

**แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) :
พืชชนิดใหม่ใช้เป็นพลังงานทดแทน
Kaentawan (*Helianthus tuberosus* L.) :
A new energy crop**

สนั่น จอกลอย วีรยา ลาดบัวขาว และ รัชนก มีแก้ว

Sanun Jogloy, Veraya Ladbuakaew and Ratchanok Mikeaw

Abstract

The high import value of more than 600,000 million Baht per annum for petroleum-based fuels is the main reason for Thailand to urgently explore alternative renewable fuel resources for fossil fuel substitutes. Farm products offer promising alternative sources for bio-diesel and gasohol production, of which sugarcane and cassava are the target crops for ethanol production. Ethanol is used for dilution or emulsification of conventional gasoline to produce gasohol. However, such crops are used as raw materials for starch and sugar industries, and are not sufficient for ethanol industry. The lack of raw materials increases the demand for new potential crops. Kaentawan (*Helianthus tuberosus* L.) attracts the interest of scientists from several countries for ethanol production because of high yield, low input, short crop cycle of about 90–120 days, allowing a chance for farmers to produce 3 crops per year. Conversion rate of fresh tubers to anhydrous ethanol is 1 ton per 80–100 liters of ethanol. Preliminary study revealed that tuber yield of 2.5–2.8 tons was achieved under growing conditions in Thailand. The yield should be increased considerably through the use of new high yielding varieties or improved cultural practices. Thus, the production cost is reduced, and kaentawan is more suitable for ethanol production.

Keywords : Kaentawan (*Helianthus tuberosus*), energy crop

บทคัดย่อ

ประเทศไทยต้องสั่งซื้อน้ำมันเข้ามาเพื่อใช้เป็นพลังงานคิดเป็นมูลค่า ปีละกว่า 600,000 ล้านบาท จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ประเทศต้องเร่งหาแนวทางแก้ไข พลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งโดยเฉพาะการนำผลผลิตทางการเกษตรมาผลิตไบโอดีเซล และแก๊สโซฮอล์ อ้อย และมันสำปะหลังเป็นพืชเป้าหมายที่สำคัญในการผลิตเอทานอล เพื่อใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อผลิตแก๊สโซฮอล์ แต่พืชทั้งสองเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของอุตสาหกรรมแป้ง และน้ำตาล ทำให้วัตถุดิบไม่เพียงพอ จึงทำให้มีความพยายามในการหาพืชชนิดใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้ผลิตเอทานอล แก่นตะวันเป็นพืชหนึ่งที่หลายประเทศให้ความสนใจในการนำมาใช้ผลิตเอทานอล เพราะมีผลผลิตสูง มีต้นทุนการผลิตต่ำ มีอายุสั้นเพียง 90-120 วัน ซึ่งใน 1 ปี สามารถผลิตได้ 3 ครั้ง แก่นตะวัน 1 ตัน ให้เอทานอลประมาณ 80-100 ลิตร จากการปลูกทดสอบแก่นตะวันในประเทศไทย พบว่า ให้ผลผลิต 2.5-2.8 ตัน/ไร่ ซึ่งหากมีการพัฒนาพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมจะเพิ่มผลผลิตต่อไปได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตวัตถุดิบลดลง และมีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : แก่นตะวัน, พืชพลังงานทดแทน

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านพลังงาน แก๊สธรรมชาติและน้ำมันของไทยมีอยู่อย่างจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงต้องสั่งซื้อน้ำมันเข้ามาใช้ในปริมาณมากขึ้นทุกปีเป็นมูลค่าปีละกว่า 600,000 ล้านบาท (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2548) และมีแนวโน้มว่าจะเกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานขึ้นในอนาคต จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้หลายประเทศต้องเร่งหาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว พลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจของประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทย

สถานการณ์ปัจจุบันราคาน้ำมันที่ผันผวนและมีแนวโน้มขยับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้รัฐบาลหันมาหาทางออกด้วยการหาแหล่งพลังงานทางเลือกอื่นทดแทน โดยเฉพาะจากผลผลิตทางการเกษตรเพื่อผลิตทั้งไบโอดีเซล และแก๊สโซฮอล์ การใช้เอทานอล บริสุทธิ์ 99.5 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับน้ำมันเบนซินออกเทน 91 ในสัดส่วน 1 ต่อ 9 จะช่วยลดต้นทุนการนำเข้าสาร methyl tertiary butyl ether (MTBE) ปีละประมาณ 3,000 ล้านบาท และลดการเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน

ปีโตรเลียมอีกปีละกว่า 50,000 ล้านบาท (ประสิทธิ์, 2548ก) ซึ่งถ้ายกเลิกการใช้น้ำมันเบนซินออกเทน 95 แต่ใช้แก๊สโซฮอล์แทนทั้งหมดจะทำให้มีความต้องการเอทานอลสูงถึงวันละ 2.2 ล้านลิตร เอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ที่ใช้นี้สามารถผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร โดยประเทศไทยมีพืชเป้าหมายที่นำมาใช้ผลิต คือ อ้อย และมันสำปะหลัง แต่เนื่องจากพืชทั้งสองเป็นวัตถุดิบสำคัญของอุตสาหกรรมน้ำตาลและแป้ง จึงมีการแข่งขันกับอุตสาหกรรมอื่นที่ใช้วัตถุดิบประเภทเดียวกัน ดังนั้นความพยายามที่จะแสวงหาพืชชนิดใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเร่งด่วน วัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงจะต้องมีต้นทุนในการผลิตต่ำ และให้ผลผลิตแอลกอฮอล์สูง

แก่นตะวัน หรือ เยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) เป็นอีกพืชหนึ่งที่หลายประเทศกำลังให้ความสนใจในการนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกใหม่ เป็นพืชตระกูลเดียวกับทานตะวัน มีดอกสีเหลือง และมีหัวสะสมอาหารใช้รับประทานได้ ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารทั้งมนุษย์และ สัตว์ ตลอดจนใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ แก่นตะวันจึงถือเป็นพืชพลังงานชนิดหนึ่ง

ต้นและหัวสามารถนำมาหมักเพื่อผลิตเอทานอล เนื่องจากในส่วนหัวและลำต้นเป็นที่สะสมของสารอินนูลิน (inulin) ซึ่งเป็นน้ำตาลประเภทฟรุคโตส (fructose) ที่ต่อกันเป็นโมเลกุลยาว แก่นตะวันเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ และยังไม่เป็นที่รู้จักของนักวิชาการมากนัก ดังนั้นบทความนี้จึงรวบรวมข้อมูลของแก่นตะวันในด้านต่าง ๆ เพื่อประมวลศักยภาพของการใช้ เป็นพืชพลังงานทดแทนในอนาคต

แก่นตะวัน ชื่อสามัญ คือ เยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Helianthus tuberosus* L. จัดอยู่ใน Family Asteraceae ซึ่งพืชในกลุ่มนี้ ได้แก่ เบญจมาศและเก๊กฮวย จัดอยู่ใน Genus เดียวกับทานตะวัน คือ Genus-*Helianthus* แก่นตะวันมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบอเมริกาเหนือ ชาวอินเดียนแดงในสมัยก่อนปลูกไว้เพื่อ

ใช้หัวรับประทาน แต่ปัจจุบันกลายเป็นพืชที่รู้จักกันแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส และประเทศแถบยุโรป ซึ่งรู้จักกันในนามของ “sunchoke”

แก่นตะวัน มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว แต่มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพเพาะปลูกในเขตร้อนได้ดี และเจริญเติบโตได้ดีแม้ในสภาพที่ค่อนข้างแห้งแล้ง เป็นพืชล้มลุก ที่มีหัวสะสมอาหาร ลักษณะหัวเป็นตะปุ่มตะป่ำผิวไม่เรียบมีลักษณะคล้ายหัวของขิงหรือข้าวหัวจะมีสีขาวหรือเหลือง แต่ละหัวยาวประมาณ 7.5-10.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 1) ลำต้นมีกิ่งก้านเรียวเล็ก มีขนคล้ายหนามกระจายทั่วลำต้น ความสูงต้นประมาณ 1.5-3.0 เมตร ใบเกิดแบบสลับบนลำต้น ใบมีลักษณะเรียวยาวรูปไข่หรือวงรี ขอบใบมีรอยหยักแบบฟันปลา พื้นผิวใบสาก เพราะมีขนเช่นเดียวกับลำต้น ส่วนดอกคล้ายดอกบัวตอง

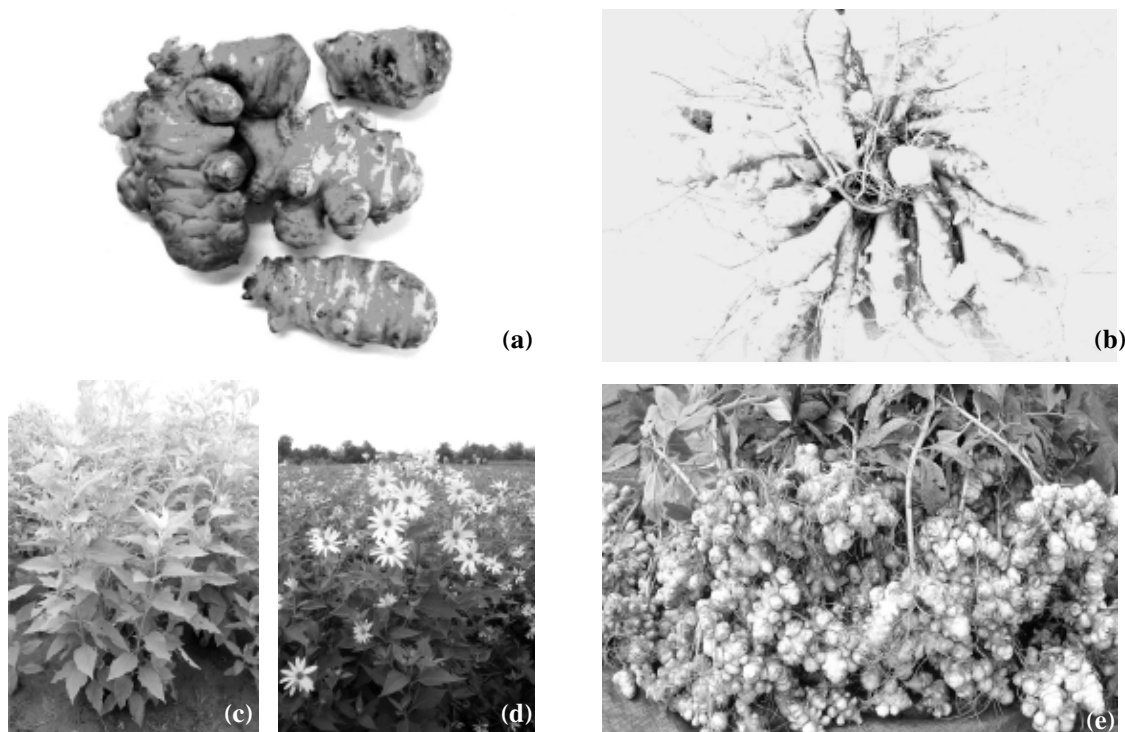


Fig. 1 tuber (a, b, e) stem (c), flower (d) of Kaentawan

หัวแก่้นตะวันมีน้ำเป็นส่วนประกอบ 80 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 13-18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือจะเป็นสารประกอบพวกไขมัน โปรตีน และเส้นใย โดยประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในหัวแก่้นตะวันจะเป็นน้ำตาลฟรุคโตส (NNFCC, 2002) ที่อยู่ในรูปของสารอินนูลิน และโอลิโกฟรุคโตส (oligofructose) สารอินนูลินจัดเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตโพลิเมอร์ที่พืชเก็บสะสมไว้ สารอินนูลินนั้นนอกจากจะพบในส่วนหัวแก่้นตะวันแล้วยังพบในพืชจำพวก ชิกอรี (chicory) เห็ด เห็ดหอม หัวกระเทียม และกล้วย แต่ที่พบในปริมาณมากมีเพียง 2 ชนิด คือ แก่นตะวัน และชิกอรี (มาลี, 2000) อินนูลินจัดเป็นเส้นใยอาหาร (dietary fibre) เป็นสารประกอบน้ำตาลเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ การใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร ได้มีการนำอินนูลินไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในครีม เนยแข็ง ไอศกรีม เนื่องจากอินนูลินมีลักษณะเป็นเนื้อครีมนุ่ม เมื่ออยู่ในปากจะรู้สึกเหมือนไขมัน ใช้เป็นสารเพิ่มใยอาหารในผลิตภัณฑ์นม เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยเฉพาะใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาลที่เรียกว่า High Fructose Syrup (HFS)

ในสมัยก่อนชาวอเมริกาเหนือและชาวอินเดียนแดงปลูกแก่นตะวันโดยมีจุดประสงค์หลักคือใช้หัวที่อยู่ใต้ดินสำหรับการปรุงอาหาร ซึ่งเชื่อกันว่าหัวของแก่นตะวันนี้มีส่วนช่วยในการเจริญอาหารได้ดี สารอินนูลิน จะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดดี เช่น Bifidobacteria และยับยั้งอาการท้องร่วงที่เกิดขึ้นจากเชื้อโรคนำไส้โดยอาจเป็นผลมาจากการทำให้ Bifidobacteria เพิ่มขึ้นแล้วมีผลต่อกิจกรรมของแบคทีเรียก่อโรคนำไส้ทั้งแกรมบวกและแกรมลบที่เป็นสาเหตุของโรคให้ลดลง

ในส่วนของการผลิตภัณฑอาหารเสริมเราจะรู้จักกันในนามของสารอินนูลินและโอลิโกฟรุคโตส ซึ่งสารทั้งสองเมื่อรับประทานเข้าไปในปริมาณ 1 กรัมจะให้พลังงานเพียง 1.0-1.5 กิโลแคลลอรี (Coussement, 1992) สารอินนูลินและโอลิโกฟรุคโตสมีความเป็นไปได้สูงในการนำไปใช้เป็นอาหารไขมันต่ำ อาหารที่ให้พลังงานต่ำ เนื่องจากอินนูลินเป็นสารที่ให้ความหวานแต่ไม่ให้พลังงาน ดังนั้นผู้มีปัญหาในเรื่องของปริมาณน้ำตาลในร่างกายสูงเกินไป หรือโรคอ้วนก็สามารถที่จะรับประทานอาหารหรือน้ำตาลที่มีส่วนประกอบของสารอินนูลินนี้ได้ ในปริมาณที่มากพอหรือตามความต้องการ

ในส่วนของการลำต้นและใบของแก่นตะวันเป็นส่วนที่เป็นอาหารสัตว์โดยมีคุณค่าทางอาหารสูงพอ ๆ กับพืชอาหารสัตว์อื่น ๆ มีปริมาณความเข้มข้นของโปรตีนที่มีอยู่ในลำต้นและใบก่อนผ่านกระบวนการย่อยหรือหลังกระบวนการย่อยต่ำกว่าถั่วอัลฟัลฟา แต่ในส่วนของการลำต้นและใบนั้นจะมีสารอาหารที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrients) มากกว่า

ศักยภาพของแก่นตะวันในการใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตเอทานอล

ผลผลิตของแก่นตะวันที่มีรายงานจากการผลิตในประเทศต่าง ๆ พบว่า ที่สหรัฐอเมริกา ให้ผลผลิตหัวสด 2.5-3.2 ตัน/ไร่ (Duke, 1983) และ 1.2-10.8 ตัน/ไร่ (Oregon State University, 2004) ในสเปนมีผลผลิตหัวสด 10.1 ตัน/ไร่ (Fernandez, 2006) สำหรับการศึกษาการผลิต แก่นตะวันขึ้นต้นในประเทศไทยพบว่า พันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ๆ จะให้ผลผลิตประมาณ 2.5-2.8 ตัน/ไร่ (สนั่น และคณะ, ยังไม่ได้ตีพิมพ์) และคาดว่าจะสามารถเพิ่มผลผลิตได้อีก หากปลูกในช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการจัดระยะปลูกที่เหมาะสม หัวของแก่น

ตะวันนอกจากจะใช้ประกอบเป็นอาหารทั้งคาวและหวานได้แล้ว ยังนำไปใช้ผลิตเอทานอลได้อีกด้วย เนื่องจากหัวของแก่นตะวันสะสมน้ำตาลสูงและมีแป้งต่ำ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตเอทานอล โดยนำน้ำตาลที่ได้ไปหมัก ตามกระบวนการในการผลิตเอทานอล ฟรุคโตสที่พบในหัวแก่นตะวันเป็นสารที่มีความหวานพอ อกับน้ำตาลชนิดอื่น ๆ และที่สำคัญน้ำตาลฟรุคโตสสามารถละลาย และแยกตัวได้ดีโดยใช้ความร้อน และจะตกตะกอนเมื่อได้รับความเย็น ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่ใช้ในการสกัดน้ำตาลจากพืชชนิดอื่น เช่น หัวบีท โดยหัวของแก่นตะวัน 1 ตันสามารถผลิตเอทานอลได้ 80-100 ลิตร (NNFCC, 2000 และ Fernandez, 2006) ขั้นตอนการผลิตเอทานอลจากแก่นตะวันในระดับห้องปฏิบัติการได้อธิบายไว้อย่างละเอียดโดย Nakamura et. al., 1996 และ Xiang-Yang และ Wei-Guo., 2005

ประเทศไทยได้มีการนำพืชผลทางการเกษตรมาแปรรูปเป็นเอทานอล เพื่อใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนที่กำลังได้รับความสนใจ จากการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นพบว่าประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการนำเอทานอลมาใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิง

เนื่องจากเป็นแหล่งผลิตพืชผลทางการเกษตรหลายชนิดที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นเอทานอลได้เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งนอกจากช่วยลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มและช่วยแก้ปัญหาหาคาพืชผลทางการเกษตรตกต่ำได้อีกด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับพืชพลังงานอีก 2 ชนิดคือ อ้อย และมันสำปะหลัง พบว่า แก่นตะวันเป็นพืชเป้าหมายหนึ่งที่สามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมสำหรับผลิตเอทานอลเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบเนื่องจากวัตถุดิบหลักทั้งสองชนิดมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ค่อนข้างยาว อ้อยพร้อมตัดเมื่ออายุ 12-15 เดือน ส่วนมันสำปะหลังมีอายุเก็บเกี่ยว 8-12 เดือน ประกอบกับในปัจจุบันมีโรงงานผลิตเอทานอลที่ได้รับอนุญาตจำนวนทั้งสิ้น 24 โรงงาน มีกำลังการผลิตรวม 4.16 ล้านลิตรต่อวัน (ประสิทธิ์, 2548ก) และกำลังจะขยายเพิ่มขึ้นอีก 19 โรงงาน รวมกำลังการผลิตสูงถึง 10 ล้านลิตรต่อวัน หรือ 3,650 ล้านลิตรต่อปี และในปัจจุบันราคาของวัตถุดิบสูงขึ้นรวมทั้งความต้องการใช้ภายในประเทศก็ยังมีสูงเช่นกัน จึงควรแสวงหาพืชทางเลือกใหม่เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น

Table 1 Production area, production, productivity, local demand and export values for sugarcane, molass, cassava and kaentawan

Crop or product	Production area (10 ³ rai)	Gross production (10 ⁶ tons)	Productivity (kg per rai)	Consumption		Export value (10 ⁶ Baht)
				Local	Export	
Sugarcane ^{1/}	7,009	64.5	9,270	21.5	43.0	44,560
Molasses ^{1/}	—	2.9	450.5	1.6	1.3	1,963
Cassava ^{1/}	6,757	21.14	3,244	7.0	11.4	18,345
Kaentawan ^{2/}	—	—	10,096	—	—	—

^{1/} Source: Prasit (2005b)

^{2/} Source: Fernandez (2006)

Table 2 Consumption, export value, possible ethanol production, ethanol expected value, margin of values

Crop or product	Consumption		Export value (10 ⁶ Baht)	Possible ethanol production (10 ⁶ liters)	Ethanol expected value (10 ⁶ Baht)	Margin	
	Local	Export				value (10 ⁶ Baht)	%
Sugarcane	21.5	43.0	44,560	3,010	38,378	-6,182	-14
Molasses	1.6	1.3	1,963	338	4,310	2,347	120
Cassava	7.0	11.4	18,345	2,057	26,227	7,882	43

Source: Prasit (2005b)

อ้อยและมันสำปะหลังยังมีความต้องการใช้ภายในประเทศในปริมาณที่สูง แต่ในขณะเดียวกันอ้อยและมันสำปะหลังก็เป็นพืชที่สร้างรายได้ให้กับประเทศคิดเป็นมูลค่าการส่งออกรวมกันไม่ต่ำกว่า 60,000 ล้านบาท (ตารางที่ 1) ซึ่งถ้าหากนำผลผลิตของอ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลังในส่วนที่ส่งออกในแต่ละปีมาทำการผลิตเป็นเอทานอล เมื่อเปรียบเทียบมูลค่าการส่งออกกับมูลค่าของการนำมาผลิตเป็นเอทานอล พบว่า หากนำน้ำตาลในส่วนที่ส่งออกมาผลิตเป็นเอทานอลจะทำให้ประเทศไทยขาดรายได้กว่า 6 พันล้านบาท (ตารางที่ 2) ส่วนมันสำปะหลังและกากน้ำตาลเมื่อนำไปผลิตเป็นเอทานอลสามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงกว่าการส่งออกในรูปแบบวัตถุดิบถึงปีละกว่า 7 พันล้านบาท และ 2 พันล้านบาท ตามลำดับ ซึ่งหากใช้กากน้ำตาลและมันสำปะหลังส่วนที่จะส่งออกมาผลิตเป็นเอทานอลจะได้เอทานอลเพียง 2,395 ล้านลิตรต่อปี ซึ่งยังไม่เต็มกำลังการผลิตของโรงงาน ดังนั้นจึงต้องมีการสรรหาพืชใหม่เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบเสริมสำหรับผลิตเอทานอลเพื่อให้มีวัตถุดิบเพียงพอต่อความต้องการของโรงงาน แก่นตะวันจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ผลิต

เอทานอลซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงของประเทศฝรั่งเศส ออสเตรเลีย และ สเปน เพราะใช้ผลิตเอทานอลอย่างแพร่หลาย แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับแก่นตะวันมากนัก นักวิจัยของมหาวิทยาลัยขอนแก่น จึงได้เริ่มทำการวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมของประเทศไทย การใช้แก่นตะวันเพื่อผลิตเอทานอลจะมีศักยภาพการแข่งขันกับวัตถุดิบอื่นได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับราคาของวัตถุดิบ สำหรับประเทศไทย พบว่า อ้อย กากน้ำตาล และมันสำปะหลัง จะมีราคาของวัตถุดิบเท่ากับ 800 3,800 และ 1,700 บาท/ตัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สำหรับราคาวัตถุดิบแก่นตะวันในประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษา แต่กรณีศึกษาของประเทศไทยพบว่า มีต้นทุนวัตถุดิบเพียง 780 บาท/ตัน ทั้งนี้เพราะแก่นตะวันมีระดับของผลผลิตสูงมากคือ 10.10 ตัน/ไร่ (ตารางที่ 1) ในขณะที่ระดับผลผลิตจากการศึกษาเบื้องต้นของไทยอยู่ที่ 2.5-2.8 ตัน/ไร่ เท่านั้น สำหรับผลผลิตของเอทานอล ที่ได้จากอ้อย กากน้ำตาล มันสำปะหลัง และแก่นตะวัน เท่ากับ 70 260 180 และ 83 ลิตร/ตัน ของวัตถุดิบ ตามลำดับ ในขณะที่ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ก็แตกต่างกันมากโดยกากน้ำตาลมีต้นทุนสูง

ที่สุดคือ 19.62 บาท/ลิตร รองลงมา คือ อ้อย 16.42 บาท/ลิตร (ตารางที่ 3) ในขณะที่การใช้มันสำปะหลังและแก่นตะวันมีต้นทุนการผลิตเพียง 15.44 และ 14.40 บาท/ลิตร ตามลำดับ การที่จะนำแก่นตะวันมาใช้ผลิตเอทานอลในประเทศไทย ควรเพิ่มศักยภาพการให้ผลผลิตโดยการพัฒนาพันธุ์ และเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ต้นทุนวัตถุดิบลดลง พืชนี้มีอายุเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 90-120 วัน ดังนั้นภายใน 1 ปี สามารถปลูกได้ 3 ครั้ง ผลผลิตต่อพื้นที่ต่อปีจะสูงขึ้น ซึ่งช่วยทำให้ศักยภาพของแก่นตะวันสำหรับใช้ผลิต เอทานอลสูงขึ้นตามไปด้วย

สรุป

การใช้แก่นตะวันเป็นวัตถุดิบเสริมสำหรับการผลิตเอทานอล น่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยในการผลิตเอทานอล พืชชนิดนี้มีการจัดการและการดูแลที่ไม่ยุ่งยาก สามารถปลูกได้ประมาณ 3 ครั้งต่อปี เมื่อเทียบกับการใช้อ้อยและมันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่เก็บผลผลิตได้เพียงปีละครั้ง จากข้อได้เปรียบนี้แก่นตะวันจึงเป็นอีกพืชหนึ่งที่อาจใช้ทดแทนพืชหลักในช่วงที่ขาดแคลนวัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ศักยภาพในการผลิตอาจสูงขึ้นหากมีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านพันธุ์และการจัดการการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง

Table 3 Raw material, cost of ethanol production and total cost of ethanol production (including processing cost)

Raw material	Cost of raw material (Baht/ton)	Ethanol productivity (liters/ton)	Cost of raw material (Baht/liter)	Total cost of ethanol production (Baht/liter)
Sugarcane ^{1/}	800	70	11.42	16.42
Molasses ^{1/}	3,800	260	14.62	19.62
Cassava ^{1/}	1,700	180	9.44	15.44
Kaentawan ^{2/}	780	83	9.40	14.40

^{1/} Source: Prasit (2005a)

^{2/} Source: Fernandez (2006)

เอกสารอ้างอิง

- มาลี จีรวงศ์. 2000. Carbohydrate: Inulin, Oligofructose Ingredient. อาหาร และยา 7(2) 19-23.
- ประสิทธิ์ ใจศีล. 2548ก. ข้าวฟ่างหวาน : พืชทดแทนพลังงานที่มีศักยภาพ. ในเอกสารประกอบการสัมมนา ระดมความคิดเห็น เรื่อง พืชพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพ หน้า 62-70 ณ ห้องประชุมกวี จุติกุล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 12-13 พฤษภาคม 2548.
- ประสิทธิ์ ใจศีล. 2548ข. แก๊สโซฮอลล์จากข้าวฟ่างหวาน. วารสารพืชปลูกพื้นเมืองไทย. 1(4):42-54.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2548. สถานการณ์พลังงานไทยในปี 2548 และแนวโน้มปี 2549. สืบค้นข้อมูลเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2549 จาก <http://www.eppo.go.th/info/press2/489.pdf>
- Coussement, A.P. 1992. Inulin and oligofructose : Safe intakes and legal status. First Orafiti Research Conference, pp. 151-161. Orafiti, Tienen, Belgium.
- Duke, J.A. 1983. Handbook of energy crops. [cited June, 6, 2006] Available at : <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/>
- Fernandez, J. 2006. Production costs of Jerusalem artichoke for ethanol production in Spanish irrigated lands. Available from : <http://www.eeci.net/archive/biobase/B10245.html>
- NNFCC (The National Non-Food Crop Centre). 2002. Jerusalem artichoke. [cited Nov 10, 2005] Available at: <http://www.nnfcc.co.uk/crops/info/jerusalem-artichoke.pdf>
- Nakamara, T., Y. Ogata, S. Hamada and K.Ohta. 1996. Ethanol production from Jerusalem artichoke tubers by *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*. J. Ferment. Bioeng. 6:564-566.
- Oregon State University. 2004. Jerusalem artichoke . [cited Jan 10, 2006] Available at: <http://oregonstate.edu/Dapt/NWRE/artichje.html>
- Xiang-Yang, G and Z. Wei-Guo. 2005. A shortcut to the production of high ethanol concentration from Jerusalem artichoke tubers. Food Technol. Biotechnol 43 : 241-246.