



น้ำหวานจากสำหรับการผลิตเอทานอล
Nipa Sap for Ethanol Production

พงษ์ศักดิ์ นพรัตน์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี 84100

E-mail: ball_biot@hotmail.com

บทคัดย่อ

ต้นจาก (*Nypa fruticans*) เป็นพืชที่ให้เอทานอลต่อไร่สูง (1,037-2,496 ลิตรต่อไร่) เมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น เช่น มะพร้าว มันสำปะหลัง และอ้อย โดยที่ต้นจากให้ปริมาณเอทานอลมากกว่าอ้อย (536-1,072 ลิตรต่อไร่) ถึงสองเท่า ดังนั้นหากได้รับการพัฒนาการผลิตน้ำหวานจาก (Nipa sap) ที่เหมาะสมอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงยามขาดแคลนได้เป็นอย่างดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจากสำหรับการผลิตเอทานอล โดยศึกษาต้นจากจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ จากผู้และจากเมีย จากการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ทั้งสองให้ปริมาณน้ำหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่ปริมาณน้ำหวานจากที่ได้เมื่อจำนวนวันตั้งวงจากต่างกัน ผลที่ได้พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยจากผู้ให้ปริมาณน้ำหวานจากที่จำนวนวันตั้งวงจาก 0, 10, 15 และ 20 วัน เท่ากับ 0, 119.67, 552.33, 981.67 และ 991.33 มิลลิลิตรต่อต้นตามลำดับ และจากเมียให้ปริมาณน้ำหวานจากที่จำนวนวันตั้งวงจาก 0, 10, 15 และ 20 วัน เท่ากับ 0, 116.35, 550.65, 979.33 และ 992.00 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ โดยจำนวนวันตั้งวงจากที่ให้ปริมาณน้ำหวานจากมากที่สุด คือ เวลา 20 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกับเวลา 15 วัน พบว่าไม่มีต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกจำนวนวันตั้งวงจากที่เวลา 15 วัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการผลิตน้ำหวานจากสำหรับการผลิตเอทานอลต่อไป

คำสำคัญ: ต้นจาก, น้ำหวานจาก, เอทานอล

1. ที่มาและความสำคัญ

ในอดีตผู้อาศัยอยู่ชายฝั่งทะเลได้ใช้ประโยชน์ของต้นจากอย่างกว้างขวาง อาศัยใบจากทำฟ้ายบ้าน มุงหลังคา มวนบุหรี่ย ทำภาชนะชนิดต่างๆ เช่น หมวก ภาชนะตักน้ำ ไม้กวาด ฯลฯ นอกจากนี้ยังใช้เป็นอาหารได้แก่ ผล ยอดอ่อน และน้ำหวานจากต้นจากเพื่อใช้ทำน้ำตาล น้ำส้มสายชู เอทานอล เครื่องดื่ม เรียกได้ว่าเป็นไม้คู่ชีวิตของคนที่อาศัยบริเวณชายฝั่ง ต่อมาเมื่อสภาพสังคมและเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลง ทรัพยากรประจำท้องถิ่นก็ถูกแทนที่ ดังนั้นการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนในยุคที่พลังงานมีราคาสูงจึงมีความจำเป็น ต้นจากจึงเป็นแหล่งของพลังงานทางเลือกอีกทางหนึ่ง เพราะเป็นพืชให้น้ำตาลและสามารถหมักเป็นเอทานอลได้ดีมีประสิทธิภาพสูง ประกอบด้วยพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยมีความเหมาะสมกับพืชชนิดนี้อยู่แล้ว เพียงแต่ทุกฝ่ายให้ความสนใจอย่างจริงจัง โดยทำการศึกษา หาความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคนิคการปลูก การให้ปุ๋ย การจัดการก่อนปาดน้ำหวาน และการจัดการไร่จากและเทคนิคการผลิตเอทานอลที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

ต้นจากเป็นพืชที่ให้เอทานอลต่อไร่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับพืชอื่น เช่น มะพร้าว มันสำปะหลัง และอ้อย ดังนั้นหากได้รับการพัฒนาที่เหมาะสมอาจใช้เป็นเชื้อเพลิงยามขาดแคลนได้ดี โดยที่ 1 ก้านทะเลผล สามารถปาดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ให้น้ำหวานเฉลี่ยวันละ 0.7 ลิตร หรือคิดเป็นผลผลิตน้ำตาลปี๊บ 165 กก.ต่อไร่ต่อเดือน โดยมีการประเมินว่าต้นจากสามารถให้น้ำตาลได้ถึง 20 ตันต่อแอกตาร์ หรือ 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี และคิดเป็นเอทานอล 90 บาร์เรล หรือ 14,300 ลิตรต่อแอกตาร์ หรือ 2,288 ลิตรต่อไร่ต่อปี ซึ่งมากกว่าอ้อยถึงสองเท่า (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2540) ดังนั้นการนำน้ำหวานจากมาผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเพิ่มด้วยกระบวนการหมักจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ โดยเฉพาะการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน อีกทั้งเป็นการลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของประเทศและยังช่วยลดมลภาวะสิ่งแวดล้อมของโลกที่เป็นปัญหาสำคัญของโลกอีกด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจากเพื่อใช้สำหรับการผลิตเอทานอล

2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำหวานของจากมีน้ำตาลซูโครส (sucrose) ประมาณ 17 เปอร์เซ็นต์ (Pursegllove, 1972) ในขณะที่บางพื้นที่รายงานว่ามีน้ำตาล 6-17 เปอร์เซ็นต์ (FAO,1994) ขึ้นอยู่กับพันธุ์จาก พื้นที่ปลูก น้ำในดิน ความเค็ม และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ นอกจากนี้ Burkill (1996) รายงานว่าน้ำตาลจาก 454 ลิตร จะให้น้ำตาลปี๊บ 52 กิโลกรัม และใน 1 ไร่ จะได้น้ำตาล 480 กิโลกรัมต่อฤดูการผลิต ส่วนการเตรียมก้านทะเลผลก่อนปาด ผลการวิจัยของ Tran Van Ba (1999) พบว่าทะเลผลที่มีอายุมากกว่า 3 เดือนแล้วใช้จำนวนวันกระตุ้น หรือ เคาะก้านหลายวันจะให้น้ำหวานมากกว่าทะเลผลที่มีอายุน้อยและเคาะด้วยจำนวนวันก็น้อยกว่า การศึกษาที่อำเภอปากพนังยังพบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างวิธีการเคาะก้านและอัตราการไหลของน้ำหวานรวมทั้งความชื้นในดิน และพบว่าน้ำหวาน 100 ลิตรให้น้ำตาล 20.83 กิโลกรัม (Bamroongruga et.al, 2004)

Matsui และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ปลูกต้นจากที่ ตำบลขนานนาก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าในพื้นที่ 1 ไร่ ใช้ก้านผลเพื่อปาดเอาน้ำหวาน จำนวนเพียง 60 ก้าน จากก้านทั้งหมด 2,000 ก้าน และ ในพื้นที่ต้นจาก 5 แปลง ได้ทำการสุ่ม ก้านผลที่ปาดเอาน้ำหวานมา 32 ก้าน เพื่อตรวจหาปริมาณน้ำหวาน ปริมาณน้ำตาล และ ระยะเวลาทั้งหมดในการปาดแต่ละก้าน พบว่าปริมาณน้ำตาล ที่วัดจากน้ำหวาน 679 ตัวอย่าง มีปริมาณสม่ำเสมอคือ เฉลี่ย 20.1 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหวาน 100 ลิตร ได้น้ำตาล 20.1 กิโลกรัม) ปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยแต่ละวัน (คือใช้เวลา 30 วัน) จากการปาดแต่ละก้านคือ 589 มิลลิลิตร อาจกล่าวได้ว่า เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ต้นจากจะสามารถผลิตเอทานอลได้ 4,011 ลิตร ต่อพื้นที่ 1 แอกตาร์ (6.25 ไร่) ซึ่งสูงใกล้เคียงกับอ้อย สำหรับระยะเวลาปาดน้ำหวานและปริมาณน้ำหวานแต่ละวันมีความผันแปร ตามสภาพของก้านและสภาพแปลง อนึ่งเมื่อศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของส่วนต่างๆในต้นจาก พบว่าค่าเฉลี่ยทุกส่วนมี เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสในช่วง 28.9-45.6 เปอร์เซ็นต์ และ 21.8- 26.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในแต่ละส่วนของพืชจะมีความแตกต่างกัน และสามารถใช้อัตราเป็นแหล่งของลิกโนเซลลูโลส สำหรับเป็นเชื้อเพลิงและสารเคมีได้ดี (Tamunaidu and Saka, 2011)

Tamunaidu และ Saka (2013) ศึกษาศักยภาพน้ำตาลจากต้นจาก (Nipa sap) เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเอทานอล จากการศึกษาพบว่า ต้นจากที่ทำการทดลองมีศักยภาพในการผลิตน้ำตาลประมาณ 0.4 ถึง 1.2 ลิตรต่อต้น โดยมีองค์ประกอบของน้ำตาลทั้งหมด 159 ถึง 214 กรัมต่อกิโลกรัม ส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตส นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียม รวมกันประมาณ 5 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำน้ำตาลจากไปผลิตเอทานอลโดยเชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถผลิตเอทานอลได้ภายใน 30 ถึง 48 ชั่วโมง ในสภาวะที่ไม่มีและมีการเติมสารอาหารเพิ่ม พบว่า สามารถผลิตเอทานอลได้ 96.9 และ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

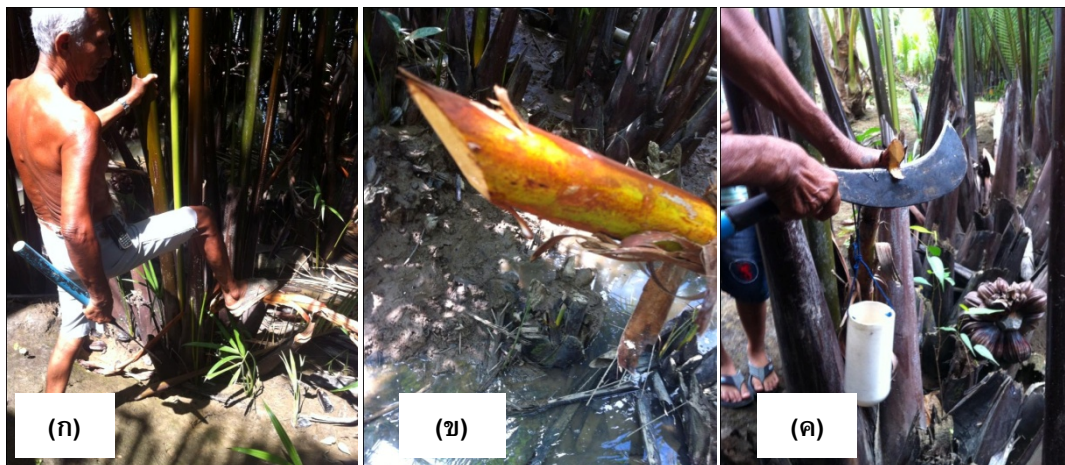
3. วิธีการทดลอง

3.1. ศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจาก

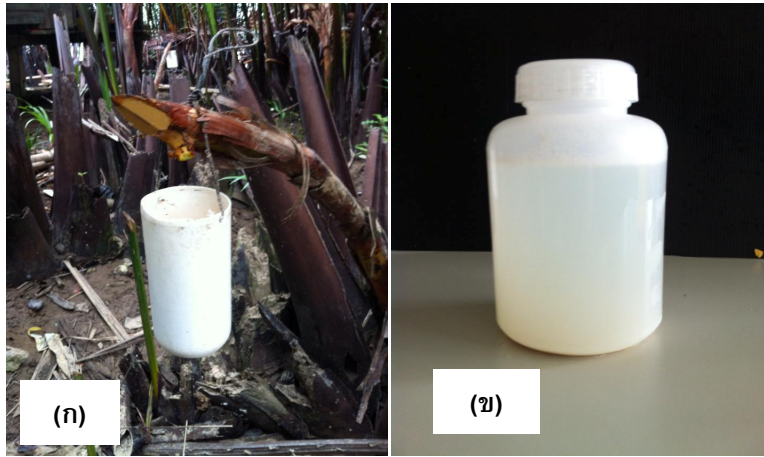
สำรวจพื้นที่ผลิตน้ำตาลจาก ณ บริเวณพื้นที่ปลูกต้นจาก ชุมชนในบาง อำเภอมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อใช้ในการศึกษาสำหรับการผลิตเอทานอล เมื่อได้พื้นที่ที่ผลิตน้ำหวานจากแล้ว ทำการศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจาก ได้แก่ สายพันธุ์ การตั้งวงจาก การปาดวงจาก เวลาในการปาด โดยเลือกทะเลยจากหรือกอจากที่สมบูรณ์ โดยดูจากความหนาแน่นของกอจากต่อพื้นที่ปลูก ซึ่งในการทดลองนี้มีจำนวน 50 กอต่อไร่ เมื่อเลือกกอที่สมบูรณ์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การเตรียมก้านทะเลยผลก่อนปาดโดยจะเลือกทะเลยที่มีอายุมากกว่า 3 เดือน (รูปที่ 1) จำนวน 3 ทะเลยต่อสายพันธุ์ แล้วศึกษาจำนวนวันสำหรับตั้งวงจากหรือเคาะก้านช่อผล (กระตุน้ำหวาน) ที่เวลา 0, 10, 15 และ 20 วัน โดยทำการเคาะจำนวน 20 ครั้ง แล้วใช้เท้าเขย่าอีก 5 ครั้ง ทำทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้งในช่วงเวลา 16.00 น. - 17.00 น. (รูปที่ 2) หลังจากตั้งวงจากหรือเคาะก้านช่อผลครบตามจำนวนวันแล้ว ก็ตัดทะเลยหรือผลทิ้งเหลือแต่ก้านทะเลย หรือวงจากเท่านั้น โดยการตัดก้านทะเลยเป็นชิ้นแฉ่นบางๆ หนาเพียง 1-2 มิลลิเมตร โดยใช้มีดพรีาปาด 2-3 ครั้ง ดึงเข้าหาตัวซึ่งจะปาดในเวลา 17.00 น. และเก็บน้ำหวานเวลา 06.00 น. ซึ่งตอนกลางคืนน้ำหวานจากมีอัตราการไหลดีกว่าตอนกลางวัน โดยที่ 1 ก้าน จะปาดหมดในเวลา 1-3 เดือน หรือขึ้นอยู่กับความยาวของก้านทะเลย แล้วเอาระบองพลาสติกใสเกล็ดไม้เคี่ยม 2-3 เกล็ดรองรับน้ำหวาน (เพื่อป้องกันการเน่าเสีย) นำไปแขวนรับน้ำหวานที่วงจาก (รูปที่ 3) น้ำหวานที่รับได้ในกระบองนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดฝา ระหว่างขนส่งน้ำหวานจากไปยังห้องปฏิบัติการเก็บโดยแช่ในน้ำแข็ง และเก็บไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส ในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ศึกษาในการผลิตเอทานอลต่อไป



รูปที่ 1 ทะเลยจากที่มีอายุมากกว่า 3 เดือน



รูปที่ 2 การตั้งวงจาก (ก) การตัดทะเลยทิ้ง (ข) และการปาดน้ำหวานจาก (ค)



รูปที่ 3 ภาพขณะรองรับน้ำหวานจาก (ก) และน้ำหวานจาก (ข)

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1. การสำรวจพื้นที่การผลิตน้ำหวานจาก

จากการสำรวจพื้นที่ผลิตน้ำหวานจาก ณ บริเวณพื้นที่ปลูกต้นจากชุมชนในบาง อำเภอมือง จังหวัด สุราษฎร์ธานี พบว่า ณ บ้านเลขที่ 63 หมู่ที่ 1 ตำบลบางไทร อำเภอมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ผลิตน้ำหวานจาก โดยทำการผลิตน้ำหวานจากวันละ 15 ลิตรต่อก้านช่อผล 25 ก้าน เฉลี่ยได้น้ำหวานจากประมาณ 0.6 ลิตรต่อดัน ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของพรรัตน์ บำรุงรักษ์ (2540) โดยที่ 1 ก้านทะลายผล สามารถปาดเป็นชิ้นเล็กๆ ให้น้ำหวานเฉลี่ย 0.7 ลิตรต่อดัน การเตรียมก้านทะลายผลก่อนปาด โดยจะเลือกทะลายที่มีอายุมากกว่า 3 เดือน แล้วศึกษาจำนวนวันสำหรับตีวงจากหรือเคาะก้านช่อผล (กระตุ้นน้ำหวาน)

โดยพื้นที่ที่ศึกษาได้ผลิตน้ำหวานจาก โดยทำการผลิตน้ำหวานจากวันละ 15 ลิตรต่อก้านช่อผล 25 ก้าน ซึ่งมีพื้นที่ปลูกต้นจากทั้งหมด 3 ไร่ จะปาดน้ำหวานได้ตลอดปี และในการผลิตน้ำหวานจากนั้นนิยมปาดก้านช่อผล (infructescence) มากกว่าใช้ก้านช่อดอก (inflorescence) เพราะก้านช่อดอกมักให้น้ำหวานน้อยกว่า เหมือนกับการผลิตน้ำหวานจากที่อำเภอบางแพ จังหวัดนครศรีธรรมราช (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2544) จากการศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจาก โดยเลือกทะลายจากหรือกอกจากที่สมบูรณ์ โดยดูจากความหนาแน่นของกอกจากต่อพื้นที่ปลูก ซึ่งในการทดลองนี้มีจำนวน 50 กอต่อไร่ โดยความหนาแน่นของกอกจากที่ศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณน้อยกว่าความหนาแน่นของกอกจากในป่าจากเพื่อทำน้ำตาลที่ประเทศฟิลิปปินส์ใช้ความหนาแน่น 62 กอต่อไร่ และมาเลเซียใช้ความหนาแน่น 116 กอต่อไร่ แต่มากกว่าที่อำเภอบางแพ จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้ความหนาแน่น 42 กอต่อไร่ (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2544) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความหนาแน่นของกอกจากต่อการผลิตน้ำหวานจาก คือ 42-116 กอต่อไร่ ดังนั้นความหนาแน่นของกอกจากต่อไร่ที่ศึกษาในครั้งนี้มีความเหมาะสมต่อการผลิตน้ำหวานจาก นอกจากนี้การให้ปริมาณน้ำหวานจากยังขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูก ความชื้นในดิน ความเค็มของดิน และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ (นพรัตน์ บำรุงรักษ์, 2544)

4.2. ศึกษาเทคนิคการผลิตน้ำหวานจาก

จากการทดลองได้ศึกษาด้านจากจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ จากผู้และจากเมีย (รูปที่ 4) และมีคุณลักษณะของต้นจากทั้งสองสายพันธุ์ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 4 ลักษณะของจากผู้ (ก) และจากเมีย (ข)

ตารางที่ 3 คุณลักษณะของต้นจากทั้งสองสายพันธุ์

คุณลักษณะ	สายพันธุ์ต้นจาก	
	จากผู้	จากเมีย
ความสูงของทางจาก	10-12 เมตร	5-7 เมตร
ขนาดของกอ	ใหญ่	เล็ก
ระยะห่างระหว่างใบ	ใบห่าง	ใบติดกัน
ความยาวของก้านช่อผล	90-120 เซนติเมตร	40-70 เซนติเมตร
ขนาดของทางจาก	ใหญ่	เล็ก

ซึ่งจากการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ทั้งสองให้ปริมาณน้ำหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4) แต่ปริมาณน้ำหวานจากที่ได้เมื่อจำนวนวันตั้งวงจากต่างกัน ผลที่ได้พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยจากผู้ให้ปริมาณน้ำหวานจากที่จำนวนวันตั้งวงจาก 0, 10, 15 และ 20 วัน เท่ากับ 0, 119.67, 552.33, 981.67 และ 991.33 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ และจากเมียให้ปริมาณน้ำหวานจากที่จำนวนวันตั้งวงจาก 0, 10, 15 และ 20 วัน เท่ากับ 0, 116.35, 550.65, 979.33 และ 992.00 มิลลิลิตรต่อต้น ตามลำดับ โดยจำนวนวันตั้งวงจากที่ให้ปริมาณน้ำหวานจากมากที่สุด คือ เวลา 20 วัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกับเวลา 15 วัน พบว่าไม่มีต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกจำนวนวันตั้งวงจากที่เวลา 15 วัน เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการผลิตน้ำหวานจาก

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำหวานจากที่จำนวนวันตั้งวงจากต่างกันของจากทั้งสองสายพันธุ์

จำนวนวันที่ตั้งวงจาก	ปริมาณน้ำหวานจาก (มิลลิลิตรต่อต้น)	
	จากผู้	จากเมีย
0	0	0
5	119.67 ± 4.51 ^a	116.35 ± 7.09 ^a
10	552.33 ± 13.58 ^b	550.65 ± 18.50 ^b
15	981.67 ± 12.58 ^c	979.33 ± 19.01 ^c
20	991.33 ± 9.87 ^c	992.00 ± 10.58 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5. สรุปผลการทดลอง

สายพันธุ์ทั้งสองให้ปริมาณน้ำหวานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) จำนวนวันตั้งวงจากที่เหมาะสมคือ เวลา 15 วันให้ปริมาณน้ำหวานจาก เท่ากับ 0.98 ลิตรต่อต้น และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 15 Brix โดยจะเลือกศึกษาสายพันธุ์จากผู้ เนื่องจากมีก้านช่อผลที่ยาวกว่าทำให้สามารถผลิตน้ำหวานได้มากกว่าสายพันธุ์จากเมีย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณ หมวดเงินรายได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 และขอขอบพระคุณ นายนิยม พิณเกตุ ที่ได้อนุเคราะห์พื้นที่ปลูกจาก

7. บรรณานุกรม

- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2540. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาด้านนิเวศวิทยา ประโยชน์ใช้สอย และการขยายพันธุ์ต้นจากในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพอง จ. นครศรีธรรมราช. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2544. ต้นจาก... พืชเศรษฐกิจของปายายเลน. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : บริษัทเฟื่องฟ้าพรินต์ จำกัด.
- Bamroongrugsas, N., Purintavarakul, C., Kato, S., & Stargardt, J. 2004. Production of Sugar – Bearing Sap from Nipa palm in Pak Phanang Basin, Southern Thailand. Bulletin of the Society of Sea Water Science, Japan, 58(3).
- Burkill, I.H. 1996. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. 2 vols. Kuala Lumpur: Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- FAO. 1994. Mangrove forest management guideline. FAO Forestry Paper. Matsui, N., Bamroongrugsas, N., Morimune, K., Miyasakiand, H., & Okimori, Y. 2011. Nypa Palm, A potential alternative source for bioethanol ประมวลผลงานวิจัย การสัมมนาปายายเลนแห่งชาติครั้งที่ 14 กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ 7-8 กันยายน 2011 หน้า 319-324. NO.117, Rome
- Purseglowe, J. W. 1972. Tropical Crops: Monocotyledon., Vol.1 and 2 combined, Longman Group Ltd. pp. 427-428.
- Tamunaidu, P., Matsui, N., Okimori, Y., and Saka, S. 2013. Nipa (Nypa fruticans) sap as a potential feedstock for ethanol production. Biomass and Bioenergy, 52, 96-102.