

บทนำ

สืบเนื่องจากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา รวมถึงศึกษาการประยุกต์ใช้น้ำส้มสายชูหมักในด้านอาหารและเครื่องสำอาง ความปลอดภัยของอาหาร รวมถึงการพัฒนาความหลากหลายของน้ำส้มสายชูหมัก เช่น น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวโพด (corn cider vinegar) มะม่วง (mango cider vinegar) สับปะรด (pineapple cider vinegar) มะขาม (tamarind cider vinegar) ข้าวเกษตรอินทรีย์ (organic rice vinegar) และแอปเปิ้ล (apple cider vinegar) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อให้เกิดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูหมักแก่ผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น จึงพิจารณาถึงวัตถุดิบชนิดใหม่ ๆ ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก โดยวัตถุดิบที่น่าสนใจ คือ ผักและผลไม้ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนของการผลิตและการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมจึงมุ่งเน้นการนำวัตถุดิบที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตผักและผลไม้เป็นสำคัญ

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น พบว่า แครอทซึ่งเป็นแหล่งของเบต้า-แคโรทีน เป็นที่นิยมของผู้บริโภคในการนำมาคั้นเป็นน้ำแครอทกันอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามเมื่อแครอทถูกนำไปคั้นแล้วมักจะถูกทิ้งไปหรือบางครั้งอาจถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของอาหารสัตว์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงความคุ้มค่าเชิงเศรษฐกิจ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำกากแครอทจากกระบวนการผลิตน้ำแครอทมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการหมักน้ำส้มสายชู

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

ประกอบด้วย

1. พัฒนาหัวเชื้อที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูจากกากแครอท
2. พัฒนาระบบการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากกากแครอทโดยอาศัย “ระบบการหมักผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ” ที่พัฒนาขึ้นและอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตร ในนามของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

มุ่งเน้นการวิจัยถึงศักยภาพในการนำกากแครอทที่เป็นผลพลอยได้จากการคั้นน้ำแครอทมาใช้ในการผลิตไวน์ที่อาศัยกระบวนการหมักที่ได้พัฒนาขึ้นแล้ว จากนั้นจึงนำไวน์กากแครอทมาใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักเพื่อผลิตน้ำส้มสายชูหมักในสภาพการหมักแบบกึ่งต่อเนื่องโดยอาศัย “ระบบการหมักผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ” ที่พัฒนาขึ้นและอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตร ในนามของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีรสชาติเป็นเอกลักษณ์ของกากแครอท (carrot pomace vinegar)

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

กระบวนการหมักน้ำส้มสายชูอาศัยเชื้อแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* เพื่อเปลี่ยนแอลกอฮอล์ในไวน์ให้เป็นน้ำส้มสายชู หรือ กรดอะซิติก (Acetic acid) ในสภาพที่มีอากาศ (Adams, 1998) โดยการผลิตในระดับอุตสาหกรรมนิยมใช้ถังหมักที่มีการกวนอย่างต่อเนื่อง (Continuous Stirred Tank Reactor; CSTR) ในสภาพที่ให้อากาศ ที่เรียกว่า Frings Acetator ซึ่งเป็น Know-how ที่ต้องนำเข้าและยังจำเป็นต้องซื้อหัวเชื้อและหัวอาหารจากประเทศเยอรมัน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการหมักซึ่งมีประสิทธิภาพการหมักที่ใกล้เคียงกับระบบ Frings Acetator โดยอาศัย “ระบบการหมักผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ” โดยอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตรในนามของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (วราวุฒิ ครุสงฆ์ และคณะ, 2553)

น้ำส้มสายชูได้มีการผลิตและการศึกษากันเป็นระยะเวลายาวนาน ทำให้สามารถที่จะสรุปการค้นคว้าวิจัยและพัฒนา ทางด้านการผลิตน้ำส้มสายชูออกเป็น ๓ กลุ่ม ได้แก่ การคัดเลือกเชื้อ *Acetobacter aceti* ที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูใน สภาพการหมักที่ใช้ วัตถุดิบที่เหมาะสม และการพัฒนาระบบการผลิต

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบันพบว่า วัตถุดิบที่มีราคาถูกเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก ขณะเดียวกันวัตถุดิบดังกล่าวควรมีคุณค่าทางโภชนาการและสามารถนำมาใช้ในการหมักไวน์ซึ่งเป็นวัตถุดิบเบื้องต้นได้ดีด้วย จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าวัตถุดิบที่น่าสนใจ คือ วัตถุดิบจากกระบวนการผลิตน้ำผักและผลไม้ เช่น กัลยสุก (Surash and Ethiraj, 1991) มะม่วง (Gard *et al.*, 1995; วราวุฒิ ครุส่ง, 2550) น้ามะพร้าวแก่ (Krishnankutty, 1995) น้ำหางนม (Tuckett *et al.*, 1996) หัวหัวหอมสายพันธุ์ญี่ปุ่น (Horiuchi *et al.*, 1999) อ้อย (วราวุฒิ ครุส่ง, 2545) และข้าวโพด (Krusong *et al.*, 2007; 2010) นอกจากนี้แล้วยังมีการนำผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปมาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักด้วย ดังเช่น เศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะม่วง (Ethiraj and Surash, 1992) และน้ำลวกข้าวโพดฝักอ่อนจากกระบวนการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุในภาชนะปิดสนิท (วราวุฒิ ครุส่ง, 2547; 2551; 2552; วราวุฒิ ครุส่ง และคณะ, 2550) ทั้งนี้ในการศึกษานี้จึงนำกากแครอท (carrot pomace) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการสกัดหรือคั้นน้ำแครอท เนื่องจากกากแครอทยังมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น แครโธทีน กรดยูโรนิก (uronic acid) และน้ำตาล (Schieber *et al.*, 2001) รวมถึง Bioactive compounds ซึ่งมีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระ (Zhang *et al.*, 2004) โยอาหารส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble fiber-rich fraction) (Chau *et al.*, 2004) อีกทั้งคุณสมบัติด้าน *in vitro* hypoglycemic, *in vivo* hypolipidemic และ *in vivo* hypocholesterolemic (Hsu *et al.*, 2006) อีกด้วย นอกจากนี้แล้ว Krusong and Vichitraka (2009) รายงานการนำกากแครอทมาผลิตไวน์แครอท (carrot pomace wine) ซึ่งพบว่า กากแครอท สามารถสนับสนุนให้เชื้อยีสต์สามารถเจริญและหมักไวน์ได้เป็นอย่างดี โดยได้แอลกอฮอล์ประมาณ 84-96 กรัม/ลิตร

ในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการนำกากแครอทที่มีศักยภาพในการหมักไวน์มาใช้ในการผลิตน้ำส้มสายชูหมัก โดยครอบคลุมการพัฒนาหัวเชื้อน้ำส้มสายชูหมัก *Acetobacter aceti* WK ให้เหมาะสมกับไวน์กากแครอท และการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากแครอทในถังหมัก“ระบบการหมักผสมน้ำหมักเข้ากับอากาศ” ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น (และอยู่ระหว่างการจดสิทธิบัตรในนามของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)