโลสแบคทีเรีย เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสข้าว

5.5.2.1 การหาปริมาณเซลลูโลสที่เหมาะสมสำหรับในการเพิ่มเนื้อสัมผัสของข้าว

ในการทดลองนี้ ได้ทดลองเติมเซลลูโลสลงในข้าว ที่อัตราส่วน ข้าว: เซลลูโลส ที่ 1:0.1, 1:0.5, 1:1 และ 1:2 ของน้ำหนักข้าวสาร แล้วนำไปหุงเป็นข้าวสวย พบว่า เซลลูโลสที่ตั้งแต่ปริมาณ 1:0.1 เป็นต้นไป จะทำให้ข้าวมีความนุ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณข้าว: เซลลูโลส ที่มากกว่า 1:0.5 ในข้าวกล้องสีนิล และข้าวก่ำดอย พบว่า สีของข้าวอ่อนกว่าที่การเติมเซลลูโลสที่ปริมาณต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก สีของเซลลูโลสซึ่งเป็นสีขาว การเติมเซลลูโลสในปริมาณสูงนั้น จะทำให้สีของข้าวนั้นซีดจางลง ที่การเติมเซลลูโลส 1:1 และ 1:2 ข้าวสวยที่ได้ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากเซลลูโลสที่เติมลงไปในข้าว บวมพองขึ้นมามาก ทำให้ข้าวดูเละ เนื้อสัมผัสของเซลลูโลสเด่นชัดมาก เซลลูโลสบางส่วนเกาะตัวกันเป็นกลุ่ม ดูไม่น่ารับประทาน ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ข้าวที่เติมเซลลูโลสบดในอัตราส่วนที่สูงได้ จึงทำให้เราเลือกใช้การเติมเซลลูโลสที่ 1:0.1 ลงมา

5.5.2.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีต่อข้าวปรับปรุงคุณภาพด้วยเซลลูโลส

จากการศึกษาในข้างต้น ทำให้เราได้ตัดสินใจเลือกใช้ปริมาณเซลลูโลสที่ต่ำกว่า 1:0.1 โดยได้เลือกศึกษาถึงความชอบของผู้บริโภคในด้านต่างๆ พบว่า ผู้บริโภคชอบข้าวที่เติมเซลลูโลส 1:0.1 ของน้ำหนักข้าวสารมากที่สุด โดยข้าวที่เติมเซลลูโลสลงไปในปริมาณดังกล่าว จะได้รับคะแนนในแต่ละคุณลักษณะ สูงกว่าข้าวอีก 2 ชนิดที่ทำการทดลองด้วยกัน ทั้งนี้เนื่องด้วยคุณสมบัติของเซลลูโลส ที่อุ้มน้ำได้สูง คิดเป็น 60 – 700 เท่าของน้ำหนักแห้ง (Bungay *et al.*, 1997) ซึ่งจะช่วยอุ้มน้ำให้ข้าวได้ส่วนหนึ่ง ทำให้ข้าวมีความนุ่มขึ้น โดยไม่ต้องเติมน้ำเพิ่ม เพราะการเติมน้ำเพิ่มลงไปในข้าว ที่มากเกินพอดี จะทำให้ข้าวเละ แฉะ ไม่น่ารับประทานได้