

บทนำ

ความสำคัญ ที่มาของปัญหาวิจัย

ในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีการปลูกพืชหลัก ๆ หลายชนิด เช่น สับปะรด มะพร้าว อ้อย ซึ่งปัจจุบันประสบปัญหาแตกต่างกัน ทั้งปัญหาการขาดน้ำ ราคาผลผลิตแปรปรวน และผลกระทบจากการใช้สารเคมีที่ยาวนานในพืชเหล่านี้ อาจก่อให้เกิดสารตกค้างในดินและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากพบว่าทั้งการใช้ปุ๋ย สารควบคุมศัตรูพืช หรือการใช้กาสะกอนต่าง ๆ ในการบำรุงดิน ต่างเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน (Sobukola et al., 2010; Wuana and Okieimen, 2011) สำหรับสับปะรด ประเทศไทยนับเป็นผู้ผลิตหลัก เช่นเดียวกับกับอีกหลายประเทศ เช่น ประเทศฟิลิปปินส์ บราซิล คอสตาริกา และจีน (UNCTAD, 2012) ซึ่งมีรายงานว่า การปลูกสับปะรดเป็นสาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว และแคดเมียม ซึ่งส่งผลกระทบต่อ การเกิดโรคหลายชนิด ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด ระบบประสาท โรคไตและกระดูก (Jarup, 2003) นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของอะลูมิเนียม สังกะสี เหล็ก และทองแดง แม้ว่าจะเป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์หากได้รับในปริมาณต่ำ แต่จะก่อให้เกิดและเกิดความเป็นพิษหากร่างกายได้รับในปริมาณสูงแม้เพียงครั้งเดียว (Plum et al., 2010) หากแต่ว่าเป็นพืชหลักที่เกษตรกรมีความชำนาญและอยู่ใกล้กับแหล่งรับซื้อทำให้เกษตรกรมีความคุ้นชิน ทำให้ไม่มีการนำพืชอื่นมาเป็นพืชสลับหรือพืชทางเลือกในพื้นที่ ทำให้ปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นและเป็นที่วิตกกังวลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น ทั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเพาะปลูกในท้องถิ่น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรดิน

นอกเหนือจากปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตพืชเชิงเดี่ยวของเกษตรกร เช่น ข้าวซึ่งแม้จะมีพื้นที่ปลูกน้อย แต่กลับเป็นพืชที่ใช้ปริมาณน้ำมากแล้ว ผลผลิตทางการเกษตรในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ไม่ต่างจากเกษตรกรในพื้นที่อื่นที่มีการจำหน่ายผลผลิตในลักษณะวัตถุดิบ ทำให้ไม่สามารถจำหน่ายผลผลิตได้ในราคาที่สูงขึ้น แต่เกษตรกรเป็นหนึ่งในผู้บริโภคที่ต้องซื้อสินค้าที่ผ่านการแปรรูปจากวัตถุดิบทางการเกษตรในราคาที่สูง ส่งผลต่อการครองชีพและความมั่นคงระดับครัวเรือนของเกษตรกรและชุมชน ด้วยเหตุผลต่างๆ ข้างต้นโครงการวิจัยดังกล่าวนี้จึงเลือกพืชทานตะวันเพื่อเป็นพืชศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมาเป็นพืชทางเลือกสำหรับชุมชน เนื่องจากเป็นพืชที่มีข้อดีหลายประการที่สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษาเนื่องจากเป็นพืชน้ำมันที่อายุปลูกสั้น ปลูกและเก็บเกี่ยวง่าย ใช้น้ำน้อย และยังเป็นพืชเพื่อการท่องเที่ยวของหลายจังหวัดของประเทศไทย แต่อย่างไรก็ตามยังขาดการนำมาแปรรูปเพื่อการจำหน่ายหรือเพื่อสร้างให้เป็นพืชชุมชนที่ครบวงจร ด้วยเหตุนี้การศึกษาวิจัยในโครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาทั้งด้านการผลิต ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการผลิตทานตะวัน และการใช้พื้นที่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) ศึกษาศักยภาพในการให้ผลผลิตเมล็ด และเปอร์เซ็นต์น้ำมันของทานตะวันภายใต้การจัดการแปลงที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตที่แตกต่าง
- 2) ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจครัวเรือน โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวัน

ขอบเขตของการวิจัย

- 1) ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีระดับต่ำเพื่อลดต้นทุนการผลิตทานตะวัน
- 2) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวัน และเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวันกับการผลิตพืชไร่หลักอื่น ๆ

ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ทานตะวันเป็นพืชน้ำมันชนิดหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการส่งเสริมให้แก่เกษตรกรและชุมชน เพราะนอกจากจะมีน้ำมันในเมล็ดสูง (ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์) (Senkoylu and Dale, 1999) น้ำมันเหมาะสมสำหรับการบริโภค เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวพวกโอเลอิก (Oleic) และลิโนลลิก (Linoleic) สูง (Jiang et al., 2003; Rebolé et al., 2006) ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมัน ประโยชน์อีกประการหนึ่งคือเมื่อน้ำมันแล้วยังสามารถใช้กากเป็นอาหารสัตว์เนื่องจากมีโปรตีนสูง ประมาณ 28 และ 41 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเมล็ดทานตะวันที่สกัดศึกษาแบบมีและไม่มีเปลือก ตามลำดับ (Hesley, 1994) นอกจากนี้กากทานตะวันยังมีปริมาณเมไธโอนีนสูงแต่มีปริมาณไลซีนต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกากถั่วเหลือง (Senkoylu and Dale, 1999)

สำหรับคุณสมบัติในแปลงปลูกนั้น การปลูกทานตะวันมีข้อดีเนื่องจากเป็นพืชใช้น้ำน้อย ทนแล้ง มีปัญหาเรื่องวัชพืชต่ำเนื่องจากมีลำต้นสูงและเจริญเติบโตคลุมพื้นที่ได้รวดเร็ว สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล และเนื่องจากมีอายุปลูกสั้น ประมาณ 80-110 วัน สำหรับพันธุ์อายุสั้น (ประมาณ 120-160 สำหรับพันธุ์อายุยาว) (van der Vossen and Fagbayide, 2007) ทำให้มีปัญหาเรื่องโรคและแมลงค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นพืชที่มีการใช้สารเคมีระหว่างปลูกปลูกน้อย ด้วยเหตุนี้จึงอาจนำทานตะวันมาปลูกเป็นพืชเสริมหรือทดแทนเมื่อเกิดการขาดน้ำทำให้ไม่สามารถปลูกพืชหลักที่ใช้น้ำมากในบางฤดูกาล เช่น การปลูกข้าว เป็นต้น นอกจากนี้ทานตะวันยังสามารถส่งเสริมในเรื่องการเป็นแหล่งท่องเที่ยว

โครงการวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาความสามารถผลิตทานตะวันในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกพืชหลักอยู่แล้ว เช่น สับปะรด มะพร้าว และข้าว การที่พื้นที่มีการปลูกพืชหลักมาเป็นเวลานานและเป็นพืชที่มีอายุหลายปี นอกจากนี้มีรายงานโดยเฉพาะสับปะรดและข้าวว่าเป็นพืชที่มีการใช้สารเคมีสูงซึ่งอาจส่งผลต่อการตกค้างของสารเคมีในดิน (Jarup, 2003; Wuana and Okieimen et al., 2011) และสำหรับบางพื้นที่ที่สามารถสามารถปลูกข้าวได้ทั้งปี พบว่าปัจจุบันประสบปัญหาความแห้งแล้งทำให้จำเป็นต้องหาพืชทางเลือกอื่น ๆ เพื่อมาทดแทนการปลูกข้าวในหน้าแล้งของเกษตร หรือเพื่อการปรับสภาพดินหรือการพักดินในรายของเกษตรกรที่ต้องการปรับเปลี่ยนชนิดพืชอื่น ๆ มาปลูกทดแทนการปลูกสับปะรดในแปลง ด้วยเหตุนี้ทานตะวันจึงอาจเป็นพืชทางเลือกที่น่าสนใจเนื่องจากการเป็นพืช

ห้องเที่ยวที่อาจสนับสนุนการท่องเที่ยวเดิมในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามการที่นำทานตะวันซึ่งเป็นพืชน้ำมันมาปลูกในพื้นที่ ก็จำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยผลกระทบที่มีต่อปริมาณน้ำมันด้วยเช่นกัน ประกอบกับการนำทานตะวันมาศึกษาในพื้นที่ใหม่ เช่น อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดระยองบึงฉลือ ทำให้อาจส่งผลกระทบต่อตลาดรับซื้อผลผลิตสำหรับทานตะวัน ด้วยเหตุนี้การแปรรูปผลผลิตเป็นน้ำมัน รวมทั้งการใช้ประโยชน์จากกากทานตะวันจึงเป็นประเด็นที่อาจมีการพิจารณาไปพร้อมกัน เพื่อเป็นทางเลือกในการกระจายผลผลิต อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาเบื้องต้นปัจจัยแรกที่น่าจะมีการดำเนินการศึกษาก่อน ได้แก่ การจัดการแปลงเบื้องต้น เช่น การใส่ปุ๋ยหรือชนิดของปุ๋ย โดยประเมินทั้งจากผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมัน และปริมาณวิตามินอีในน้ำมันที่ได้ก่อนเพื่อป้องกันคุณภาพน้ำมัน โดยพิจารณาไปพร้อมกับความคุ้มค่าและคุณค่าในการปลูกทานตะวันและการใช้พื้นที่ สำหรับพื้นที่ในเบื้องต้นจึงอาจมีการใช้พันธุ์ลูกผสมของบริษัทในการศึกษาเนื่องจากสามารถหาเมล็ดพันธุ์จากตลาดได้ค่อนข้างง่าย

สำหรับการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวันจะทำการวิเคราะห์ต่อหน่วยพื้นที่การผลิต คือ ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนเฉลี่ยต่อพื้นที่เพาะปลูก 1 ไร่ หรือ 1 งาน ภายใน 1 รอบการผลิต ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงความคุ้มค่าในการผลิตทานตะวัน

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทานตะวัน

ทานตะวัน (Sunflower, *Helianthus annuus* L.) พืชน้ำมันที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่สี่ของโลก รองจากถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน และคาโนลา (canola หรือ rapeseed) (Putnam et al., 2002) เป็นพืชที่มีความสวยงาม ทำให้การเพาะปลูกทานตะวันสามารถนำส่งเสริมเพื่อการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี ประโยชน์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการใช้ไขมันจากทานตะวัน น้ำมันทานตะวันเหมาะสมสำหรับการบริโภค เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวพวกโอเลอิก (Oleic) และลิโนลีนิก (Linoleic) สูง ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำมัน (Leland, 1996) นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวิตามิน เอ ดี อี และเค (ไพจิตร, 2538) ประโยชน์อีกประการหนึ่งคือเมื่อหีบน้ำมันแล้วยังสามารถใช้กากเป็นอาหารสัตว์เนื่องจากมีโปรตีนสูง (วันชัย, 2542; สุพจน์, 2542ก; Laosuwan, 1997, Croissant and Follett, 2003)

ประโยชน์จากน้ำมันทานตะวันนอกจากจะนำมาใช้ในการปรุงอาหารแล้ว ยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ หลายชนิด เช่น เครื่องสำอาง สี น้ำมันหล่อลื่น สารกำจัดแมลง น้ำมันชักเงา (เสาวรี และคณะ, 2544) และยังสามารถใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงในรถแทรกเตอร์ แพนน้ำมันดีเซล (Cooper, 1997) โดยการใช้ไขมันทานตะวันเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงได้กระทำการมานานแล้วในประเทศสหรัฐอเมริกาก่อนที่จะมีการใช้น้ำมันปิโตรเลียม ก็มีการใช้น้ำมันพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันทานตะวัน ถั่วเหลืองและถั่วลิสงกับเครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำฟาร์ม กระบวนการใช้น้ำมันเหล่านี้เป็นน้ำมันพลังงาน ได้รับการเผยแพร่เป็นที่ทราบทั่วกัน (Aakre, 1983; Backer et al., 1982; Smith, 1984)

การปลูกทานตะวันในประเทศไทย

จากข้อมูล พ.ศ. 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกทานตะวันรวมประมาณ 300,000 ไร่ ผลผลิตรวม 45,939 ตัน หรือผลผลิตเฉลี่ย 178 กิโลกรัมต่อไร่ (มานิตา, 2558) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ลูกผสมจากบริษัทเอกชน นับได้ว่าพื้นที่ปลูกยังมีโอกาสที่จะสามารถขยายได้อีกเพราะทานตะวันที่ปลูกในประเทศไทยมีอายุเก็บเกี่ยวเพียง 100-110 วัน จึงสามารถปลูกหมุนเวียนกับพืชไร่อื่น ๆ หรือปลูกในนาหลังการปลูกข้าว หรือถ้าปลูกทานตะวันพืชเดียวก็ปลูกได้ปีละ 2 ครั้ง โดยมีความร่วมมือทั้งระหว่างหน่วยงานราชการและภาคเอกชนเพื่อส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกทานตะวันในเขตจังหวัดลพบุรี และสระบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบันมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกทานตะวันเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตจังหวัดลพบุรี สระบุรี เพชรบูรณ์ นครราชสีมา นครสวรรค์ และมีพื้นที่ใหม่ ๆ ในภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงราย และในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น จังหวัดศรีสะเกษ เป็นต้น โดยมูลค่าตามที่เกษตรกรขายได้กว่า 217 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550; มานิตา, 2558)

การใช้ปัจจัยในการผลิตทานตะวัน

นอกจากลักษณะประจำพันธุ์ของพืชที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตแล้วยังประกอบด้วยปัจจัยการผลิตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณความชื้น ปริมาณธาตุอาหารหรือปุ๋ยที่พืชได้รับ นอกจากนี้ยังมีศัตรูพืชอื่นๆ ได้แก่ โรคพืช แมลงและวัชพืช เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของพืชทั้งสิ้น เนื่องจากปัจจุบันนี้มีเกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกทานตะวันเป็นจำนวนมากแต่ผลผลิตของทานตะวันที่ได้นั้นมักไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย ทั้งนี้อาจเกิดมาจากการให้ปัจจัยการผลิตที่ไม่สมดุล ส่งผลให้เกษตรกรต้องมีการต้นทุนในการผลิตมากขึ้น (ไพศาล, 2550) ปัจจัยการผลิตที่ค่อนข้างมีอิทธิพลต่อผลผลิตของทานตะวันได้แก่ ความชื้นในดิน ปริมาณปุ๋ย และวัชพืช (Laosuwan, 1997) มีรายงานการวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาแล้วพบว่า การให้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารต่างๆ ในปริมาณที่มากขึ้นจะทำให้พืชมีผลผลิตสูงขึ้นด้วย (ไพศาล, 2550) สำหรับทานตะวันพบว่าผลผลิตที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุอาหารที่พืชได้รับ (Laosuwan, 1997)

จากการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ทั้งจากการสำมะโนการเกษตรและการสำรวจการเปลี่ยนแปลงทางการเกษตร พบว่า การปฏิบัติเชิงพาทำให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา โดยในปี พ.ศ. 2547 พบว่ามีปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งประเทศประมาณ 3.8 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 33,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548 อ้างอิงโดย วิฑูรย์ และสุรียนต์, 2552) ขณะที่ข้อมูลในปี พ.ศ. 2542 ประเทศไทยนำเข้าสารเคมีการเกษตรรวมทั้งสิ้นประมาณ 56,866 ตัน คิดเป็นมูลค่า 11,059,380,930 บาท (วิฑูรย์ และสุรียนต์, 2552) ขณะที่ข้อมูล ปี พ.ศ. 2558 พบว่ามีปริมาณการนำเข้าปุ๋ยเคมีในประเทศไทยรวม 4,653,060 ตัน คิดเป็นมูลค่า เท่ากับ 56,709 ล้านบาท (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งนับว่าสูงมากและมีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้น ประมาณ 82 เท่า ในเวลา 16 ปีที่ผ่านมา แม้จะมีการพื้นที่ผลิตทานตะวันไม่สูงมากเมื่อเทียบกับพืชเศรษฐกิจอื่น แต่การปลูกทานตะวันก็นับว่าเป็นส่วนหนึ่งของการนำเข้าสารเคมี เพราะในการปลูกทานตะวันมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตระดับแปลงด้วยเช่นกัน แม้จะมีรายงานว่า การใช้ปุ๋ยสำหรับการปลูกทานตะวันในระดับที่สูง (ใช้ปุ๋ยเคมี ไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส-โพแทสเซียม 40 กิโลกรัมต่อไร่

ร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 200 กิโลกรัมต่อไร่) จะส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันในเมล็ดมีค่าลดลง (Na Chiangmai et al., 2012) ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ด ซึ่งเป็นผลผลิตในการจำหน่ายของเกษตรกรในประเทศไทย ดังนั้นหากวัตถุประสงค์ของการปลูกเพื่อต้องการผลผลิตได้แก่ปริมาณน้ำมันแล้ว การใช้ปุ๋ยในสัดส่วนที่เหมาะสมจะได้ผลผลิตน้ำมันที่สูงที่สุด มีหลายงานวิจัยที่พบว่าทั้งการเพิ่มธาตุและการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่างสามารถเพิ่มผลผลิตทานตะวันแต่การเพิ่มธาตุเดียวคือไนโตรเจน (N) จะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลงแต่การเพิ่มธาตุอาหารโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้ผลผลิตทานตะวันและเปอร์เซ็นต์น้ำมันเพิ่มสูงขึ้น (Gorttappeh et al., 2000; Abou Khadrah et al., 2002; Awad, 2004; Aowad and Mohamed, 2009)

Meo (1999) ได้รายงานว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวันแต่ปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ความชื้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kakar and Soomro (2001) นอกจากนี้ยังพบว่า การให้น้ำและปุ๋ยในอัตราต่างๆ มีผลต่อพื้นที่ของใบทานตะวันซึ่งส่งผลต่อการสังเคราะห์แสงของทานตะวัน นอกจากนี้ Meo and Baig (1999) ได้ทดสอบการให้ปุ๋ยไนโตรเจนกับทานตะวันที่ปลูกภายใต้สภาวะขาดน้ำ พบว่าทานตะวันที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับสูงจะมีพัฒนาการด้านการเจริญเติบโตได้ดีกว่าทานตะวันที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในระดับต่ำ Meo and Baig (1999) และ Abayomi and Adefila (2008) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของปริมาณความชื้นและปุ๋ยต่อขนาดของดอกทานตะวัน พบว่าในสภาวะที่ทานตะวันได้รับน้ำและปุ๋ยในปริมาณที่มากพอเหมาะ จะส่งผลให้ทานตะวันมีจานดอกขนาดใหญ่ทำให้เกิดการติดเมล็ดเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ทานตะวันมีผลผลิตที่มากขึ้น

Hussain et al. (2000) พบว่าทานตะวันจะมีพัฒนาการด้านการเจริญเติบโตสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นที่ทานตะวันได้รับโดยเฉพาะพื้นที่ใบ นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดดอกผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณความชื้นที่ได้รับ Dar et al. (2009) ได้ทำการทดลองจัดชุดระหว่างความถี่ของการให้น้ำกับระยะปลูกที่แตกต่างกันในทานตะวัน พบว่านอกจากความชื้นแล้วระยะปลูกยังส่งผลให้ผลผลิตที่ได้แตกต่างกันอีกด้วย

ในการทดลองของทานตะวันที่ปลูกในปัจจัยการผลิตระดับต่างๆพบว่า เมื่อทานตะวันได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ ในระดับที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อการให้ผลผลิตของทานตะวันโดยจะทำให้ทานตะวันมีผลผลิตลดลง ซึ่งจะแสดงออกในลักษณะทางการเกษตรของทานตะวัน เช่น ขนาดของจานดอกมีขนาดเล็กและการติดเมล็ดลดลง เปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง เป็นต้น (Laosuwan and Macartney, 1992) นอกจากนี้ ชัชวีก (2533) ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนกับระยะปลูกในทานตะวันพันธุ์ลูกผสม AS 540 พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากขึ้นส่งผลให้ทานตะวันมีผลผลิตสูงขึ้น ญัฐนีย์ (2534) ได้ศึกษาผลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อผลผลิตของทานตะวันพันธุ์ Hysun 33 และ AS 101 พบว่าผลการศึกษา มีแนวโน้มเดียวกันแต่มีสิ่งที่แตกต่างกันคือ เมื่อวิเคราะห์เฉพาะธาตุไนโตรเจนกลับพบว่า การให้ไนโตรเจนสูงจะทำให้เมล็ดทานตะวันมีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นแต่เปอร์เซ็นต์น้ำมันกลับลดลง

ทานตะวันเป็นพืชที่มีระบบรากลึกจึงสามารถขึ้นได้ดีในสภาพดินทั่วไป ทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดีกว่าพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ ลักษณะภูมิอากาศที่จะปลูกทานตะวันให้ได้ผลผลิตดีนั้นต้องอยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิ

เฉลี่ยประมาณ 18-25 องศาเซลเซียส (จุฑามาศ และคณะ, 2550) ในการปลูกทานตะวันเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพที่ดีขึ้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม (Laosuwan and Macartney, 1992) ธาตุอาหารพืชเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตทานตะวันมาก การปลูกทานตะวันมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโบรอน ทั้งนี้เพราะดินที่ใช้ทำการเกษตรส่วนใหญ่มีปริมาณธาตุอาหารอยู่จำกัด (Laosuwan and Macartney, 1992)

ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชมาก ทั้งนี้เพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิล ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นกับกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยมีส่วนช่วยในการสร้างฮอร์โมนและเป็นส่วนประกอบของสารพลังงาน (energy carrier) ในกระบวนการหายใจ (Laosuwan and Macartney, 1992) ไนโตรเจนยังมีผลในการเพิ่มผลผลิตของเมล็ดและปริมาณน้ำมันอีกด้วย ทานตะวันที่ขาดไนโตรเจนจะมีขนาดดอกเล็กผิดปกติ มีจำนวนเมล็ดตึบสูง และผลผลิตของน้ำมันลดลง Dar et al. (2009) ขณะที่ฟอสฟอรัสมีบทบาทเกี่ยวกับการแบ่งเซลล์ การเจริญเติบโตของพืช โดยองค์ประกอบของนิวเคลียสของเซลล์ และสารนำพาพลังงานในกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆ นอกจากนี้ธาตุฟอสฟอรัสยังทำให้ระบบรากของทานตะวันดีขึ้น และช่วยในการเพิ่มผลผลิตของพืช ในกรณีที่ขาดฟอสฟอรัส จะทำให้ลำต้นแคระแกร็น ใบและดอกมีขนาดเล็ก มีรูปร่างผิดปกติ ทานตะวันแก่ช้าลง ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์น้ำมันลดลง Meo and Baig (1999)

การศึกษาความคุ้มค่าเศรษฐกิจครัวเรือน โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิต

ต้นทุนการผลิตพืช หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตพืชเนื่องจากการนำเอาปัจจัยการผลิตต่าง ๆ มาใช้ในการผลิต ในทางเศรษฐศาสตร์ต้นทุนการผลิตสามารถแบ่งได้เป็นสองชนิด คือ

1) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณของผลผลิต เช่น ค่าแรงงาน ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ยเคมีและยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น โดยต้นทุนผันแปรยังสามารถแบ่งออกได้เป็นต้นทุนผันแปรเป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด ต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด หมายถึง ต้นทุนผันแปรที่เกษตรกรจ่ายออกไปจริงเป็นเงินสด เช่น ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย และค่าแรงงานจ้าง เป็นต้น ส่วนต้นทุนผันแปรที่ไม่เป็นเงินสด หมายถึง ต้นทุนผันแปรที่เกษตรกรไม่ได้จ่ายออกไปจริงเป็นเงินสด ซึ่งเป็นค่าปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ทั้งที่เป็นของเกษตรกรเอง เช่น แรงงานในครัวเรือน และเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เอง เป็นต้น

2) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนการผลิตที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณของผลผลิตไม่ว่าจะผลิตผลผลิตเป็นปริมาณมากน้อยเท่าไรก็ตามเกษตรกรจะต้องเสียต้นทุนในจำนวนคงที่ เช่น พื้นที่เพาะปลูก และอุปกรณ์การเกษตร เป็นต้น โดยต้นทุนคงที่ยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด และไม่เป็นเงินสด ต้นทุนคงที่ที่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรจะต้องจ่ายในรูปของเงินสดในจำนวนที่คงที่ เช่น ค่าเช่าที่ดิน และค่าภาษีที่ดิน เป็นต้น ส่วนต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด หมายถึง ค่าใช้จ่ายจำนวนคงที่ที่เกษตรกรไม่ได้จ่ายออกจริงในรูปของเงินสด เช่น ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์การเกษตร และค่าใช้ที่ดินกรณีเป็นที่ดินของตนเองซึ่งจะประเมินตามอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่นนั้น

ผลตอบแทนหรือรายได้จากการผลิตพืช ประกอบด้วย 1) มูลค่าของผลผลิตทั้งหมด 2) รายได้อื่นๆ เช่น ปุ๋ยที่ได้รับจากการช่วยเหลือจากรัฐบาล มูลค่าซาก และเงินกู้

กำไรสุทธิจากการผลิต คือ ผลตอบแทนจากการผลิตพืชหักด้วยต้นทุนการผลิตพืชทั้งหมด ซึ่งรวมทั้งต้นทุนที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตทานตะวัน

การวิเคราะห์ต้นทุนในทางเศรษฐศาสตร์จะมีความแตกต่างจากการคิดต้นทุนในทางบัญชี กล่าวคือ ต้นทุนทางบัญชีนั้นจะสามารถวัดค่าใช้จ่ายที่เสียไปเป็นตัวเงินเพียงอย่างเดียวหรือเรียกได้ว่าเป็นต้นทุนที่เห็นแจ้งชัด (Explicit Cost) หรือเรียกว่าต้นทุนที่เป็นเงินสด แต่สำหรับต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Cost) นั้นจะรวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่เสียไปทั้งที่สามารถวัดเป็นตัวเงินได้ และวัดเป็นตัวเงินไม่ได้ นั่นก็คือต้นทุนที่เห็นแจ้งชัด (Explicit Cost) และต้นทุนไม่เห็นแจ้งชัด (Implicit Cost) หรือเรียกว่าต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด ในทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะเรียกต้นทุนที่มองไม่เห็นอีกอย่างหนึ่งว่า ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) และเป็นต้นทุนอีกตัวหนึ่งที่ต้องมีการประเมิน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วยต้นทุนแจ้งชัดกับ ต้นทุนไม่เห็นแจ้งชัดรวมกัน ต้นทุนทางบัญชีจะมีค่าน้อยกว่าต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ และมีผลทำให้กำไรทางบัญชีมีค่าสูงกว่ากำไรทางเศรษฐศาสตร์ (นราทิพย์, 2539)

สุพจน์ (2542ข) ได้ทำการศึกษาต้นทุนการผลิตทานตะวันในกลุ่มของเกษตรกรที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากกว่า 10 ไร่ พบว่าต้นทุนการผลิตทานตะวันเท่ากับ 784.55 บาทต่อไร่ โดยต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าแรงงาน (ร้อยละ 32.41) และค่าวัสดุการเกษตร (ร้อยละ 42.21) นอกจากนี้ หทัยรัตน์ (2545) ได้ทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตทานตะวันของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมการผลิตทานตะวันครบวงจรเปรียบเทียบกับเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ ในอำเภอดากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปีการผลิต 2542/43 พบว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ มีต้นทุนการผลิตทานตะวันเท่ากับ 674.28 บาทต่อไร่ และมีผลตอบแทนเท่ากับ 1,430.33 บาทต่อไร่ โดยที่เกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ มีต้นทุนการผลิตสูงกว่า และมีผลตอบแทนต่ำกว่าเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ เนื่องจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ได้รับการอบรมและเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคในการปลูกและดูแลทานตะวันทำให้มีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ และมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ เนื่องจากเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ได้รับเมล็ดพันธุ์จากทางราชการทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำกว่าเกษตรกรที่ไม่เข้าร่วมโครงการฯ นอกจากนี้ อนุช (2546) ได้ทำการศึกษาการผลิตและการตลาดเมล็ดทานตะวันในอำเภอดอนจาน จังหวัดลพบุรี พบว่าเกษตรกรตัวอย่างมีต้นทุนการผลิตเมล็ดทานตะวันเฉลี่ย 1,021.33 บาทต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 158.45 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาที่เกษตรกรขายได้ 10 บาทต่อกิโลกรัม โดยเกษตรกรจะขายเมล็ดทานตะวันให้แก่พ่อค้าท้องถิ่นที่มารับซื้อถึงไร่ ในลักษณะของเมล็ดที่ยังไม่ได้กะเทาะเปลือก จากผลผลิตและราคาที่เกษตรกรได้รับ ทำให้มีรายได้เฉลี่ยไร่ละ 1,584.50 บาท และมีกำไรสุทธิเฉลี่ย 563.17 บาทต่อไร่

การใช้ปุ๋ยกับการปลูกทานตะวัน

การใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยตรง ไนโตรเจนจะช่วยให้การเจริญเติบโต การสร้างใบ ลำต้น และจานดอก ให้มีขนาดโตขึ้น แต่ปริมาณไนโตรเจนที่มากเกินไปจะทำให้เปอร์เซ็นต์โปรตีนในเมล็ดเพิ่มขึ้นในขณะเดียวกัน เปอร์เซ็นต์น้ำมันจะลดลง (สุพจน์, 2557) ฟอสฟอรัสเป็นตัวช่วยสร้างระบบรากให้แข็งแรงและให้การสังเคราะห์น้ำมันเป็นไปอย่างปกติ และปริมาณฟอสฟอรัสมากจะช่วยลดการคายน้ำของทานตะวัน ส่วนโพแทสเซียมช่วยให้ต้นทานตะวันมีความต้านทานต่อโรคได้ดี แม้จะปลูกในดินเลวแต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอย่างเพียงพอ ทานตะวันก็สามารถเจริญเติบโตได้ดี สูตรปุ๋ยที่แนะนำให้ใช้ได้แก่ สูตร 15-15-15 อัตรา 25-30 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 16-16-8 อัตรา 30-35 กิโลกรัมต่อไร่ หรือสูตร 16-11-14 อัตรา 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยการใส่รองพื้นพร้อมปลูก ควรมีการใส่ปุ๋ยยูเรียแต่งหน้าเมื่อทานตะวันอยู่ในระยะสร้างดอก และดอกบาน ในอัตรา 20-25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่ออายุประมาณ 30 วัน ซึ่งสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 10 เปอร์เซ็นต์ กรณีที่เป็นดินขาดโบรอน ควรใส่ผลโบรอนประมาณ 2 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อเพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณภาพของทานตะวัน (สุพจน์, 2557)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เผยแพร่ในบทความวิจัยทั้งที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุมชน และวิทยาศาสตร์

หน่วยงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่

- 1) เกษตรกร
- 2) หน่วยงานท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องด้านการพัฒนาอาชีพและเสริมสร้างความมั่นคงให้แก่เกษตรกร
- 3) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ
- 4) มหาวิทยาลัย หรือหน่วยงานการศึกษา

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี หรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ตั้งแต่ขั้นตอนกระบวนการวิจัยมีการทำงานร่วมกับเกษตรกรและชุมชน ด้วยเหตุนี้ในแต่รอบการศึกษาวิจัยจะมีการถ่ายทอดผลการวิจัยสู่กลุ่มเกษตรกร ทายาทเกษตรกร

หลังการดำเนินการวิจัยมีการทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทานตะวันด้วยการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อมอบให้ตัวแทนกลุ่มหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับการให้ความรู้แก่เกษตรกร

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง /เก็บข้อมูล

การวิจัยในโครงการมีการทดลอง ดังนี้

- 1) การทดสอบศักยภาพของทานตะวันในการให้ผลผลิตเมล็ดในแปลงเกษตรกร
- 2) การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวัน

สถานที่ทำวิจัย

แปลงเกษตรกรในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ห้องปฏิบัติการเคมี คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

คำสำคัญ (Keyword)

ทานตะวัน พืชหมุนเวียน พืชทนแล้ง การวิจัยชุมชน เศรษฐกิจครัวเรือน

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1) การทดสอบศักยภาพของทานตะวันในการให้ผลผลิตในแปลงเกษตรกร

แบ่งการศึกษาเป็นสองแปลง ในสองพื้นที่ปลูก ได้แก่ แปลงที่ 1 พื้นที่ระหว่างแปลงปาล์มของเกษตรกร ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และแปลงที่ 2 พื้นที่ในการดูแลของเทศบาลตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทั้งสองแปลงเป็นตัวแทนแปลงศึกษาในสภาพการใช้ประโยชน์เดิมที่แตกต่างกันในพื้นที่เดียวกันคืออำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยทั้งสองแปลงนักวิจัย เกษตรกรเป็นผู้เตรียมแปลงและนักวิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลอง สำหรับวิธีการเตรียมแปลง ได้แก่ การไถสองรอบเพื่อให้ดินมีความละเอียดเพียงพอต่อการปลูกทานตะวัน แต่ในแปลงที่ 1 มีการยกร่องปลูก เพื่อการให้น้ำผ่านร่องปลูก ขณะที่ในแปลงที่ 2 ไม่มีการยกร่องปลูก เนื่องจากเป็นการปลูกโดยอาศัยน้ำฝน (ข้อมูลน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย และความยาวนานของแสงแดด แสดงในตารางภาคผนวกที่ 6-8)

กรรมวิธีการทดลอง วิธีการปลูก การจัดการแปลงทานตะวัน

ทานตะวันที่ใช้ในการทดลอง คือ พันธุ์ลูกผสมไพโอเนียจัมโบ้ ของบริษัทไพโอเนีย ซึ่งเป็นพันธุ์หนึ่งที่เป็นที่นิยมของเกษตรกรทั่วไป ทำการศึกษากรรมวิธีการทดลองในการจัดการ 4 กรรมวิธี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธี ทั้ง 4 ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 รองพื้นก่อนปลูก 30 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก

แปลงที่ 1 ปลูกวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ขนาดแปลงย่อยในแต่ละซ้ำ มีขนาด 5.6 x 8 ตารางเมตร มีการใส่ปุ๋ยก่อนการปลูกโดยการผสมกับดินในแต่ละแปลงปลูก ระยะห่างระหว่างแถวปลูก 70 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตรปลูก 3-4 เมล็ดต่อหลุม แล้วทำการถอนแยกหลังงอกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม เมื่อเมล็ดเริ่มงอกได้ 2-3 วัน ทำการให้น้ำหลังปลูกต่อเนื่องทุกวันจนกว่าเมล็ดจะงอก เมื่อเมล็ดงอกแล้วจะทำการรดน้ำ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ละครั้งให้น้ำนาน 1 ชั่วโมง โดยวิธีให้น้ำผ่านร่องปลูกและให้ทิศทางเดียวทางด้านหัวแปลง มีการกำจัดวัชพืชโดยแรงงานคน เมื่อทานตะวันมีอายุประมาณ 1 เดือน พันธุ์ปลูกใช้พันธุ์ลูกผสม ไพโอเนีย จัมโบ้ ลักษณะของแปลงเกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกทานตะวันนั้น เป็นพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกปาล์มมาแล้ว 3 ปี พื้นที่ของแปลงเป็นดินร่วน ลักษณะพื้นที่เป็นแอ่ง หัวแปลงและท้ายแปลงเป็นเนินสูง ส่วนตรงกลางแปลงเป็นที่ต่ำทำให้เป็นแอ่ง เป็นพื้นที่ลาดเอียงไม่เสมอกัน และเริ่มมีการเก็บผลผลิตปาล์มแล้วแต่ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เพราะมีปัญหาการขาดน้ำในฤดูแล้ง ซึ่งเกษตรกรมีการให้น้ำจากบ่อขุดข้างเป็นบางครั้ง สำหรับการ

ปลูกทานตะวันในแปลงปาล์ม ทำการปลูกระหว่างแถวต้นปาล์ม พื้นที่ปลูกเป็นของเกษตรกร คุณจันทร์ ขุนประเสริฐ ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

แปลงที่ 2 ปลูกวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2558 ขนาดแปลงย่อยในแต่ละซ้ำ มีขนาด 3.5 x 5 ตารางเมตร มีการใส่ปุ๋ยก่อนการปลูกโดยการผสมกับดินในแต่ละแปลงปลูก ระยะห่างระหว่างแถวปลูก 70 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุม 25 เซนติเมตรปลูก 3-4 เมล็ดต่อหลุม แล้วทำการถอนแยกหลังงอกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม มีการกำจัดวัชพืชโดยแรงงานคน เมื่อทานตะวันมีอายุประมาณ 1 เดือน พันธุ์ปลูกใช้พันธุ์ลูกผสมไพโอเนีย จัมโบ้ ลักษณะของแปลงเกษตรที่ทำการเพาะปลูกทานตะวันนั้น เป็นพื้นที่ที่เคยมีการปลูกพืชไร่มาแล้ว 1 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2557 พื้นที่ของแปลงเป็นดิน การปลูกอาศัยน้ำฝนตามฤดูกาลเพียงอย่างเดียว พื้นที่ปลูกอยู่ในความรับผิดชอบของเทศบาลตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

การบันทึกข้อมูลในแปลงปลูก

- อายุดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ระยะเวลาที่ดอกในแต่ละแปลงย่อยที่ได้รับการรวมวิธีการทดลองต่าง ๆ มีการบานของดอกอย่างน้อย 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนต้นทั้งหมดในแปลงย่อยนั้น

- ความสูงของต้นวัดจากระดับผิวดินถึงยอดดอก วัดจาก 20 ต้นในแต่ละแปลงย่อย แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูล โดยวัดที่ระยะการเก็บเกี่ยวของทานตะวัน

- เส้นผ่าศูนย์กลางจานดอกสุ่มวัดจาก 20 ต้นในแต่ละแปลงย่อย โดยวัดที่ระยะการเก็บเกี่ยวของทานตะวัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

- ผลผลิตเมล็ดต่อแปลงย่อย และทำการคำนวณเป็นพื้นที่ต่อไร่ อายุเก็บเกี่ยว 100 วัน

- เปอร์เซ็นต์กะเทาะ วัดจากเมล็ดที่ได้จากการกะเทาะโดยหาค่าเป็นน้ำหนักเทียบกัน ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์กะเทาะ} = \left[\frac{\text{น้ำหนักเนื้อในเมล็ด (หลังกะเทาะ)}}{\text{น้ำหนักเมล็ดทั้งเปลือก (ก่อนกะเทาะ)}} \right] \times 100\%$$

ทั้งนี้หาทั้งโดยแรงงานคนและโดยเครื่องมือกะเทาะขนาดเล็ก

ประสิทธิภาพการใช้เครื่องกะเทาะ = $\left(\frac{\text{น้ำหนักเปลือกที่เกิดจริงหลังกะเทาะ}}{\text{น้ำหนักเปลือกที่ควรจะได้รับเมื่อคำนวณโดยเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยแรงงานคน}} \right) \times 100\%$

ในการเก็บผลผลิตทานตะวันในแต่ละกรรมวิธีการทดลองจะเก็บตลอดแปลง ยกเว้นแถวขอบแปลงและหัวท้ายแปลงและทำการวัดพื้นที่เก็บ จากนั้นนำจานดอกทานตะวันมาตากแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้นของเมล็ดทานตะวัน ประมาณ 1-2 วัน จากนั้นก็นำไปสีเพื่อนำเมล็ดออกจากจานดอก

การหีบน้ำมัน

- นำเมล็ดทานตะวันมาแกะเปลือกหุ้มเมล็ด เพื่อให้ง่ายต่อการหีบ และมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่ได้จากการหีบ สำหรับการแกะเปลือกเมล็ดเนื้อในทานตะวัน
- ตั้งอุณหภูมิเครื่องหีบน้ำมันแบบสกรูอัด (screw press) ที่ 65 องศาเซลเซียส น้ำมันที่ได้ภายหลังการหีบ บรรจุในภาชนะแก้ว สีชา ที่มีฝาปิดมิดชิด และเก็บน้ำมันทานตะวันไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาคุณภาพน้ำมันก่อนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์วิตามินอี (Baydar and Akkurt, 2001; Previc et al., 2015)

- 1) เตรียมสารละลาย α - α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH) ปริมาตร 50 ml โดยชั่ง DPPH 20 mg เติม Ethyl acetate 25 ml เป็นตัวทำละลาย แล้วเจือจางลง 1/5 ด้วย ethyl acetate
- 2) การเตรียมตัวอย่างมาตรฐาน (standards)
 - ชั่งวิตามินอี 0.0056 g ใส่ลงใน eppendrop tube เติม ethyl acetate 2 ml ได้ standard stock solution 1 เข้มข้น 2.85 mg/ml
 - เจือจางสารละลายลง 1/3 เท่า โดยปิเปต standard stock solution 1 ใส่ในหลอดใหม่ 0.5 mg/ml แล้วเติม ethyl acetate 1 ml ได้สารละลายวิตามินอี standard stock solution 2 มีความเข้มข้น 0.95 mg/ml
 - เตรียม working standard solution ตามรายละเอียดในตาราง ดังนี้

Standard	Standard stock 2	Ethyl acetate (mg/ml)	ความเข้มข้น (μ g/ml)
STD 1	0	1,000	0
STD 2	20	980	19
STD 3	40	960	38
STD 4	80	920	76
STD 5	120	880	114
STD 6	160	840	152
STD 7	200	800	190

3) การเตรียมตัวอย่าง

- ปิเปตน้ำมัน 0.2 ml (ทราบน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่ใน eppendrop tube แล้วเจือจางลง 1/5 ด้วย ethyl acetate

4) การวิเคราะห์

- ปิเปตสารละลายตัวอย่าง หรือสารละลายมาตรฐาน 0.2 ml แล้วเติมสารละลายDPPH 1 ml ลงในหลอด eppendrop tube ปิดฝาดังตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 522 nm แบลงค์ คือ ethyl acetate

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) โดยปัจจัยที่ศึกษา คือ การใส่ปุ๋ย ซึ่งทั้งหมด 4 กรรมวิธีการทดลอง โดยใช้โปรแกรมช่วยในการคำนวณ Excel

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

แปลงที่ 1 ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พ.ศ. 2558

แปลงที่ 2 ตั้งแต่เดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2558

2) การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจจรวดเรือน โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวัน

1) เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล

1.1) เก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านการผลิต ต้นทุนและรายได้จากการผลิตทานตะวันและพืชไร่ชนิดอื่นๆ ได้แก่ ข้าว และสับปะรด จากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างที่เป็นผู้ทดลองปลูกทานตะวัน ซึ่งเกษตรกรตัวอย่างดังกล่าวเป็นผู้ที่เคยได้รับการถ่ายทอดวิชาการ เรื่อง ทิศทาง และรูปแบบการผลิต-การใช้ประโยชน์ทานตะวันในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และเกิดความสนใจทดลองปลูกทานตะวันในที่ดินของตนเอง ในตำบลทับใต้ และตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 4 ท่าน ได้แก่

- เกษตรกรที่ทำการทดลองปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง ในพื้นที่ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 1 ท่าน
- เกษตรกรที่ทำการทดลองปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม (ปลูกแทรกในพื้นที่ว่างระหว่างแถว) ในพื้นที่ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 1 ท่าน
- เกษตรกรที่ทำการทดลองปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด ในพื้นที่ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 1 ท่าน
- เกษตรกรที่ทำการทดลองปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (ปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย) ในพื้นที่ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 1 ท่าน

โดยทำการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่างด้วยแบบสัมภาษณ์เกษตรกร (ดังแสดงในภาคผนวก) ใน 2 ช่วงเวลา ได้แก่ มีนาคม 2558 เก็บข้อมูลในพื้นที่ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และ กุมภาพันธ์ 2559 เก็บข้อมูลในพื้นที่ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.2) รวบรวมเอกสารวิชาการ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร และสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรด้วยแบบสัมภาษณ์ (ดังแสดงในภาคผนวก) จะทำการรวบรวมข้อมูลที่ได้นำมาคำนวณหาต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตเมล็ดทานตะวัน และนำไปเปรียบเทียบกับต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตพืชไร่ชนิดอื่นๆ ซึ่งได้เคยปลูกในพื้นที่นั้นๆ

2.1) การคำนวณต้นทุนการผลิตเมล็ดทานตะวัน (หน่วย : บาทต่อไร่ต่อ 1 รอบการผลิต หรือ บาทต่อ 1 งานต่อ 1 รอบการผลิต)

2.1.1) ค่าใช้ที่ดิน

ค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อ 1 รอบการผลิต

= จำนวนพื้นที่เพาะปลูกทานตะวัน (ไร่) × อัตราค่าเช่าต่อไร่ต่อปี × (4/12)

ค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อไร่ 1 รอบการผลิต

= ค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อ 1 รอบการผลิต/จำนวนพื้นที่เพาะปลูกทานตะวัน (ไร่)

ค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่องาน 1 รอบการผลิต

= ค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อไร่ 1 รอบการผลิต $\times (1/4)$

2.1.2) ค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร

ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อปี = มูลค่าเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร/อายุการใช้งาน

ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อ 1 รอบการผลิต = ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อปี $\times (4/12)$

ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อไร่ 1 รอบการผลิต

= ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อ 1 รอบการผลิต / จำนวนพื้นที่เพาะปลูกทานตะวัน (ไร่)

ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่องาน 1 รอบการผลิต

= ค่าเสื่อมราคาเฉลี่ยต่อไร่ 1 รอบการผลิต $\times (1/4)$

2.1.3) ค่าแรงงานในการปลูกถึงเก็บเกี่ยว

ค่าจ้างแรงงานเฉลี่ยต่อไร่

= [ค่าจ้าง (บาท/วัน) $\times$ จำนวนคน $\times$ จำนวนวัน] / จำนวนพื้นที่ปลูกทานตะวันรวม (ไร่)

ค่าจ้างแรงงานเฉลี่ยต่องาน = ค่าจ้างแรงงานเฉลี่ยต่อไร่ $\times (1/4)$

2.1.4) ค่าวัสดุการเกษตร

ค่าเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยต่อไร่ = ค่าเมล็ดพันธุ์รวมทั้งหมด/จำนวนพื้นที่ปลูกทานตะวันรวม (ไร่)

ค่าเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยต่องาน = ค่าเมล็ดพันธุ์เฉลี่ยต่อไร่ $\times (1/4)$

ค่าปุ๋ยเฉลี่ยต่อไร่ = ค่าปุ๋ยรวมทั้งหมด/จำนวนพื้นที่ปลูกทานตะวันรวม (ไร่)

ค่าปุ๋ยเฉลี่ยต่องาน = ค่าปุ๋ยเฉลี่ยต่อไร่ $\times (1/4)$

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อไร่ = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งหมด/จำนวนพื้นที่ปลูกทานตะวันรวม (ไร่)

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่องาน = ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อไร่ $\times (1/4)$

2.2) การคำนวณผลตอบแทนการผลิตเมล็ดทานตะวัน (หน่วย: บาทต่อไร่ต่อ 1 รอบการผลิต หรือ บาทต่องานต่อ 1 รอบการผลิต)

2.2.1) รายได้ทั้งหมด = น้ำหนักผลผลิตรวม $\times$ ราคาเมล็ดทานตะวัน (ไม่ได้กะเทาะเปลือก) ที่เกษตรกรขายได้ (โดยอาจขายให้กับ ผู้รวบรวม หรือพ่อค้ารับซื้อในท้องถิ่น เป็นต้น)

2.2.2) รายได้สุทธิ = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด

2.2.3) รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนที่เป็นเงินสดทั้งหมด

2.2.4) กำไรสุทธิ = รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด

2.2.5) กำไรต่อกิโลกรัม = กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การทดสอบศักยภาพของทานตะวันในการให้ผลผลิตในแปลงเกษตรกร

จากการศึกษาทั้ง 2 แปลง ของสองพื้นที่ปลูก ได้แก่ แปลงที่ 1 พื้นที่ระหว่างแปลงปาล์มของเกษตรกร ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และแปลงที่ 2 พื้นที่ในการดูแลของเทศบาลตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ลักษณะของแปลงที่ทำการปลูกทานตะวัน

แปลงที่ 1 เกษตรกร คุณจันทร์ ขุนประเสริฐ บ้านเลขที่ 191 หมู่ 29 ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะของแปลงเกษตรที่ทำการเพาะปลูกทานตะวันนั้น เป็นพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกปาล์มมาแล้ว 3 ปี พื้นที่ของแปลงเป็นดินมีลักษณะร่วน ลักษณะพื้นที่เป็นแอ่ง หัวแปลงและท้ายแปลงเป็นเนินสูง ส่วนตรงกลางแปลงเป็นที่ต่ำทำให้เป็นแอ่ง เป็นพื้นที่ลาดเอียงไม่เสมอกัน และเริ่มมีการเก็บผลผลิตปาล์มแล้วแต่ผลผลิตค่อนข้างต่ำ เพราะมีปัญหาการขาดน้ำในฤดูแล้งเนื่องจากปาล์มเป็นพืชที่ต้องการน้ำปริมาณมาก ซึ่งเกษตรกรมีการให้น้ำจากบ่อขุดบ้างเป็นบางครั้ง ต้นปาล์มมีการเจริญเติบโตช้า และทรงพุ่มน้อยทำให้เหลือพื้นที่ระหว่างต้นปาล์มเป็นพื้นที่กว้าง ด้วยเหตุนี้แปลงศึกษานี้จึงมุ่งหวังทดสอบทานตะวันสำหรับแปลงที่ยังใช้ประโยชน์ไม่เต็มพื้นที่ สำหรับการปลูกทานตะวันในแปลงปาล์ม ทำการปลูกระหว่างแถวต้นปาล์ม (ข้อมูลองค์ประกอบเคมีดินแสดงในตารางที่ 1)

แปลงที่ 2 เป็นพื้นที่ปลูกพืชด้วยแบบเกษตรอินทรีย์ของเทศบาลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ลักษณะแปลงเป็นแปลงที่เคยปลูกพืชมาก่อน ดินเป็นดินร่วนปนทราย พื้นที่มีความลาดเอียงและสม่ำเสมอ เป็นแปลงที่ปลูกโดยอาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียว (ข้อมูลองค์ประกอบเคมีดินแสดงในตารางที่ 2)

แปลงที่ 1 เริ่มปลูกวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558

แปลงที่ 2 เริ่มปลูกวันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2558

องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางฟิสิกส์และเคมีของดินแปลงปาล์ม (แปลงที่ 1)

ค่าความเป็นกรด/ด่าง	Organic matter	การนำไฟฟ้า	ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (%)		
pH	OM ¹	ECe ²	N ⁶	P ⁷	K ⁸
(1:1)	(%)	(dS/m)			
6.04	0.86	1.63	0.07	0.01	0.13
ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)					
NH ₄ -H ³	NO ₃ -N ³	P ⁴	K ⁵	Ca ⁵	Mg ⁵
21.32	ND	5.46	66.69	1,003.29	81.76

1 = Walkley and black, 2 = Saturated soil extract, 3 = KCl extraction, Distillation

4 = Bray II extraction, Spectroscopy, 5 = NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy

6 = Microkjeldahl, 7 = Acid digestion, Spectroscopy, 8 = Acid digestion, Atomic spectroscopy

ND = Non Detected

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางฟิสิกส์และเคมีของดินแปลงเทศบาล (แปลงที่ 2)

ค่าความเป็นกรด/ด่าง	Organic matter	การนำไฟฟ้า	ค่าไนโตรเจนทั้งหมด และสัดส่วน C/N	
pH	OM ¹	ECe ²	Total N ³	C/N ratio ⁷
(1:1)	(%)	(dS/m)		
6.76	0.78	0.42	0.05	9.0:1
ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (mg/kg)				
NH ₄ -H ⁴	NO ₃ -N ⁴	P ⁵	K ⁶	
7.11	7.11	3.91	84.20	

1 = Walkley and Black

2 = Saturated soil extract

3 = Microkjeldahl

4 = KCL extraction, Distillation

5 = Bray II extraction, Spectroscopy

6 = NH₄OAc extraction, Atomic spectroscopy

7 = Calculated from Organic Carbon and Total Nitrogen

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางฟิสิกส์และเคมีของปุ๋ยอินทรีย์

ปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด (%)				
N ¹	P ²	K ³	Ca ³	Mg ³
0.79	0.24	0.46	1.12	0.50
pH (1:10)	OM ⁴ (%)	EC (1:10)(dS/m)	C/N ratio ⁵	
7.90	8.79	3.50	6.5:1	

1 = Microkjeldahl, 2 = Acid digestion, Spectroscopy,

3 = Acid digestion, Atomic spectroscopy, 4 = Walkley and Black

5 = Calculated from Organic Carbon and Total Nitrogen

สำหรับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าในหลายลักษณะมีความแปรปรวนภายในแต่ละกรรมวิธีการทดลองสูง ส่งผลให้ค่า error mean square มีค่าสูง ส่งผลให้การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนของความแปรปรวนระหว่างกรรมวิธีต่อความแปรปรวนภายในแต่ละกรรมวิธีมีค่าต่ำ เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ศึกษา รวมทั้งค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีที่เป็นไปในทิศทางที่แตกต่างกันสำหรับหลาย ๆ ลักษณะศึกษา ด้วยเหตุนี้ รายงานผลการวิจัยจะขอเสนอทั้งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมกับค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ เพื่อประกอบการวิจารณ์ผลเพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อผลการศึกษามากยิ่งขึ้น

แปลงที่ 1 พื้นที่ระหว่างแปลงปาล์มของเกษตรกร ตำบลทับใต้ อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา

จากการศึกษาลักษณะความสูงของต้นทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 4) พบว่า ความสูงของต้นจากการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธีการทดลอง 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (T1) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ (T3) กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ พบว่า ความสูงของต้นทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นทานตะวัน แปลงที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	1997.031	665.677	0.37	0.775 ^{ns}
Treat	3	2382.781	794.260	0.44	0.727 ^{ns}
Error	9	16085.250	1787.250		
Corrected Total	15	20465.063			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยความสูงของต้นทานตะวัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย มีค่าสูงมาก โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงที่สุดถึง 42.50% เมื่อเทียบกับความสูงต้นและกรรมวิธีที่ 4 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุดแต่มีค่า 19.22% เมื่อเทียบกับความสูงต้น เมื่อมองในภาพรวมของทั้ง 4 กรรมวิธีที่มีค่าเท่ากับ 130.2 ± 12.9 หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 9.91% เมื่อเทียบกับความสูงต้น (ตารางที่ 5) ข้อสังเกตจากในแปลงพบต้นสูงโดยเฉพาะบริเวณหัวแปลงกับท้ายแปลง แต่ขณะที่กลางแปลงต้นเล็ก เนื่องจากการให้น้ำตามร่องจึงอาจทำให้หัวแปลงและท้ายแปลงได้รับน้ำดีกว่า (ภาพภาคผนวกที่ 1)

สำหรับการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นในกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ กลับพบว่า ต้นทานตะวันมีความสูงต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของแปลงปลูกที่ไม่มีความสม่ำเสมอ ทั้งนี้จากการสังเกตแปลงปลูกพบว่านอกจากพื้นที่ที่มีความลาดเอียงที่ส่งผลต่อการจัดการน้ำแบบให้ผ่านร่องแล้ว ยังพบลักษณะสีของดินที่แตกต่าง ทั้งนี้สีของดินสามารถสะท้อนความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะสีดินจะสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับอินทรีย์วัตถุ ปริมาณจุลธาตุบางชนิด เช่น ธาตุเหล็ก ความสามารถในการระบายน้ำ กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดิน และยังสัมพันธ์กับพื้นที่ปลูก และชนิดของดิน และขนาดอนุภาคดิน เป็นต้น (Poss and Valentin, 1983; Mauricio and Ildeu, 2005; Koné et al., 2009a; Koné et al., 2009b) ซึ่งในดินจะมีธาตุอาหารที่สำคัญมากมาย โดยธาตุอาหารที่สำคัญมากที่สุดคือ ไนโตรเจน ถ้ามีมากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลกระทบต่อความสูงของต้น (ศรีสุตาและพัฒนา, 2553) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงในแปลงปลูก (ตารางที่ 5) ดังจะเห็นได้จากการที่พบความคลาดเคลื่อนสูงในทุกๆ กรรมวิธีการให้ปุ๋ย

อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช และสำหรับความสูงต้นโดยศรีสุตา และพัฒนา (2553) พบว่าความสูงของต้นทานตะวันพันธุ์ลูกผสมโดยทั่วไปมีค่าเฉลี่ยสูงเกินกว่า 150 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าต่างจากความสูงที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ที่มีการศึกษาโดยใช้พันธุ์โพเอเนีย จัมโบ้ จะเห็นได้ว่าแม้การใส่ปุ๋ยจะส่งเสริมความสูงหรือการเจริญเติบโตของต้น แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินประกอบด้วยเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SE) ของความสูง และเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน แปลงที่ 1

กรรมวิธีการทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (เซนติเมตร)
ไม่ใส่ปุ๋ย	119.9 $\pm$ 50.8	9.2 $\pm$ 0.8
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอง พื้นก่อนปลูก	140.8 $\pm$ 26.1	11.2 $\pm$ 0.4
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อน ปลูก	143.8 $\pm$ 47.6	10.7 $\pm$ 0.6
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อน ปลูก	116.3 $\pm$ 22.4	9.0 $\pm$ 0.4
Mean	130.2 $\pm$ 12.9	10.0 $\pm$ 0.4
CV (%)	32.47	28.62

จากการศึกษาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 6) พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกจากการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธีการทดลอง 4 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน แปลงที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	7.850	2.617	0.32	0.8117 ^{ns}
Treat	3	14.386	4.795	0.58	0.6402 ^{ns}
Error	9	73.856	8.206		
Corrected Total	15	96.092			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในทุกกรรมวิธีมีค่าไม่ค่อยสูงมากนักเมื่อเทียบกับความสูงต้น (ตารางที่ 5) โดยกรรมวิธีที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงที่สุดคือ 8% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย 9.2 เซนติเมตร ขณะที่กรรมวิธีที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุดคือ 3% ของค่าเฉลี่ย 9.0 เซนติเมตร เมื่อมองในภาพรวมของทั้ง 4 กรรมวิธี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 10.0 ± 0.40 หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 4% ของค่าเฉลี่ย อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่าศูนย์กลางดอกดังกล่าวถือว่ามีความสูงซึ่งเป็นอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ขณะที่รายงานก่อนหน้านี้กล่าวว่าขนาดดอกอิทธิพลเนื่องจากพันธุกรรมสูงกว่าสิ่งแวดล้อม (ศรีสุตาและพัฒนา,

2553) การแสดงความแปรปรวนของขนาดดอกในการศึกษาครั้งนี้เป็นอิทธิพลส่วนใหญ่เนื่องจากพื้นที่แปลง ทั้งความอุดมสมบูรณ์ และสภาพแปลงที่อาจส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมขังในแปลงปลูก

ข้อสังเกตจากในแปลงพบว่าขนาดของดอกไม่เท่ากันทั้งแปลง ซึ่งการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีที่ต่างกันไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของแปลงปลูกที่ไม่มีความสม่ำเสมอ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในแปลงปลูก แต่อย่างไรก็ตามค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่พบสำหรับขนาดเส้นศูนย์กลางดอก มีค่าน้อยกว่าความสูงต้นหรืออาจกล่าวได้ว่าไม่สม่ำเสมอของแปลงปลูกกระทบต่อลักษณะขนาดดอกน้อยกว่าความสูง

การใส่ปุ๋ย ความอุดมสมบูรณ์ของดินกับปริมาณความชื้นถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อขนาดดอก ทานตะวัน ซึ่งการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่พอเหมาะจะส่งผลให้ทานตะวันมีจานดอกขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการติดเมล็ดเป็นจำนวนมาก โดยศรีสุตาและพัฒนา (2553) พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวันพันธุ์ลูกผสมโดยเฉลี่ยมีค่าเกิน 10 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าแม้การใส่ปุ๋ยจะส่งเสริมให้กับขนาดของดอก แต่ในการทดลองครั้งนี้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางดอกของพันธุ์โพเนย์ จัมโบ้ มีค่าประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดต่ำสุดตามที่ศรีสุตาและพัฒนา (2553) รายงานไว้ข้างต้น

จากการศึกษาผลผลิตทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 7) พบว่า ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ของผลผลิตทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตเมล็ดต่อไร่ แปลงที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	5026.025	1675.342	0.21	0.8841 ^{ns}
Treat	3	8354.200	2784.734	0.36	0.7861 ^{ns}
Error	9	70377.483	7819.720		
Corrected Total	15	83757.709			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยผลผลิตของน้ำหนักเมล็ดทานตะวันต่อไร่ (ตารางที่ 8) พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยมีค่าสูงในหลายกรรมวิธี โดยการใส่ปุ๋ยที่ต่างกันทำให้น้ำหนักเมล็ดต่อไร่ทั้ง 4 กรรมวิธี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.4 ± 10.2 หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 10% ของผลผลิตเมล็ดต่อไร่ แต่พบว่ามีค่า CV หรือสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกว่า 98.91 เปอร์เซนต์

ด้วยเหตุนี้ สาเหตุของการพบความแปรปรวนได้มาจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะความอุดมสมบูรณ์ของแปลงไม่มีความสม่ำเสมอ ดังจะเห็นได้จากการที่พบค่าความคลาดเคลื่อนในทุกๆ กรรมวิธีการให้ปุ๋ย และการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์

ที่อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ เกือบสองเท่า แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของสภาพแปลงปลูกที่อาจมีความไม่สม่ำเสมอเกินไป

อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยหรือปริมาณธาตุอาหารถือว่ามียิทธิพลต่อน้ำหนักเมล็ดและผลผลิตของทานตะวัน เช่นเดียวกับความชื้นในดิน (ธีรชัย, 2554) อย่างไรก็ตาม พบว่าทานตะวันพันธุ์ลูกผสมต่อไร่ มีค่าผลผลิตเฉลี่ยเกิน 200 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่าต่างจากการทดลองครั้งนี้ที่ให้ค่าค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 89.40 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตเมล็ดต่อไร่ ($\pm$ SD) และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 1

กรรมวิธีการทดลอง	น้ำหนักผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่)	อายุวันดอกบาน (วัน) (50% ดอกบาน)
ไม่ใส่ปุ๋ย	77.97 $\pm$ 21.79	58.50 $\pm$ 0.29
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอง พื้นก่อนปลูก	99.58 $\pm$ 9.32	57.00 $\pm$ 0.63
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้น ก่อนปลูก	120.47 $\pm$ 25.54	58.50 $\pm$ 0.69
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้น ก่อนปลูก	59.58 $\pm$ 6.54	57.00 $\pm$ 0.55
Mean	89.40 $\pm$ 10.23	57.75 $\pm$ 0.68
CV (%)	98.91	4.22

จากการศึกษาอายุวันดอกบานของทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 9) พบว่า อายุดอกบานจากการใช้ปุ๋ยในกรรมวิธีทั้ง 4 กรรมวิธีของทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวันดอกบาน (50 เปอร์เซ็นต์ดอกบาน) แปลงที่ 1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	22.500	7.500	1.26	0.3446 ^{ns}
Treat	3	9.000	3.000	0.50	0.6886 ^{ns}
Error	9	53.500	5.944		
Corrected Total	15	85.000			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยของอายุดอกบาน (ตารางที่ 8) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธี มีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 57-58 วัน จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยไม่ส่งผลต่อการบานของดอกทานตะวัน ซึ่งอายุดอกบานบ่งบอกถึงสรีรวิทยาของพืช ในช่วงการผสมเกสรของดอก อย่างไรก็ตามทานตะวันจะมีอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ที่ปลูก วิธีการเก็บเกี่ยวนั้นให้สังเกตจากด้านหลังของจานดอกจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซึ่งเป็นช่วงการสร้างน้ำมันในเมล็ดจะเริ่มลดลง และจะหยุดสร้างน้ำมัน เมื่อจานดอกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลก็เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

ลักษณะเปอร์เซ็นต์กะเทาะและเปอร์เซ็นต์น้ำมันเป็นการแสดงลักษณะที่ไม่ได้นำเข้าการวิเคราะห์ความแปรปรวน ทำให้ไม่สามารถประเมินผลของกรรมวิธีการทดลองต่าง ๆ ได้ แต่จากการประเมินการใส่ปุ๋ยทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะมากที่สุดคือ 65.96% และกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะน้อยที่สุด คือ 55.56% (ตารางที่ 10) ซึ่งมีรายงานวิจัย พบว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อเปอร์เซ็นต์กะเทาะของเมล็ดทานตะวัน ซึ่งการใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จะทำให้เปอร์เซ็นต์กะเทาะสูง คือเมล็ดทานตะวันมีสัดส่วนเปลือกกับเนื้อในที่เหมาะสมกัน ดังนั้นหากต้องการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ควรมีการวิเคราะห์ดินก่อนปลูก เพื่อให้สามารถเลือกชนิดและปริมาณปุ๋ยที่เหมาะสมกับการผลิตทานตะวันได้

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) ของเปอร์เซ็นต์กะเทาะ เปอร์เซ็นต์น้ำมันและปริมาณวิตามินอีในน้ำมันทานตะวัน แปลงที่ 1

กรรมวิธีการทดลอง	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ไม่ใส่ปุ๋ย	56.25%	47.14 $\pm$ 0.51	438 $\pm$ 61
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	65.96%	46.07 $\pm$ 0.31	476 $\pm$ 44
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัม ต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	55.56%	40.21 $\pm$ 0.62	543 $\pm$ 46
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม ต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	60.00%	40.03 $\pm$ 1.58	459 $\pm$ 7
Mean	59.44%	43.61 $\pm$ 1.75	479 $\pm$ 45

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันทานตะวันในแต่ละกรรมวิธีมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 10) รวมทั้งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างต่ำ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันทานตะวัน เท่ากับ 43.61 แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากรรมวิธีที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ย และกรรมวิธีที่ 2 การใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันสูงกว่า กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่ 200 และ 400 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

โดยมีค่าแตกต่างกันประมาณ 6-7 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นชนิดและการใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของธาตุที่เหมาะสม สามารถเพิ่มปริมาณน้ำในเมล็ดทานตะวันได้ (Akbari et al., 2011)

สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณวิตามินอีในน้ำมันทานตะวัน (ตารางที่ 10) พบว่าปริมาณวิตามินอีในน้ำมันมีค่าอยู่ระหว่าง 438-543 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินอีในน้ำมันแต่ละกรรมวิธีได้ค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประเมินอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยแต่ละกรรมวิธีต่อปริมาณของวิตามินอีในน้ำมันทานตะวัน

แปลงที่ 2 พื้นที่ในการดูแลของเทศบาลตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

จากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีดิน (ตารางที่ 2) ในพื้นที่ปลูกที่เคยทำการเกษตรมาก่อน (ตารางภาคผนวกที่ 2) โดยทำการปลูกทานตะวันในฤดูฝน ระหว่างเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2558 เมื่อทำการปลูกทานตะวัน ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะความสูงของต้นทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 11) พบว่า ความสูงของต้นจากการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธี 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ พบว่า ความสูงของต้นทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบความแตกต่างระหว่างบล็อกที่ทำการแบ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการประเมินจากลักษณะภายนอกที่ค่อนข้างสม่ำเสมอของสัณฐาน หรือความลาดเอียงไม่สามารถประเมินได้อย่างแม่นยำถึงความสม่ำเสมอขององค์ประกอบเคมีของดินแม้จะเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้มีการวิจัยกรรมวิธีหรือปัจจัยการผลิตอื่น ๆ มาก่อนก็ตาม

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของต้นทานตะวัน แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	769.812	256.604	4.75	0.0299 [*]
Treat	3	461.812	153.938	2.85	0.0975 ^{ns}
Error	9	486.312	54.035		
Corrected Total	15	1717.938			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยความสูงของต้นทานตะวัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย มีค่าต่ำโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับการศึกษาแปลงที่ 1 (ตารางที่ 12) แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอของแปลงปลูกที่ 2 ที่มีมากกว่าแปลงที่ 1 ส่วนหนึ่งเพราะเป็นแปลงปลูกที่เคยทำการเกษตรมาก่อนนั่นเอง โดยกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของสูงของแต่ละกรรมวิธี เท่ากับ 8.5, 5.8, 7.7 และ 2.87% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่ากรรมวิธีที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ยพบ

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุด และต่ำที่สุดพบในกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลในแปลงที่ 1 ที่พบว่ากรรมวิธีที่ 1 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงและต่ำที่สุด ตามลำดับ เมื่อมองในภาพรวมของทั้ง 4 กรรมวิธีที่มีค่าเท่ากับ 157.9 ± 6.2 หรือมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานประมาณ 3.93% เมื่อเทียบกับความสูงต้น (ตารางที่ 12) ซึ่งแปลงที่ 2 นี้ให้ค่าต่ำกว่าแปลงที่ 1 ที่พบค่าเท่ากับ 9.91% แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอในแปลงมากกว่า

สำหรับการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีที่แตกต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกรรมวิธีที่ 4 ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม/ไร่ พบว่า ต้นทานตะวันมีความสูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ (164.9 เซนติเมตร) ทั้งนี้ให้ผลแตกต่างจากข้อมูลในแปลงที่ 1 แต่เมื่อพิจารณาจากค่าความแปรปรวนของการศึกษาที่แสดงในค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนที่พบว่าข้อมูลในแปลงที่ 2 มีค่า CV เท่ากับ 4.65% มีค่าต่ำกว่าแปลงที่ 1 (32.47%) จึงอาจกล่าวได้ว่าข้อมูลในแปลงที่ 2 พบความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากอิทธิพลอื่น ๆ ที่ไม่ได้ทำการศึกษาหรือแยกออกจากการทดลองน้อยกว่าจึงอาจก่อให้เกิดความเชื่อมั่นหรือเชื่อถือผลการศึกษาได้มากกว่า ด้วยเหตุนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 400 กิโลกรัมจึงน่าจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในส่วนที่แสดงออกจากลักษณะความสูงมีมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ แม้จะไม่แตกต่างทางสถิติ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มความสูงต้น เพราะในความเป็นจริงความสูงเป็นลักษณะหนึ่ง que แสดงถึงการเจริญเติบโตของพืช และมีรายงานที่พบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มความสูงได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยเช่นกัน (Keshta et al., 2008; Oshundiya et al., 2014) เนื่องจากพบว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้จำนวนวันปลูกถึงออกดอก/หรืออายุสุกแก่ทางสรีรวิทยาเพิ่มขึ้น นั่นคือมีการเพิ่มขึ้นของระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบในบางแปลงปลูก แต่พบค่าความสูงต้นที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในทุกแปลงที่ศึกษา ซึ่ง Oshundiya et al. (2014) กล่าวว่า เป็นผลมาจากสารอาหารในปุ๋ยอินทรีย์นั่นเอง

ในการศึกษาครั้งนี้ทุกกรรมวิธีทดลองส่งผลต่อค่าความสูงต้นทานตะวันสูงกว่าการปลูกในแปลงที่ 1 แสดงให้เห็นได้ว่าในภาพรวม แปลงที่ 2 น่าจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ส่งผลต่อพืชได้สูงกว่าแปลงที่ 1 แต่อย่างไรก็ตามความอุดมสมบูรณ์ของดินของแปลงที่ 1 มีค่าสูงกว่าแปลงที่ 2 (ตารางที่ 1 และ 2) ส่วนหนึ่งมาจากการภายหลังการปลูกพบว่าแปลงที่ 1 มีความอุดมสมบูรณ์ที่ไม่สม่ำเสมอทั้งแปลงซึ่งพบได้จากความแปรปรวนของผลผลิตที่สูง ซึ่งอาจมองดูไม่สอดคล้องระหว่างผลผลิตที่ได้และค่าองค์ประกอบทางเคมีดินที่ได้จากแปลงที่ 1

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SE) ของความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางดอกและน้ำหนักผลผลิตทานตะวัน แปลงที่ 2

กรรมวิธีทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	เส้นผ่าศูนย์กลางดอก (เซนติเมตร)
ไม่ใส่ปุ๋ย	150.6 $\pm$ 12.7	10.6 $\pm$ 1.8
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รอง พื้นก่อนปลูก	155.5 $\pm$ 9.0	11.3 $\pm$ 2.7
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อน ปลูก	160.8 $\pm$ 12.4	11.4 $\pm$ 1.2
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อน ปลูก	164.9 $\pm$ 4.7	11.6 $\pm$ 1.4
Mean	157.9 $\pm$ 6.2	11.2 $\pm$ 0.5
CV (%)	4.65	8.57

จากการศึกษาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 13) พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกจากการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธี 4 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	34.043	11.347	12.21	0.0016**
Treat	3	2.607	0.869	0.93	0.4631 ^{ns}
Error	9	8.366	0.930		
Corrected Total	15	45.014			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

สำหรับค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวัน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยในทุกกรรมวิธีมีค่าค่อนข้างสูงกว่าเมื่อเทียบกับความสูงต้น (ตารางที่ 12) โดยกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยความสูงในแต่ละกรรมวิธี เท่ากับ 17.39, 23.76, 10.33 และ 12.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยรวมแล้วมีค่าเท่ากับ 4.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าค่าความสูงต้น (3.93 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งผลการศึกษาให้ผลตรงกันข้ามกับการศึกษาในแปลงที่ 1 ที่พบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงกว่าสำหรับความสูงต้น อย่างไรก็ตาม

ตามเมื่อพิจารณาจากความสม่ำเสมอของแปลงที่ 2 ที่สูงกว่าแปลงที่ 1 การพบเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางดอก หรือขนาดดอกมากกว่าความสูง

หากอธิบายในด้านของพันธุกรรมแล้ว อาจอธิบายได้ว่าลักษณะขนาดดอกเป็นลักษณะที่ได้รับผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม หรือจากปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากปัจจัยที่ศึกษาในครั้งนี้สูง (ศรีสุตาและพัฒนา, 2553; Keshta et al., 2008) ทั้งนี้พิจารณาจากการมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูงในทุกกรรมวิธีที่ได้รับแต่ละกรรมวิธี และขณะเดียวกันลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางดอกยังได้รับอิทธิพลอันเนื่องมาจากการใช้ชนิดและปริมาณปุ๋ยที่แตกต่างกัน มากกว่าเมื่อเทียบกับลักษณะความสูงต้น (Keshta et al., 2008)

ทุกกรรมวิธีศึกษาให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของแปลงที่ใส่ปุ๋ยทุกชนิดมีค่าอยู่ระหว่าง 11.3-11.6 เซนติเมตร ขณะที่แปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.6 เซนติเมตร (ตารางที่ 12) อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมดอกยังมีขนาดไม่ใหญ่นักเนื่องจากมีรายงานว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกทานตะวันพันธุ์ลูกผสมโดยเฉลี่ยควรมีค่าเกิน 10 เซนติเมตรขึ้นไป (ศรีสุตา และพัฒนา, 2553)

จากการศึกษาผลผลิตทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 14) พบว่า ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ของผลผลิตทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตเมล็ดต่อไร่ แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	7397.952	2465.984	2.24	0.1527 ^{ns}
Treat	3	3355.998	1118.666	1.02	0.4297 ^{ns}
Error	9	9902.918	1100.324		
Corrected Total	15	20656.868			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยผลผลิตของน้ำหนักเมล็ดทานตะวันต่อไร่ (ตารางที่ 15) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยมีค่าสูงในทุกกรรมวิธี สำหรับกรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเท่ากับ 53.42, 33.73, 22.78 และ 25.75% ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยทุกกรรมวิธีมีผลผลิตเท่ากับ 103.89 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเทียบกับค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.09% พบว่ามีค่า CV หรือสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกว่า 31.93 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าในแปลงที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ยผลผลิตสูงกว่าแปลงที่ 1 (แปลงที่ 1 ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 89.40 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ในภาพรวมทั้งสองแปลงปลูกนับว่ามีผลผลิตค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผลผลิตพันธุ์ลูกผสมมีรายงานส่วนใหญ่ผลผลิตเกิน 200 กิโลกรัมต่อไร่ (ธีรชัย, 2554)

ผลผลิตทานตะวันเป็นลักษณะที่มีได้รับอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อมสูง จากการศึกษา มีค่าประมาณ 24.62-67.74 เปอร์เซ็นต์ (Khair et al., 1992; Khan, 2001) สำหรับการศึกษาในแปลงที่ 2 นี้ มีค่าต่ำในทุกกรรมวิธี ส่วนหนึ่งเป็นเพราะทานตะวันขาดน้ำใน 2-3 สัปดาห์แรกของการปลูกเนื่องจากเกิดฝนทิ้งช่วงในพื้นที่

ทำให้ขณะออกดอกทานตะวันมีขนาดต้นเล็กและดอกมีขนาดเล็กเช่นกัน (ข้อมูลน้ำฝนช่วงเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2558)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) ของผลผลิตเมล็ดต่อไร่ และวันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2

กรรมวิธีทดลอง	น้ำหนักผลผลิตเมล็ด (กิโลกรัมต่อไร่)	วันออกดอก-วันดอกบาน (50% ดอกบาน)
ไม่ใส่ปุ๋ย	99.89 $\pm$ 53.36	49.25 $\pm$ 1.50
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	128.23 $\pm$ 43.25	48.00 $\pm$ 1.41
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	90.29 $\pm$ 20.57	49.25 $\pm$ 1.50
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	97.14 $\pm$ 25.01	48.75 $\pm$ 1.71
Mean	103.89 $\pm$ 16.72	48.81 $\pm$ 0.59
CV (%)	31.93	3.49

จากการศึกษาอายุวันดอกบานของทานตะวัน ภายหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ตารางที่ 16) พบว่า อายุดอกบานจากการใส่ปุ๋ยในกรรมวิธีทั้ง 4 กรรมวิธีของทานตะวันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอายุดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	2.1875	0.7292	0.25	0.8581 ^{ns}
Treat	3	4.1875	1.3958	0.48	0.7029 ^{ns}
Error	9	26.0625	2.8958		
Corrected Total	15	32.4375			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สำหรับค่าเฉลี่ยของอายุดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 15) พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันในทุกกรรมวิธีทดลอง มีค่าอยู่ระหว่างประมาณ 48-49.25 วัน ซึ่งในช่วงการบานของดอกใกล้เคียงกันนี้พบในแปลงที่ 1 เช่นเดียวกัน แต่ในแปลงที่ 2 มีการออกดอกเร็วกว่าในแปลงที่ 1 ที่พบการบานของดอกที่ 50 เปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 57-58 วัน จะเห็นได้ว่าการใส่ปุ๋ยไม่ส่งผลต่อการบานของดอกทานตะวันให้มีค่าแตกต่างกัน หรืออาจ

กล่าวได้ว่า อายุการบานของดอกเป็นลักษณะที่ค่อนข้างกระทบเนื่องจากสิ่งแวดล้อมต่ำ หรือมีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง เช่น รายงานระหว่าง 86-97.7 เปอร์เซ็นต์ (Russell, 1953; Shabana, 1974)

ลักษณะเปอร์เซ็นต์กะเทาะเนื้อในออกจากเปลือกจากแรงงานคน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 17) โดยเปอร์เซ็นต์กะเทาะอยู่ระหว่าง 66.73-70.18 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) โดยค่าที่ได้มีค่าสูงกว่าการศึกษาในแปลงที่ 1 อย่างไรก็ตามความแตกต่างเกิดจากวิธีการกะเทาะ เนื่องจากข้อมูลของแปลงที่ 2 ได้ทำการศึกษาทั้งการกะเทาะโดยแรงงานคนและเครื่องกะเทาะขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นโดยนักวิชาการ วิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ขณะที่ผลการศึกษาของแปลงที่ 1 เป็นผลจากการกะเทาะโดยเครื่องกะเทาะขนาดเล็กดังกล่าวนี้

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยแรงงานคน แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Block	3	1.0595	0.3532	0.06	0.9814 ^{ns}
Treat	3	25.7426	8.5809	1.36	0.3151 ^{ns}
Error	9	56.6714	6.2968		
Corrected Total	15	83.4736			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) ของเปอร์เซ็นต์กะเทาะเนื้อในโดยแรงงานคน โดยเครื่องมือ และประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะขนาดเล็ก

กรรมวิธีการทดลอง	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ โดยแรงงานคน	เปอร์เซ็นต์กะเทาะ โดยเครื่องมือ	ประสิทธิภาพของ เครื่องมือ
ไม่ใส่ปุ๋ย	70.18 $\pm$ 2.89	76.33 $\pm$ 0.47	61.95 $\pm$ 12.59
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	67.65 $\pm$ 0.74	74.33 $\pm$ 2.36	68.97 $\pm$ 24.43
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัม ต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	67.90 $\pm$ 2.18	73.83 $\pm$ 0.71	82.06 $\pm$ 5.54
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัม ต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	66.73 $\pm$ 2.37	72.00 $\pm$ 1.89	61.67 $\pm$ 12.71
Mean	68.11 $\pm$ 0.92	74.12 $\pm$ 2.03	68.66 $\pm$ 14.61
CV (%)	3.68	2.12	22.42

การกะเทาะโดยเครื่องขนาดเล็กไม่พบความแตกต่างระหว่างเปอร์เซ็นต์กะเทาะในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง (ตารางที่ 19) โดยพบว่าค่าอยู่ระหว่าง 72-76.33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับกรรมวิธีทั้ง 4 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 74.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) แม้จะพบว่าค่าเฉลี่ยของการกะเทาะโดยเครื่องมือมีค่าเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่าแต่ไม่ได้หมายถึงการมีประสิทธิภาพในการกะเทาะสูงกว่าแต่อย่างใด ทั้งนี้เพราะเปอร์เซ็นต์กะเทาะทั้งโดยแรงงานคนและโดยเครื่องมือใช้น้ำหนักเนื้อในหลังกะเทาะเทียบกับน้ำหนักเมล็ดทั้งเปลือกเริ่มต้น ด้วยเหตุนี้การใช้เครื่องมือซึ่งมีขนาดเล็กพบว่าไม่สามารถกะเทาะเมล็ดได้หมดทำให้มีเมล็ดบางส่วนไม่ได้กะเทาะหลุดปะปนกับเนื้อในด้วย เป็นสาเหตุให้สัดส่วนน้ำหนักเนื้อในค่อนข้างสูง ทำให้เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยเครื่องมือมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า ด้วยเหตุนี้เมื่อนำมาคำนวณประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือในการกะเทาะพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ (ตารางที่ 20) และประสิทธิภาพในการใช้เครื่องกะเทาะอยู่ที่ 68.66 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 18) ซึ่งนับว่ายังอยู่ระดับปานกลาง หรือยังคงพบเมล็ดที่ไม่ได้กะเทาะอยู่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ นั่นเอง การที่เปอร์เซ็นต์การกะเทาะโดยการใช้เครื่องมือใน 2 รอบการศึกษา คือผลจากการศึกษาแปลงที่ 1 และ 2 ให้ผลที่ต่างกันได้ เป็นเพราะการปรับระดับการทำงานของเครื่องมือในแต่ละครั้งแตกต่างกันทำให้ข้อมูลอาจคลาดเคลื่อนออกไป ทั้งนี้การปรับระดับอาจเพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์เมล็ดแตกหักที่น้อยลง หรือเพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์กะเทาะที่สูงขึ้น เป็นต้น

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยเครื่องมือ แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	19.0417	6.3472	2.58	0.1909 ^{ns}
Error	4	9.8333	2.4583		
Corrected Total	7	28.8750			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของประสิทธิภาพของการกะเทาะโดยเครื่องมือ แปลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	547.0385	182.3462	0.77	0.5680 ^{ns}
Error	4	947.5656	236.8914		
Corrected Total	7	1494.6041			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันทานตะวันในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21) เช่นเดียวกันกับค่าปริมาณวิตามินอี (ตารางที่ 22) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างต่ำ พบเปอร์เซ็นต์น้ำมันทั้ง 4 กรรมวิธีการทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 38.5-40.8% ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันเท่ากับ 39.50 เปอร์เซ็นต์

(ตารางที่ 23) ขณะที่ปริมาณวิตามินทั้ง 4 กรรวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 527-620 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 23)

การที่ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำมันของการศึกษาแปลงที่ 2 (ค่าเฉลี่ย 39.50 เปอร์เซ็นต์) นี้นต่ำกว่าในการศึกษาจากแปลงที่ 1 (ค่าเฉลี่ย 43.6 เปอร์เซ็นต์) ส่วนหนึ่งเป็นเพราะประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ดแต่ละรอบที่แตกต่างกัน เนื่องจากเปอร์เซ็นต์กะเทาะโดยเครื่องมือในแปลงที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 59.44 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แปลงที่ 2 มีค่าเท่ากับ 74.1 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่การกะเทาะโดยแรงงานคนเท่ากับ 68.11 เปอร์เซ็นต์สำหรับพันธุ์ดังกล่าวนี้ นั้นแสดงให้เห็นว่าในการกะเทาะแปลงที่ 1 มีเปลือกบางส่วน และเมล็ดบางส่วนที่ยังไม่ได้กะเทาะหลุดไปอยู่รวมกับเศษของเปลือกทำให้ค่าคำนวณเปอร์เซ็นต์กะเทาะค่อนข้างต่ำ ขณะที่ในส่วนของตัวเองจากแปลงที่ 2 หลังกะเทาะมีส่วนของเมล็ดสมบูรณ์ที่ยังไม่ได้กะเทาะรวมมากับเมล็ดที่ได้รับการกะเทาะมากกว่า ด้วยเหตุนี้เปอร์เซ็นต์กะเทาะจึงค่อนข้างสูงจากการคำนวณน้ำหนัก อย่างไรก็ตามในการนำเมล็ดหลังกะเทาะมาทำการหีบน้ำมันนั้น การมีเมล็ดสมบูรณ์ปะปนเข้ามากสูงในตัวอยางของแปลงที่ 2 ทำให้มีส่วนของเปลือกปนอยู่สูงเช่นกัน ทำให้เมื่อทำการหีบน้ำมันแล้วจึงพบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีค่าต่ำกว่าตัวอยางในแปลงที่ 1 ที่มีส่วนของเมล็ดเต็มที่ยังไม่ได้กะเทาะปะปนมาน้อยกว่า

อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์น้ำมันเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยจากทั้งสองแปลงทดลองพบว่าให้ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมัน (41.55 เปอร์เซ็นต์) ต่ำกว่าที่มีการรายงานอื่น ๆ เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นการรายงานเปอร์เซ็นต์น้ำมันที่ได้จากการสกัดโดยใช้สารเคมี เช่น การสกัดด้วย บิโตรเลียมอีเทอร์จะให้ค่าเท่ากับ 36.14 และ 46.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการสกัดทั้งเปลือกและการสกัดเนื้อในสำหรับทานตะวันที่สร้างขึ้นในบราซิล (Rosa et al., 2009) แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การหีบน้ำมันซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้สารเคมี อย่างไรก็ตามอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมในการเพาะปลูกมีผลเป็นอย่างมากโดยอาจพบปริมาณน้ำมันที่แตกต่างกันในช่วงกว้างตั้งแต่ 29.5 – 55 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อในทานตะวัน (Grompone, 2005; Carvalho et al., 2006 cited by Rosa et al., 2009) หรือจากการศึกษาของ Turhan et al. (2010) ที่พบปริมาณน้ำมันในเมล็ดแตกต่างกันระหว่าง 39.82-44.30 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาโดยมีวิธีการสกัดด้วยสารเคมี ตามแหล่งปลูก ซึ่งไม่เพียงแต่ปริมาณน้ำมันเท่านั้นแต่ยังพบว่าชนิดของกรดไขมัน เช่น กรดลิโนเลอิก โอเลอิก ปาล์มิติก และสเตียริก ต่างก็ได้รับผลกระทบเนื่องจากแหล่งปลูกเช่นกัน จึงอาจกล่าวได้ว่าสิ่งแวดล้อมมีผลทั้งต่อปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมัน อย่างก็ตามสำหรับงานวิจัยดังกล่าวนี้จึงได้รับผลกระทบจากประสิทธิภาพการกะเทาะที่ต่ำเนื่องจากการใช้เครื่องกะเทาะขนาดเล็กที่ผลิตขึ้นเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ได้ในชุมชนอีกด้วย นอกจากนี้การใช้พันธุกรรมที่แตกต่างกันน่าจะส่งผลต่อค่าดังกล่าวนี้ด้วยเช่นกัน

สำหรับค่าวิตามินอีทั้งสองแปลงมีค่าใกล้เคียงกับที่มีรายงานไว้สำหรับทานตะวันที่ 487 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สำหรับน้ำมัน และประมาณ 495 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สำหรับเมล็ดทานตะวัน (Dehgham and Merchant, 2007) แต่การที่ปริมาณวิตามินในแปลงที่สองสูงกว่าแปลงที่ 1 อาจเป็นผลของการเก็บรักษาเมล็ดก่อนนำมาศึกษาน้ำมัน โดยแปลงที่สองมีการเก็บรักษาเมล็ดสั้นกว่า จากการศึกษาของ Gliszczynska-Swiglo et al. (2007) พบว่าน้ำมันทานตะวันที่ได้จากการศึกษาโดยการกลั่น (refined) และการใช้การหีบเย็น (cold-pressed) ให้ค่า total tocopherol หรือวิตามินอี (tocopherol และ tocotrienols เป็น tocol-related

compounds ที่มีความสำคัญในน้ำมันพืช เป็นกลุ่มสารที่ทำงานในวิตามินอี ดังนั้น tocopherol ก็คือ องค์ประกอบของวิตามินอี) เท่ากับ 609 และ 535 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าวิธีการศึกษาก็ส่งผลต่อ tocopherol ซึ่งแม้ว่า tocopherol จะส่งเสริมให้น้ำมันมีความเสถียรต่อการเกิดออกซิเดชัน (oxidative stability) ซึ่งมีความสำคัญมากในน้ำมันที่มาจากพืช ที่ส่งผลต่อการทอดหรือการใช้ประโยชน์น้ำมัน แต่จากการศึกษาของ Gliszczynska-Swiglo et al. (2007) ทำให้ทราบว่าความเสถียรของน้ำมันขึ้นกับชนิดของ tocopherol และ tocotrienols ที่พบในน้ำมัน ซึ่งขึ้นกับชนิดของอนุพันธ์ tocopherol (tocopherol derivatives) รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของกรดไขมันในน้ำมันนั้น ๆ โดยเฉพาะปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (polyunsaturated fatty acid content)(Rossi et al., 2007) แม้ว่าการมี tocopherol ในน้ำมันพืชจะทำให้น้ำมันทนต่ออนุมูลอิสระสูง แต่ก็พบว่า tocopherols มีการดูดซับได้ในตำแหน่งแสงอัลตราไวโอเล็ต (ไม่ใช่ visible light) ด้วยเหตุนี้การพบการลดลงของความเข้มข้น tocopherol อาจเป็นผลมาจากการกระบวนการในการทำหน้าที่ปกป้องเพื่อต่อต้านกระบวนการทางเคมีที่ได้รับการกระตุ้นโดยตัวดูดซับตัวอื่น ๆ ในน้ำมัน ซึ่งการที่ tocopherol ลดลงหรือถูกทำลายจึงขึ้นกับหลายปัจจัย ด้วยเหตุนี้การเก็บเมล็ดหรือน้ำมันไว้นานเกินไปจึงสามารถส่งผลต่อความเข้มข้นของ tocopherols (Gliszczynska-Swiglo et al., 2007)

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์น้ำมัน แพลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	5.7750	1.9250	0.99	0.4807 ^{ns}
Error	4	7.7400	1.9350		
Corrected Total	7	13.5150			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของวิตามินอี แพลงที่ 2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-value	Pr>F
Treat	3	12703.00	4234.33	1.34	0.3785 ^{ns}
Error	4	12597.00	3149.25		
Corrected Total	7	25300.00			

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ($\pm$ SD) ของเปอร์เซ็นต์น้ำมันและปริมาณวิตามินอีในเมล็ดทานตะวัน แปลงที่ 2

กรรมวิธีการทดลอง	เปอร์เซ็นต์น้ำมัน	ปริมาณวิตามินอี (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ไม่ใส่ปุ๋ย	39.10 $\pm$ 0.42	620.00 $\pm$ 14.09
ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่	38.50 $\pm$ 2.12	617.50 $\pm$ 44.37
รองพื้นก่อนปลูก		
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	39.70 $\pm$ 0.42	619.50 $\pm$ 24.89
ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ รองพื้นก่อนปลูก	40.80 $\pm$ 1.70	527.00 $\pm$ 99.22
Mean	39.52 $\pm$ 1.39	596.00 $\pm$ 59.99
CV (%)	3.52	9.42

จากปริมาณวิตามินอี ในตารางที่ 23 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแม้จะพบว่าการใส่ปุ๋ยอัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่จะมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในการศึกษา (596 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สำหรับลักษณะต่าง ๆ ที่ทำการศึกษารายแปลง อาจกล่าวโดยสรุปดังนี้

แปลงที่ 1 จากการทดลองผลผลิตทานตะวันและน้ำมันทานตะวันต่อการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธีการทดลองทั้ง 4 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (T1) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ย สูตร 15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ (T2) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 200 กิโลกรัม/ไร่ (T3) กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 400 กิโลกรัม/ไร่ พบว่า ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกและผลผลิตเมล็ดทานตะวันที่ได้จากการแปลงปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งเกิดจากความไม่สม่ำเสมอของความอุดมสมบูรณ์ภายในแปลงศึกษา เมื่อมองในภาพรวม ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดต่อไร่ เท่ากับ 89.40 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันยังพบในระดับสูง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 43.61 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่วันดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์เป็นลักษณะที่ได้รับผลกระทบมาจากสิ่งแวดล้อมดังกล่าวเหล่านี้้น้อยกว่าลักษณะอื่น สำหรับปริมาณวิตามินอีในน้ำมันทานตะวันทั้ง 4 กรรมวิธี มีค่าเฉลี่ยคือ 479 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

แปลงที่ 2 จากการทดลองผลผลิตทานตะวันและน้ำมันทานตะวันต่อการใส่ปุ๋ยด้วยกรรมวิธีทั้ง 4 กรรมวิธี พบว่าทุกลักษณะ ได้แก่ ความสูงต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของดอก ผลผลิต เปอร์เซ็นต์กะเทาะ และเปอร์เซ็นต์น้ำมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าเฉลี่ยผลผลิตเมล็ดต่อไร่ของทั้ง 4 กรรมวิธี เท่ากับ 103.89 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่เปอร์เซ็นต์น้ำมันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับเท่ากับ 39.53 เปอร์เซ็นต์

จากการเปรียบเทียบทั้ง 4 กรรมวิธีในทั้งสองแปลงที่ทำการศึกษพบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันในทุกลักษณะ ผลผลิตในทั้งสองแปลงอยู่ระหว่าง 89.40-103.89 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแม้ว่าแปลงที่ 2 จะมีพื้นที่ และความอุดมสมบูรณ์ดินที่มีความสม่ำเสมอทั้งแปลงสูงกว่า แต่ผลผลิตก็ยังพบอยู่ระดับที่ต่ำเช่นเดียวกันในทั้งสองแปลง ส่วนหนึ่งเป็นสาเหตุมาจากความสมบูรณ์ของพื้นที่และอีกสาเหตุหนึ่งมาจากการขาดน้ำในช่วงเดือนแรกของการเจริญเติบโตทำให้ทานตะวันมีต้นและดอกขนาดเล็ก เปอร์เซ็นต์น้ำมันของ

ทานตะวันเมื่อหีบโดยเครื่องหีบพบว่าให้ค่าเฉลี่ยประมาณ 43.61 เปอร์เซ็นต์ แต่ทั้งนี้หากกะเทาะเมล็ดไม่สมบูรณ์หรือมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดที่ได้รับการกะเทาะหลุดมาด้วย ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำมันที่หีบได้ลดลงเหลือประมาณ 39.53 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพในการหีบน้ำมันส่วนหนึ่งในการศึกษาครั้งนี้ขึ้นกับประสิทธิภาพของการกะเทาะเมล็ดทานตะวัน

จากการปลูกทั้งสองแปลง คือฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (กันยายน-ธันวาคม) พบว่าลักษณะความสูงและการออกดอกแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ช่วงแสง และปัจจัยเรื่องน้ำ แต่ลักษณะที่ค่อนข้างคงที่ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางดอก คือมีค่าประมาณ 10-11 เซนติเมตร แม้ว่าการออกดอกจะเป็นลักษณะหนึ่งที่ถูกควบคุมด้วยพันธุกรรมอย่างชัดเจน (Blackman, 2013) ทานตะวันเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในช่วงฤดูร้อน หรือไม่จำเป็นต้องผ่านฤดูหนาว แต่การจะออกดอกในช่วงใด เช่น กลางฤดูร้อนหรือกลางฤดูใบไม้ร่วงในต่างประเทศนั้นขึ้นกับพันธุกรรม (Blackman, 2013) โดยมีรายงานวิจัยเกี่ยวกับทานตะวันว่าเป็นพืชหนึ่งที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (neutral-day plant) (Allard and Garner, 1940; Marc and Palmer, 1981; Almeida and Pereira, 1996) อย่างไรก็ตามได้มีรายงานวิจัยว่าทานตะวันที่ปลูกและทานตะวันพบทั้งสามรูปแบบการตอบสนองต่อช่วงแสงทั้งวันกลาง (day neutrality) วันสั้น (short-day plant) และวันยาว (long-day plant) (Dyer et al., 1959; Gonyne and Scheiter, 1987; Yanez et al., 2005; Wien, 2008; Blackman et al., 2011 cited by Blackman, 2012) ด้วยเหตุนี้จึงมีการรายงานนอกเหนือจากพันธุกรรม ช่วงแสง และอุณหภูมิ เป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีอิทธิพลต่อการเข้าสู่ระยะการออกดอกของทานตะวัน (Schuster and Boye, 1971; Goyne et al., 1989) ซึ่งหมายถึงการสิ้นสุดระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบเพื่อเข้าสู่ระยะการสืบพันธุ์ของพืช ด้วยเหตุนี้เข้าสู่ระยะการออกดอกของทานตะวันจึงเป็นระยะการสิ้นสุดการเพิ่มความสูงของทานตะวันด้วยเช่นเดียวกัน สำหรับประเทศไทย พันธุ์ทานตะวันส่วนใหญ่ที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีแสดงให้เห็นได้ว่าเป็นพืชที่ไม่ไวต่อช่วงแสง แต่ผลผลิตและอายุการออกดอกอาจกระทบได้บ้างทั้งจากอุณหภูมิและช่วงแสงที่แตกต่างกัน ทั้งนี้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแปลงที่ 1 ซึ่งเป็นการปลูกในช่วงฤดูแล้ง มีอายุออกดอกยาวกว่าแปลงที่ 2 ที่ทำการปลูกในปลายฤดูฝน

สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำมันเมื่อพิจารณาจากทั้งสองแปลงพบว่ามีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับกับลักษณะความสูงและผลผลิตที่พบว่ามีความแปรปรวนสูง โดยมีรายงานวิจัยที่พบว่าลักษณะอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ความสูง ขนาดดอก เปอร์เซ็นต์เปลือก และผลผลิตเมล็ด (กรัมต่อต้น) มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (Mijić et al., 2009; Vanitha et al., 2014) ขณะที่ ผลผลิตน้ำมัน (กรัมต่อต้น) เปอร์เซ็นต์น้ำมัน และน้ำหนัก 100 เมล็ด พบรายงานทั้งการมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ-ปานกลาง (Teklewold et al., 2000; Sujatha et al., 2002; Loganathan and Gopalan, 2006; Vanitha et al., 2014) ขณะที่บางงานวิจัยพบความเปอร์เซ็นต์น้ำมันมีค่าอัตราพันธุกรรมสูง (Khan, 2001; Leon et al., 2003; Mijić et al., 2009)

จากผลการศึกษาพบว่าทานตะวันให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำทั้งสองแปลงทดลอง เหตุผลที่สำคัญประการหนึ่งคือการใช้พันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งพันธุ์ลูกผสมมีฐานพันธุกรรมแคบ การแสดงออกของความดีเด่น (heterosis) หรือความแข็งแรงของลูกผสม (hybrid vigor) จะเกิดเมื่อมีการปลูกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม รวมทั้งการจัดการแปลงเพาะปลูกในระดับสูง (Pavek and Corsini, 2001;

Keneni et al., 2012) แต่จากการวิเคราะห์ดินในทั้งสองแปลงพบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีต่ำรวมทั้งธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม รวมทั้งการกระจายของปริมาณน้ำฝนที่ไม่สูงนัก ซึ่งการทดลองนี้ควรจะใช้พันธุ์ทานตะวันที่เป็นพันธุ์ผสมเปิด (opened variety) หรือพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) ซึ่งมีฐานพันธุ์พันธุ์กรรมกว้างกว่าเนื่องจากการสร้างพันธุ์เกิดจากการผสมข้ามอย่างเป็นระบบของจีโนไทป์ที่คัดเลือกไว้หลายพันธุ์กรรมเพื่อให้เกิดการรวมตัวทั่วไป (general combining ability) ที่ดี (Allard, 1960; Fehr, 1987; Mayo, 1989) ทำให้อาจสามารถปรับตัวหรือทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าและราคาเมล็ดพันธุ์ต่ำกว่า (Allard, 1960; Magaia et al., 2005)

การทดลองที่ 2 การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวัน

กรณีที่ 1 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง

เกษตรกรได้ปลูกทานตะวันในพื้นที่นา 1.5 ไร่ หลังจากการเก็บเกี่ยวข้าวนาปรังเรียบร้อยแล้ว

ต้นทุนการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรัง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกต้นทุนออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 24)

1) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

- 1.1) ค่าใช้ที่ดิน จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของญาติ โดยจะจ่ายค่าใช้ที่ดินเป็นผลผลิตข้าวจำนวน 5 ถังต่อไร่ คิดเป็นเงิน 350 บาทต่อไร่ (5 ถัง x 70 บาทต่อถัง) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด ถือว่าจ่ายจริงโดยใช้ผลผลิตข้าวแทนเงินสด
- 1.2) ค่าเสื่อมราคา ได้แก่ รถไถ และเครื่องสูบน้ำ สำหรับค่าเสื่อมราคาคือเป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด การคำนวณค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์เฉลี่ยต่อไร่ต่อหนึ่งรอบการผลิต คือ 4 เดือน โดยใช้วิธีเส้นตรง

ตารางที่ 24 มูลค่าและค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ของการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรัง

รายการ	มูลค่าที่ซื้อ	อายุการใช้งาน (ปี)	ค่าเสื่อมราคาต่อปี	จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่ต่อรอบการผลิต
รถไถ	970,000	20	48,500	200 ^{1/}	242.50	80.83
เครื่องสูบน้ำ	5,000	10	500	15	33.33	11.11

หมายเหตุ ^{1/} จำนวนพื้นที่เพาะปลูกของครัวเรือน จำนวน 50 ไร่ รวมกับจำนวนพื้นที่ที่ใช้รถไถรับจ้างต่อปี จำนวน 150 ไร่ รวมจำนวนพื้นที่เพาะปลูกที่ใช้รถไถ 200 ไร่ต่อปี

2) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

- 2.1) ค่าแรงงาน ประกอบด้วยแรงงานคนและเครื่องจักรแบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้

ค่าแรงงานในการเตรียมดินและปลูก การเตรียมดินโดยการไถแปรเพียง 2 ครั้ง โดยใช้รถไถ ระยะเวลาในการไถแปร จำนวน 2 ครั้ง คิดเป็น 4 ชั่วโมงต่อที่ดิน 1.5 ไร่ โดยใช้แรงงานของตัวเอง หลังจากนั้นจะทำการหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วกลับ ใช้แรงงานตัวเองและจ้างแรงงานรายวัน 1 คนต่อที่ดิน 1.5 ไร่ ค่าจ้าง 300 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) หรือชั่วโมงละ 37.50 บาท โดยระยะเวลาในการปลูกใช้เวลา 1 วันต่อที่ดิน 1.5 ไร่

ค่าแรงงานการเตรียมดิน = 4 ชั่วโมง $\times$ 37.5 บาทต่อชั่วโมง = 150 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่
หรือ 100 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานปลูก : ค่าแรงงานจ้าง (เป็นเงินสด) = 300 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ
200 บาทต่อไร่

: ค่าแรงงานของตัวเอง (ไม่เป็นเงินสด) = 300 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ
200 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการดูแลรักษา ประกอบด้วย ค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ยและค่าแรงงานในการรดน้ำ เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยจำนวน 1 ครั้ง ใช้แรงงาน 1 วันต่อที่ดิน 1.5 ไร่ โดยใช้แรงงานของตัวเองและมีการรดน้ำจำนวน 4 ครั้ง การรดน้ำครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เป็นการเปิดน้ำเข้าพื้นที่ปลูกและปล่อยผ่านไปไม่กักไว้เพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น ดังนั้นจึงไม่มีค่าแรงงาน ส่วนครั้งที่ 3 และครั้งที่ 4 เป็นการรดน้ำที่ละต้น ใช้แรงงานครั้งละ 6 ชั่วโมงต่อที่ดิน 1.5 ไร่ (เข้า 3 ชั่วโมง และเย็น 3 ชั่วโมง) โดยใช้แรงงานของตัวเอง

ค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ย = 300 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ 200 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการรดน้ำ = 12 ชั่วโมง $\times$ 37.5 บาทต่อชั่วโมง = 450 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่
หรือ 300 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการเก็บเกี่ยว โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวจำนวน 1 วันต่อที่ดิน 1.5 ไร่

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว = 300 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ 200 บาทต่อไร่

- 2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์แปซิฟิก จำนวน 1.5 กิโลกรัมต่อที่ดิน 1.5 ไร่ ราคาเมล็ดพันธุ์ 600 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ยที่ใส่ต่อที่ดิน 1.5 ไร่ ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย จำนวน 5 กิโลกรัม ราคา 720 บาทต่อ 50 กิโลกรัม หรือ 14.4 บาทต่อกิโลกรัม และสูตร 15-15-15 จำนวน 5 กิโลกรัม ราคา 1,200 บาทต่อ 50 กิโลกรัม หรือ 24 บาทต่อกิโลกรัม

ค่าเมล็ดพันธุ์ = 600 บาทต่อกิโลกรัม $\times$ 1.5 กิโลกรัม = 900 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ
600 บาทต่อไร่

ค่าปุ๋ย = (5 กิโลกรัม $\times$ 14.4 บาทต่อกิโลกรัม) + (5 กิโลกรัม $\times$ 24 บาทต่อกิโลกรัม)
= 192 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ 128 บาทต่อไร่

- 2.3) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คือค่าน้ำมันสำหรับรถไถ และเครื่องสูบน้ำ

ค่าน้ำมันสำหรับรถไถ = 1000 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ 666.67 บาทต่อไร่

ค่าน้ำมันเครื่องสูบน้ำ = 360 บาทต่อที่ดิน 1.5 ไร่ หรือ 240 บาทต่อไร่

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรัง พบว่า มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดเฉลี่ย 3,276.61 บาทต่อไร่ แบ่งออกเป็นต้นทุนเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 2,184.67 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของต้นทุนทั้งหมด และ เป็นต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 1,091.94 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของต้นทุนทั้งหมด นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ทั้งหมดเฉลี่ย 441.94 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.49 ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์และค่าใช้ที่ดิน ส่วนต้นทุนผันแปรทั้งหมดเฉลี่ย 2,834.67 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 86.51 ซึ่งค่าแรงงานเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในต้นทุนผันแปรทั้งหมด หรือคิดเป็นร้อยละ 36.62 รองลงมาได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย ตามลำดับ จากสัดส่วนของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรดังกล่าวข้างต้นแสดงว่าการปลูกทานตะวันในพื้นที่นาปรังมีการใช้ปัจจัยผันแปรเป็นสัดส่วนที่มากกว่าปัจจัยคงที่ (ตารางที่ 25)

ผลผลิตเมล็ดทานตะวันเฉลี่ยของเกษตรกรตัวอย่างประมาณ 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีราคาเฉลี่ยที่เกษตรกรตัวอย่างขายได้ประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม ราคาที่เกษตรกรได้รับนั้นเป็นราคาขายเมล็ดทานตะวันไม่ได้กะเทาะเปลือกให้กับผู้รับซื้อในท้องที่ ดังนั้นรายได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1,125.00 บาทต่อไร่ มีรายได้สุทธิเฉลี่ยเท่ากับ -1,709.67 บาทต่อไร่ มีรายได้สุทธิต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเฉลี่ย 1,059.67 บาทต่อไร่ และขาดทุนสุทธิที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย 2,151.61 บาทต่อไร่ หรือขาดทุนสุทธิประมาณ 28.69 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 25)

ตารางที่ 25 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่) ของการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรัง

รายการ	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	350.00	91.94	441.94	13.49
ค่าใช้ที่ดิน	350.00	-	350.00	10.68
ค่าเสื่อมอุปกรณ์				
รถไถ	-	80.83	80.83	2.47
เครื่องสูบน้ำ	-	11.11	11.11	0.34
ต้นทุนผันแปร	1,834.67	1,000.00	2,834.67	86.51
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	-	100.00	100.00	3.05
ค่าแรงงานปลูก	200.00	200.00	400.00	12.21
ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	-	200.00	200.00	6.10
ค่าแรงงานรดน้ำ	-	300.00	300.00	9.16
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว*	-	200.00	200.00	6.10
ค่าเมล็ดพันธุ์	600.00	-	600.00	18.31
ค่าปุ๋ย	128.00	-	128.00	3.91
ค่าน้ำเชื้อเพลิง				
รถไถในการเตรียมดิน	666.67	-	666.67	20.35
เครื่องสูบน้ำ	240.00	-	240.00	7.32
ต้นทุนรวมทั้งหมด	2,184.67	1,091.94	3,276.61	100.00
ร้อยละ	66.67	33.33	100.00	
ผลผลิต (กก./ไร่)			75.00	
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)			15.00	
รายได้ทั้งหมด			1,125.00	
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-1,709.67)	
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนที่เป็นเงินสด]			(-1,059.67)	
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-2,151.61)	
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]			(-28.69)	

การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกทานตะวันกับข้าวนาปรัง

ตารางที่ 26 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่) ระหว่างการปลูกทานตะวันกับการปลูกข้าวนาปรัง

รายการ	ทานตะวัน		ข้าวนาปรัง ^{2/}	
	จำนวนเงิน	ร้อยละ	จำนวนเงิน	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	441.94	13.49	41.94	11.36
ค่าใช้ที่ดิน	350.00	10.68	350.00	9.00
ค่าเสื่อมอุปกรณ์	91.94	2.81	91.94	2.36
ต้นทุนผันแปร	2,834.67	86.51	3,449.03	88.64
ค่าแรงงาน	1,200.00	36.62	1,470.00	37.78
ค่าเมล็ดพันธุ์	600.00	18.31	540.00	13.88
ค่าปุ๋ย	128.00	3.91	921.46	23.68
ค่าฮอร์โมน	-	-	117.57	3.02
ค่ายาฆ่าวัชพืช	-	-	310.00	7.97
ค่าน้ำเชื้อเพลิง	906.67	27.67	90.00	2.31
ต้นทุนรวมทั้งหมด	3,276.61	100.00	3,890.97	100.00
รายได้ทั้งหมด	1,125.00		4,277.78	
รายได้สุทธิ	(-1,709.67)		828.75	
กำไรสุทธิ	(-2,151.61)		386.81	
กำไรต่อกิโลกรัม	(-28.69)		0.63	

หมายเหตุ ^{2/} ร้อยละเอียตการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวนาปรัง แสดงอยู่ในภาคผนวก 2

จากตารางที่ 26 พบว่าหากเกษตรกรตัวอย่างไม่ใช้พื้นที่ 1.5 ไร่ ทำการปลูกทานตะวัน เกษตรกรจะใช้พื้นที่ดังกล่าวเพื่อปลูกข้าวนาปรัง คณะผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกข้าวนาปรังซึ่งเกษตรกรได้ทำการปลูกข้าวนาปรังในพื้นที่ดังกล่าวในช่วงเดือนมี.ค. – มี.ย. 2557 พบว่าการปลูกทานตะวันเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตรวมทั้งสิ้น 3,276.61 บาทต่อไร่ และมีรายได้ทั้งหมดเพียง 1,125 บาทต่อไร่ ส่งผลทำให้ขาดทุนสุทธิ 2,151.61 บาทต่อไร่ ในขณะที่การปลูกข้าวนาปรังเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตรวมทั้งสิ้น 3,890.97 บาทต่อไร่ และมีรายได้ทั้งหมด 4,277.78 บาทต่อไร่ ส่งผลทำให้มีกำไรสุทธิ 386.81 บาทต่อไร่ ถึงแม้ว่าการปลูกทานตะวันจะมีต้นทุนการผลิตน้อยกว่าการปลูกข้าวนาปรัง แต่รายได้จากการปลูกทานตะวันน้อยกว่ารายได้จากการปลูกข้าวอย่างมาก เนื่องจากผลผลิตทานตะวันมีปริมาณน้อยเพียง 75 กิโลกรัมต่อไร่เท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ที่ปลูกข้าวนาปรังมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทราย ดังนั้นเมื่อเกษตรกรปลูก

ทานตะวันในพื้นที่นาปรังหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรได้ทำการเตรียมดินโดยใช้รถไถทำให้ดินมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่ส่งผลต่อการรอดของต้นอ่อนที่จะสามารถเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือดินได้ เนื่องจากเกษตรกรได้มีการตรวจสอบโดยการขุดดินบริเวณที่ฝังเมล็ดพันธุ์ไว้ พบว่าอัตราการงอกของต้นทานตะวันนั้นประมาณร้อยละ 95 เนื่องจากเป็นพันธุ์ลูกผสม แต่พบว่าต้นอ่อนตายเป็นจำนวนมากเนื่องจากไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือดินได้ ซึ่งส่งผลทำให้ได้ผลผลิตของทานตะวันไม่มากเท่าที่ควร ดังนั้นหากเกษตรกรต้องการใช้พื้นที่นาปรังปลูกทานตะวันช่วงหลังการเก็บเกี่ยวจะต้องทำให้ดินมีลักษณะเป็นก้อนเล็กและร่วนซุยมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันสามารถโตขึ้นมาเหนือดินได้ดีขึ้นกว่าเดิม

กรณีที่ 2 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม

เกษตรกรได้ปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม 1 ไร่

ต้นทุนการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม (ตารางที่ 28)

- 1) **ต้นทุนคงที่** ประกอบด้วย
 - 1.1) **ค่าใช้ที่ดิน** จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของญาติ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้ที่ดิน แต่ที่ดินในบริเวณใกล้เคียง มีค่าเช่า 500 บาทต่อไร่ต่อปี และเมื่อคำนวณค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อไร่ต่อหนึ่งรอบการผลิต เท่ากับ $500 \times (4/12) = 166.67$ ดังนั้นค่าใช้ที่ดินเป็นต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด
 - 1.2) **ค่าเสื่อมราคา** ได้แก่ รถไถ สำหรับค่าเสื่อมราคาคือเป็นต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด การคำนวณค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์เฉลี่ยต่อไร่ต่อหนึ่งรอบการผลิต คือ 4 เดือน โดยใช้วิธีเส้นตรง

ตารางที่ 27 มูลค่าและค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ของการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม

รายการ	มูลค่าที่ซื้อ	อายุการใช้งาน (ปี)	ค่าเสื่อมราคาต่อปี	จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่ต่อรอบการผลิต
รถไถ	130,000	20	6,500	60	108.33	36.11

2) **ต้นทุนผันแปร** ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

- 2.1) **ค่าแรงงาน** ประกอบด้วยแรงงานคนและเครื่องจักรแบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้
ค่าแรงงานในการเตรียมดินและปลูก การเตรียมดินโดยการไถแปรเพียง 3 ครั้ง โดยใช้รถไถ ระยะเวลาในการไถแปร จำนวน 3 ครั้ง คิดเป็น 1 ชั่วโมงต่อไร่ โดยใช้แรงงานของตัวเอง หลังจากนั้นจะทำการหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วกลบ ใช้แรงงานจ้างแรงงานรายวัน 1

คนต่อไร่ ค่าจ้าง 350 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) หรือชั่วโมงละ 43.75 บาท โดย
ระยะเวลาในการปลูกใช้เวลา 2 วันต่อไร่

ค่าแรงงานการเตรียมดิน = 1 ชั่วโมง $\times$ (350/8) บาทต่อชั่วโมง = 43.75 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานปลูก : ค่าแรงงานจ้าง (เป็นเงินสด) = 350 บาทต่อไร่ $\times$ 2 วัน = 700 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการดูแลรักษา คือ ค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ย เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยจำนวน 1

ครั้ง ใช้แรงงาน 2 วันต่อไร่ โดยใช้แรงงานจ้างรายวัน ค่าจ้าง 350 บาทต่อวัน

ค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ย = 350 บาทต่อไร่ $\times$ 2 วัน = 700 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการเก็บเกี่ยว โดยใช้ระยะเวลา
ในการเก็บเกี่ยวจำนวน 1 วันต่อไร่

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว = 350 บาทต่อไร่

2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์แปซิฟิก จำนวน

1 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาเมล็ดพันธุ์ 600 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ยที่ใส่ต่อไร่ ได้แก่ ปุ๋ย

ชีวภาพ จำนวน 100 กิโลกรัม ราคา 300 บาทต่อ 50 กิโลกรัม และสูตร 15-15-15

จำนวน 50 กิโลกรัม ราคา 800 บาทต่อ 50 กิโลกรัม

ค่าเมล็ดพันธุ์ = 600 บาทต่อไร่

ค่าปุ๋ย = (100 กิโลกรัม $\times$ 6 บาทต่อกิโลกรัม) + 800 บาทต่อไร่ = 1,400 บาทต่อไร่

2.3) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง คือค่าน้ำมันสำหรับรถไถ

ค่าน้ำมันสำหรับรถไถ = 550 บาทต่อไร่

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์ม พบว่า มีต้นทุนการผลิตทั้งหมด
เฉลี่ย 4,546.53 บาทต่อไร่ แบ่งออกเป็นต้นทุนเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 4,300.00 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ
94.58 ของต้นทุนทั้งหมด และ เป็นต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 246.53 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ
5.42 ของต้นทุนทั้งหมด นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ทั้งหมดเฉลี่ย
202.78 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.46 ของต้นทุนทั้งหมด ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์และค่าใช้
ที่ดิน และต้นทุนผันแปรทั้งหมดเฉลี่ย 4,343.75 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 95.54 ของต้นทุนทั้งหมด ซึ่ง
ค่าแรงงานเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในต้นทุนผันแปรทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 39.46 ของต้นทุนทั้งหมด
รองลงมาได้แก่ ค่าปุ๋ย ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ตามลำดับ จากสัดส่วนของต้นทุนคงที่และ
ต้นทุนผันแปรดังกล่าวข้างต้นแสดงว่าการปลูกทานตะวันในพื้นที่นาปรังมีการใช้ปัจจัยผันแปรเป็นสัดส่วนที่
มากกว่าปัจจัยคงที่ (ตารางที่ 28)

ผลผลิตเมล็ดทานตะวันเฉลี่ยของเกษตรกรตัวอย่างประมาณ 250 กิโลกรัมต่อไร่ โดยมีราคาเฉลี่ยที่
เกษตรกรตัวอย่างขายได้ประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นรายได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 3,750.00 บาท
ต่อไร่ มีรายได้สุทธิเฉลี่ยเท่ากับ -593.75 บาทต่อไร่ มีรายได้สุทธิต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเฉลี่ย 550.00
บาทต่อไร่ และขาดทุนสุทธิที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย 796.53 บาทต่อไร่ หรือขาดทุนสุทธิประมาณ 3.19 บาท

ต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 28) ถึงแม้ว่าผลผลิตเมล็ดทานตะวันที่ได้จะสูงกว่ากรณีการปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง ทำให้ได้รับรายได้สูงถึง 3,750.00 บาทต่อไร่ แต่เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูงด้วยเช่นกัน และยิ่งมากกว่ารายได้ทั้งหมดอีกด้วย ทำให้ขาดทุนสุทธิ เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างต้นทุนการผลิตทานตะวันในกรณีนี้ พบว่าต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่มาจากค่าแรงงาน ร้อยละ 39.46 ของต้นทุนทั้งหมด และค่าปุ๋ย 30.79 ของต้นทุนทั้งหมด

ตารางที่ 28 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่) ของการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่าง (ระหว่างแถว) ในไร่อปาล์ม

รายการ	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	-	202.78	202.78	4.46
ค่าใช้ที่ดิน	-	166.67	166.67	3.67
ค่าเสื่อมอุปกรณ์	-	-	-	-
รถไถ	-	36.11	36.11	0.79
ต้นทุนผันแปร	4,300.00	43.75	4,343.75	95.54
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	-	43.75	43.75	0.96
ค่าแรงงานปลูก	700.00	-	700.00	15.40
ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	700.00	-	700.00	15.40
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	350.00	-	350.00	7.70
ค่าเมล็ดพันธุ์	600.00	-	600.00	13.19
ค่าปุ๋ย	1,400.00	-	1,400.00	30.79
ค่าน้ำเชื้อเพลิง				
เตรียมดิน	550.00	-	550.00	12.10
ต้นทุนรวมทั้งหมด	4,300.00	246.53	4,546.53	100.00
ร้อยละ	94.58	5.42	100.00	
ผลผลิต (กก./ไร่)			250.00	
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)			15.00	
รายได้ทั้งหมด			3,750.00	
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-593.75)	
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนที่เป็นเงินสด]			(-550.00)	
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-796.53)	
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]			(-3.19)	

กรณีที่ 3 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด

เกษตรกรปลูกทานตะวันในพื้นที่ที่เคยปลูกสับปะรดมาก่อนและอยู่บริเวณริมถนน จำนวน 1 งาน ซึ่งเกษตรกรมีวัตถุประสงค์ในการปลูกทานตะวันเพื่อให้เป็นแหล่งจอดแวะพัก เนื่องจาก ตอนช่วงที่ต้นทานตะวันออกดอก พื้นที่ดังกล่าวจะกลายเป็นที่แวะพักถ่ายรูปของผู้คนที่ผ่านไปมา จากเดิมตอนเป็นแปลงสับปะรดไม่มีผู้คนจอดแวะพักแต่อย่างใด

ต้นทุนการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด (หน่วย : บาทต่อ 1 งานต่อ 1 รอบการผลิต)

1) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

- 1.1) ค่าใช้ที่ดิน จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของตนเอง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้ที่ดิน แต่ที่ดินในบริเวณใกล้เคียง มีค่าเช่า 400 บาทต่อไร่ต่อปี และเมื่อคำนวณค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่อ 1 งานต่อหนึ่งรอบการผลิต เท่ากับ 33.33 บาท $[400 \times (4/12) \times (1/4)]$ ดังนั้นค่าใช้ที่ดินเป็นต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด

2) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน และค่าวัสดุการเกษตร

- 2.1) ค่าแรงงาน แบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้

ค่าแรงงานในการเตรียมดินและปลูก

การเตรียมดินเกษตรกรจ้างรถไถเป็นเวลาประมาณ 1/2 ชั่วโมง ค่าเช่ารถ 700 บาทต่อชั่วโมง หลังจากนั้นทำการหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วกลบ ใช้แรงงานในครัวเรือน 2 คน และแรงงานจ้างรายวัน 2 คน ค่าจ้าง 300 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) หรือชั่วโมงละ 37.50 บาท โดยระยะเวลาในการปลูกใช้เวลา 1 ชั่วโมงต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานการเตรียมดิน = $1/2$ ชั่วโมง $\times$ 700 บาทต่อชั่วโมง = 350 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานปลูกและใส่ปุ๋ย :

ค่าแรงงานในครัวเรือน = 37.50 บาทต่อชั่วโมง $\times$ 1 ชั่วโมง $\times$ 2 คน = 75 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานจ้าง = 37.50 บาทต่อชั่วโมง $\times$ 1 ชั่วโมง $\times$ 2 คน = 75 บาทต่อ 1 งาน

รวมทั้งสิ้น = 150 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช ใช้แรงงานในครัวเรือน 2 คน และแรงงานจ้าง 1 คน โดยใช้ระยะเวลาในการกำจัดวัชพืชจำนวน 1 วัน

ค่าแรงงานในครัวเรือน = 300 บาทต่อวัน $\times$ 2 คน = 600 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานจ้าง = 300 บาทต่อวัน $\times$ 1 คน = 300 บาทต่อ 1 งาน

รวมทั้งสิ้น = 900 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการเก็บเกี่ยว 1 คน โดยใช้

ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวจำนวน 5 ชั่วโมงต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว = 187.50 บาทต่อ 1 งาน

- 2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์แปซิฟิก จำนวน 0.15 กิโลกรัมต่อ 1 งาน ราคาเมล็ดพันธุ์ 600 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ยที่ใส่ต่อ 1 งาน ได้แก่

สูตร 16-16-16 จำนวน 0.25 กิโลกรัม ราคา 900 บาทต่อ 50 กิโลกรัม (18 บาทต่อกิโลกรัม)

และปุ๋ยยูเรีย จำนวน 0.25 กิโลกรัม ราคา 850 บาทต่อ 50 กิโลกรัม (17 บาทต่อกิโลกรัม)

ค่าเมล็ดพันธุ์ = 90 บาทต่อ 1 งาน

ค่าปุ๋ย = (0.25 กิโลกรัม × 18 บาทต่อกิโลกรัม)+(0.25 กิโลกรัม × 17 บาทต่อกิโลกรัม)

= 8.75 บาทต่อ 1 งาน

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด พบว่า มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดเฉลี่ย 1,719.58 บาทต่อ 1 งาน แบ่งออกเป็นต้นทุนเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 823.75 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 47.90 ของต้นทุนทั้งหมด และ เป็นต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 895.83 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 52.10 ของต้นทุนทั้งหมด นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ทั้งหมดเฉลี่ย 33.33 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 1.94 ของต้นทุนทั้งหมด คือ ค่าใช้ที่ดิน และต้นทุนผันแปรทั้งหมดเฉลี่ย 1,686.25 บาท 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 98.06 ของต้นทุนทั้งหมด ได้แก่ ค่าแรงงานในการเตรียมดินถึงการเก็บเกี่ยว และค่าวัสดุการเกษตร จากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง พบว่า ค่าแรงงานเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในต้นทุนผันแปรทั้งหมด หรือคิดเป็นร้อยละ 92.31 รองลงมาได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย ตามลำดับ (ตารางที่ 29)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรตัวอย่างประมาณ 25 กิโลกรัมต่อ 1 งาน โดยเกษตรกรได้นำเมล็ดทานตะวันไปหีบได้น้ำมันทานตะวันประมาณ 7.57 ลิตร ราคาซื้อเฉลี่ยประมาณ 60 บาทต่อลิตร ดังนั้น รายได้ทั้งหมดเท่ากับ 454.20 บาทต่อ 1 งาน มีรายได้สุทธิเฉลี่ยเท่ากับ -1,232.05 บาทต่อ 1 งาน มีรายได้สุทธิต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเฉลี่ย 369.55 บาทต่อ 1 งาน และขาดทุนสุทธิที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย 1,265.38 บาทต่อ 1 งาน หรือขาดทุนสุทธิประมาณ 50.62 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 29) ถึงแม้ว่าเกษตรกรจะทำการขายผลผลิตในรูปของน้ำมัน ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิต โดยจะสามารถขายได้ลิตรละ 60 บาท มีรายได้ทั้งสิ้น 452.20 บาท (60 บาทต่อกิโลกรัม × 7.57 ลิตร) โดยหากขายในรูปของเมล็ดทานตะวันที่ไม่กะเทาะเปลือก จะขายได้เพียง 15 บาทต่อกิโลกรัม จะได้รับรายได้เพียง 362 บาท (15 บาทต่อกิโลกรัม × 25 กิโลกรัม) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากเกษตรกรยังคงมีต้นทุนการผลิตที่สูงด้วยเช่นกัน และสูงกว่ารายได้ทั้งหมดอีกด้วย ทำให้เกษตรกรขาดทุนสุทธิ เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างต้นทุนการผลิตทานตะวันในกรณีนี้ พบว่าต้นทุนการผลิตส่วนใหญ่มาจากค่าแรงงาน และเมล็ดพันธุ์

ตารางที่ 29 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ของการปลูกทานตะวันทดแทน
ในพื้นที่ปลูกสับปะรด

รายการ	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	-	33.33	33.33	1.94
ค่าใช้ที่ดิน	-	33.33	33.33	1.94
ต้นทุนผันแปร	823.75	862.50	1,686.25	98.06
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	350.00	-	350.00	20.35
ค่าแรงงานปลูกและใส่ปุ๋ย	75.00	75.00	150.00	8.72
ค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช	300.00	600.00	900.00	52.34
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	-	187.50	187.50	10.90
ค่าเมล็ดพันธุ์	90.00	-	90.00	5.24
ค่าปุ๋ย	8.75	-	8.75	0.51
ต้นทุนรวมทั้งหมด	823.75	895.83	1,719.58	100.00
ร้อยละ	47.90	52.10	100.00	
ผลผลิต (กก./ 1 งาน)			25.00	
ผลผลิตไปหีบน้ำมัน (ลิตร/ 1 งาน)			7.57	
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/ลิตร) นำผลผลิตไปหีบน้ำมัน			60.00	
รายได้ทั้งหมด (บาท)			454.20	
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-1,232.05)	
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนที่เป็นเงินสด]			(-369.55)	
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			(-1,265.38)	
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]			(-50.62)	

การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกทานตะวันกับสับปะรด

ตารางที่ 30 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ระหว่างการปลูกทานตะวันกับการปลูกสับปะรด

รายการ	ทานตะวัน		สับปะรด ^{3/}	
	จำนวนเงิน	ร้อยละ	จำนวนเงิน	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	33.33	1.94	33.33	0.63
ค่าใช้ที่ดิน	33.33	1.94	33.33	0.63
ต้นทุนผันแปร	1,686.25	98.06	5,244.05	99.37
ค่าแรงงาน	1,587.50	92.31	1,811.55	34.33
ค่าเมล็ดพันธุ์	90.00	5.24	-	-
ค่าหน่อพันธุ์	-	-	2,550.00	48.32
ค่ายาฆ่าแมลงและวัชพืช	-	-	245.00	4.64
ค่าปุ๋ย	8.75	0.51	637.50	12.08
ต้นทุนรวมทั้งหมด	1,719.58	100.00	5,277.38	100.00
รายได้ทั้งหมด	454.20		7,500.00	
รายได้สุทธิ	(-1,232.05)		2,255.95	
กำไรสุทธิ	(-1,265.38)		2,222.62	
กำไรต่อกิโลกรัม	(-50.62)		2.96	

หมายเหตุ ^{3/} ร้อยละเฉลี่ยการคำนวณต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกสับปะรด แสดงอยู่ในภาคผนวก 2

จากตารางที่ 30 พบว่าหากเกษตรกรตัวอย่างไม่ใช้พื้นที่ 1 งาน ทำการปลูกทานตะวัน เกษตรกรจะใช้พื้นที่ดังกล่าวเพื่อปลูกสับปะรด คณะผู้วิจัยจึงได้นำผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกสับปะรด พบว่าการปลูกทานตะวันเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตรวมทั้งสิ้น 1,719.58 บาทต่อ 1 งาน และมีรายได้ทั้งหมดเพียง 454.20 บาทต่อ 1 งาน ส่งผลทำให้ขาดทุนสุทธิ 1,265.38 บาทต่อ 1 งาน ในขณะที่การปลูกสับปะรดเกษตรกรมีต้นทุนการผลิตรวมทั้งสิ้น 5,277.38 บาทต่อ 1 งาน และมีรายได้ทั้งหมด 7,500.00 บาทต่อ 1 งาน ส่งผลทำให้มีกำไรสุทธิ 2,222.62 บาทต่อ 1 งาน เนื่องจากผลตอบแทนจากการปลูกสับปะรดมีมากกว่าทานตะวัน ถึงแม้ว่าต้นทุนการปลูกทานตะวันจะต่ำกว่าต้นทุนการปลูกสับปะรด แต่เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ติดถนน ดังนั้นในช่วงที่ต้นทานตะวันออกดอก พื้นที่ดังกล่าวจะกลายเป็นที่แวะพักถ่ายรูปของผู้คนที่ผ่านไปมา จากเดิมตอนเป็นแปลงสับปะรดไม่มีผู้คนจอดแวะพักแต่อย่างใด หากจะใช้พื้นที่ดังกล่าวปลูกทานตะวัน เกษตรกรอาจจะมีผลตอบแทนทางด้านการท่องเที่ยวเป็นผลพลอยได้ตามมาได้ เป็นการเพิ่มรายได้จากการปลูกทานตะวัน

กรณีที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (ปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย)

เกษตรกรปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า โดยปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย คิดเป็นพื้นที่ที่ปลูกทานตะวันทั้งสิ้น จำนวน 1 งาน

ต้นทุนการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า โดยปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย

1) ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

- 1.1) ค่าใช้ที่ดิน จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของตนเอง โดยไม่ต้องเสียค่าใช้ที่ดิน แต่ที่ดินในบริเวณใกล้เคียง มีค่าเช่า 400 บาทต่อไร่ต่อปี และเมื่อคำนวณค่าใช้ที่ดินเฉลี่ยต่องานต่อหนึ่งรอบการผลิต เท่ากับ 33.33 บาท $[400 \times (4/12) \times (1/4)]$ ดังนั้นค่าใช้ที่ดินเป็นต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด

2) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

- 2.1) ค่าแรงงาน ประกอบด้วยแรงงานคนและเครื่องจักรแบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้

ค่าแรงงานในการเตรียมดินและปลูก

การเตรียมดินเกษตรกรจ้างรถไถเป็นเวลาประมาณ 1/2 ชั่วโมง ค่าเช่ารถ 700 บาทต่อชั่วโมง หลังจากนั้นทำการหยอดเมล็ดพันธุ์แล้วกลบ ใช้แรงงานในครัวเรือน 1 คน ค่าจ้าง 250 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) หรือชั่วโมงละ 31.25 บาท โดยระยะเวลาในการปลูกใช้เวลา 1/2 ชั่วโมงต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานการเตรียมดิน = $1/2$ ชั่วโมง $\times$ 700 บาทต่อชั่วโมง = 350 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานปลูก = 31.25 บาทต่อชั่วโมง $\times$ $1/2$ ชั่วโมง $\times$ 1 คน = 15.63 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย ใช้แรงงานในครัวเรือน 1 คน เพื่อใส่ปุ๋ย $1/2$ ชั่วโมงต่อ 1 งาน จำนวน 1 ครั้ง ใช้เวลา $1/2$ ชั่วโมง และฉีดปุ๋ยชีวภาพ $1/2$ ชั่วโมงต่อ 1 งาน ต่อครั้ง จำนวน 3 ครั้ง

ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย = $(31.25 \text{ บาทต่อชั่วโมง} \times 1/2 \text{ ชั่วโมง}) + (31.25 \text{ บาทต่อชั่วโมง} \times 1/2 \text{ ชั่วโมง} \times 3 \text{ ครั้ง}) = 62.50 \text{ บาทต่อ 1 งาน}$

ค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช ใช้แรงงานในครัวเรือน 1 คน โดยใช้ระยะเวลาในการกำจัดวัชพืชและฉีดยาฆ่าแมลง จำนวน 1 วัน

ค่าแรงงานในครัวเรือน = 250 บาท 1 งาน

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้แรงงานในครัวเรือนในการเก็บเกี่ยว 1 คน โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวจำนวน 6 ชั่วโมงต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยว = 187.50 บาทต่อ 1 งาน

- 2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ และค่าปุ๋ย เกษตรกรใช้เมล็ดพันธุ์แปซิฟิก จำนวน 0.15 กิโลกรัมต่อ 1 งาน ราคาเมล็ดพันธุ์ 600 บาทต่อกิโลกรัม และปุ๋ยที่ใส่ต่อ 1 งาน ได้แก่ สูตร 15-15-15 จำนวน 0.35 กิโลกรัม ราคา 700 บาทต่อ 50 กิโลกรัม (14 บาท

ต่อกิโลกรัม) และปุ๋ยชีวภาพที่เกษตรกรทำขึ้นเองในครัวเรือน ประเมินราคาประมาณ 6.15 บาทต่อ 1 งาน นอกจากนี้คือ ยาฆ่าแมลง ใช้เพียงเล็กน้อยประมาณ 1 cc ราคา 1 ขวด (20 cc) 300 บาท

ค่าเมล็ดพันธุ์ = 90 บาทต่อ 1 งาน

ค่าปุ๋ยเคมี (เป็นเงินสด) = 0.35 กิโลกรัม $\times$ 14 บาทต่อกิโลกรัม = 4.90 บาทต่อ 1 งาน

ค่าปุ๋ยชีวภาพ (ไม่เป็นเงินสด) = 6.15 บาทต่อ 1 งาน

ยาฆ่าแมลง = 300 บาท $\times$ (1/20 cc) = 15 บาทต่อ 1 งาน

2.3) ค่าไฟฟ้า สำหรับเปิดเครื่องปั้มน้ำเพื่อรดน้ำ

ค่าไฟฟ้า = 2.5 บาทต่อ 1 งาน

จากการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (ปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย) พบว่า มีต้นทุนการผลิตทั้งหมดเฉลี่ย 1,017.51 บาทต่อ 1 งาน แบ่งออกเป็นต้นทุนเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 462.40 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 45.44 ของต้นทุนทั้งหมด และเป็นต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดทั้งหมดเฉลี่ย 555.11 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 54.56 ของต้นทุนทั้งหมด นอกจากนี้ต้นทุนการผลิตทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็นต้นทุนคงที่ทั้งหมดเฉลี่ย 33.33 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 3.28 ของต้นทุนทั้งหมด คือ ค่าใช้ที่ดิน และต้นทุนผันแปรทั้งหมดเฉลี่ย 984.18 บาทต่อ 1 งาน คิดเป็นร้อยละ 96.72 ของต้นทุนทั้งหมด โดยค่าใช้จ่ายที่รวมอยู่ในต้นทุนผันแปรทั้งหมด ได้แก่ ค่าแรงงานในการเตรียมดินถึงการเก็บเกี่ยว ค่าวัสดุการเกษตร และค่าไฟฟ้า จากการสัมภาษณ์เกษตรกรตัวอย่าง พบว่า ค่าแรงงานเป็นค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ในต้นทุนผันแปรทั้งหมด หรือคิดเป็นร้อยละ 85.07 รองลงมาได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่ายาฆ่าแมลง ค่าปุ๋ย และค่าไฟฟ้า ตามลำดับ (ตารางที่ 31)

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน ของการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า พบว่า ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรตัวอย่างประมาณ 55 กิโลกรัมต่อ 1 งาน โดยมีราคาเฉลี่ยที่เกษตรกรตัวอย่างขายได้ประมาณ 30 บาทต่อกิโลกรัม โดยขายให้กับพ่อค้าในท้องถิ่น เพื่อจะนำไปขายต่อให้กับผู้เลี้ยงนกเพื่อเป็นอาหารนกต่อไป ดังนั้นรายได้ทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1,650.00 บาทต่อ 1 งาน มีรายได้สุทธิเฉลี่ยเท่ากับ 665.82 บาทต่อ 1 งาน มีรายได้สุทธิเหนือกว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเฉลี่ย 1,187.60 บาทต่อ 1 งาน และกำไรสุทธิที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย 632.50 บาทต่อ 1 งาน หรือประมาณ 11.50 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 31) จากข้อมูลสัมภาษณ์เกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีการบำรุงดินอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้ปุ๋ยชีวภาพที่ทำขึ้นเองในครัวเรือน โดยใช้วัสดุเศษเหลือทางการเกษตรในสวนของตนเอง จึงทำให้สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยได้ นอกจากนี้ยังทำให้ผลผลิตสูงอีกด้วย สิ่งสำคัญที่ทำให้การปลูกทานตะวันในกรณีนี้มีกำไรสุทธิเนื่องมาจากราคาเมล็ดทานตะวันที่เกษตรกรขายได้มีราคาสูงกว่ากรณีอื่นๆ ถึงหนึ่งเท่าตัว

ตารางที่ 31 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ของการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (ปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย)

รายการ	เงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	-	33.33	33.33	3.28
ค่าใช้ที่ดิน	-	33.33	33.33	3.28
ต้นทุนผันแปร	462.40	521.78	984.18	96.72
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	350.00	-	350.00	34.40
ค่าแรงงานปลูก	-	15.63	15.63	1.53
ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	-	62.50	62.50	6.14
ค่าแรงงานในการกำจัดวัชพืช	-	250.00	250.00	24.57
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	-	187.50	187.50	18.43
ค่าเมล็ดพันธุ์	90.00	-	90.00	8.84
ค่าปุ๋ย	4.90	6.15	11.05	1.09
ค่ายาฆ่าแมลง	15.00	-	15.00	1.47
ค่าไฟฟ้า				
รดน้ำ	2.50	-	2.50	0.25
ต้นทุนรวมทั้งหมด	462.40	555.11	1,017.51	100.00
ร้อยละ	45.44	54.56	100.00	
ผลผลิต (กก./ 1 งาน)			55.00	
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)			30.00	
รายได้ทั้งหมด			1,650.00	
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			665.82	
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนที่เป็นเงินสด]			1,187.60	
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนคงที่ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]			632.50	
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]			11.50	

การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกทานตะวันในพื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนที่คำนวณมีหน่วยที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการแปลงหน่วยจาก บาทต่อไร่ เป็น บาทต่อ 1 งาน จากตารางที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกทานตะวันในพื้นที่ต่างๆ พบว่า ต้นทุนการปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรังมีต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด (819.16 บาท) รองลงมา ได้แก่ การปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (1,017.51 บาท) การปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่าง (ระหว่างแถว) ในไร่อปาล์ม (1,136.64 บาท) และการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด (1,719.58 บาท) ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตเมล็ดทานตะวัน (ไม่กะเทาะเมล็ด) พบว่า การปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่าง (ระหว่างแถว) ในไร่อปาล์มมีผลผลิตสูงที่สุด คือ 62.50 กิโลกรัม รองลง ได้แก่ การปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (55 กิโลกรัม) การปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด (25 กิโลกรัม) และการปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง (18.75 กิโลกรัม) ตามลำดับ แต่เนื่องด้วยราคาที่ดินเกษตรกรขายได้ในแต่ละกรณีแตกต่างกัน โดยที่กรณีของการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้าได้รับราคาสูงที่สุด คือ 30 บาทต่อกิโลกรัม จึงส่งผลทำให้มีรายได้ทั้งหมดสูงที่สุด คือ 1,650 บาท การพิจารณาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะพิจารณาจากกำไรสุทธิที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกทานตะวันในแต่ละกรณี โดยที่กำไรสุทธิได้มาจากรายได้ทั้งหมดหักด้วยต้นทุนการผลิตทั้งหมด (ซึ่งคำนวณมาจากต้นทุนที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด) จากตารางที่ 32 จะพบว่าการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรังจะขาดทุนสุทธิ 537.91 บาทต่อ 1 งาน การปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่อปาล์มจะขาดทุนสุทธิ 199.14 บาทต่อ 1 งาน และการปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรดจะขาดทุนสุทธิ 1,265.38 บาทต่อ 1 งาน แต่การปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้าจะมีกำไรสุทธิ 632.50 บาทต่อ 1 งาน ซึ่งจะพบว่าการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้าเป็นการปลูกทานตะวันที่สามารถทำกำไรให้กับเกษตรกร ถึงแม้ว่าต้นทุนการผลิตจะไม่ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีก 3 พื้นที่ แต่รายได้ทั้งหมดในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้ามากที่สุด เนื่องจากสามารถขายได้ราคาสูงที่สุด และมีผลผลิตมากเป็นอันดับสองอีกด้วย ดังนั้นการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้าจึงมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 32 ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ระหว่างการปลูกทานตะวันใน
พื้นที่เพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ

รายการ	แปลงนาข้าว (บาท/งาน)	ร้อยละ	แปลงปาล์ม (บาท/งาน)	ร้อยละ	แปลงสับปะรด (บาท/งาน)	ร้อยละ	แปลงกล้วย (บาท/งาน)	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	110.49	13.49	50.70	4.46	33.33	1.94	33.33	3.28
ค่าใช้ที่ดิน	87.50	10.68	41.67	3.67	33.33	1.94	33.33	3.28
ค่าเสื่อมอุปกรณ์	22.99	2.81	9.03	0.79	-	-	-	-
ต้นทุนผันแปร	708.67	86.51	1,085.94	95.54	1,686.25	98.06	984.18	96.72
ค่าแรงงาน	300.00	36.62	448.44	39.46	1,587.50	92.31	865.63	85.07
ค่าเมล็ดพันธุ์	150.00	18.31	150.00	13.19	90.00	5.24	90.00	8.84
ค่าปุ๋ย	32.00	3.91	350.00	30.79	8.75	0.51	11.05	1.09
ค่ายาฆ่าแมลง	-	-	-	-	-	-	15.00	1.47
ค่าน้ำเชื้อเพลิง	226.67	27.67	137.50	12.10	-	-	-	-
ค่าไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	2.50	0.25
ต้นทุนรวมทั้งหมด	819.16	100.00	1,136.64	100.00	1,719.58	100.00	1,017.51	100.00
ผลผลิต (กก./1 งาน)	18.75		62.50		25.00 (7.57 ลิตร)		55.00	
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	15.00		15.00		60.00 (บาท/ลิตร)		30.00	
รายได้ทั้งหมด	281.25		937.50		454.20		1,650.00	
รายได้สุทธิ	(-427.42)		(-148.44)		(-1,232.05)		665.82	
กำไรสุทธิ	(-537.91)		(-199.14)		(-1,265.38)		632.50	
กำไรต่อกิโลกรัม	(-28.69)		(-3.19)		(-50.62)		11.50	

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาในแปลงปลูกทั้งสองแปลง ได้แก่ การปลูกทานตะวันระหว่างแปลงปาล์มของเกษตรกร และแปลงปลูกพืชใหม่ของเทศบาล ไม่พบความแตกต่างระหว่างการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 4 กรรมวิธี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแปรปรวนของผลผลิตสูงเนื่องจากอิทธิพลของความสมบูรณ์แปลงที่แตกต่างกันและส่งผลต่อการแสดงออกของลักษณะทางสรีระและผลผลิตของทานตะวันสูงกว่ารูปแบบและสัดส่วนของปุ๋ยที่ใช้ในการศึกษา และในศึกษาทั้งสองแปลงผลผลิตค่อนข้างต่ำ (89.40 และ 103.89 150 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับแปลงที่ 1 และ 2 ตามลำดับ) ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นผลกระทบมาจากการขาดน้ำในช่วงต้นฤดูการปลูกแต่พบว่าความสมบูรณ์ต่ำของดินปลูกในแปลงส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์น้ำมันน้อยกว่าลักษณะผลผลิต โดยพบค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันเฉลี่ยเท่ากับ 43.61 และ 39.53 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการใช้วิธีการหีบ สำหรับแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าเปอร์เซ็นต์น้ำมันในแต่ละรอบการเป็นผลมาจากคุณภาพของการกะเทาะเมล็ดที่ใช้เครื่องกะเทาะเนื้อในขนาดเล็ก ซึ่งอิทธิพลของปัจจัยภายนอกที่สูงนี้กระทบต่อการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการบำรุงที่แตกต่างกัน โดยทั้งสองแปลงเป็นการปลูกในลักษณะพืชเชิงเดี่ยว

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตทานตะวันในพื้นที่ทดลองปลูกโดยเกษตรกรตัวอย่าง จำนวน 4 พื้นที่ ในอำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่ 1) การปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง 2) การปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่าง (ระหว่างแถว) ในไร่ปาล์ม 3) การปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด 4) การปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้า (ปลูกแทรกระหว่างแถวของแปลงกล้วย) พบว่าการปลูกทานตะวันในพื้นที่แปลงกล้วยน้ำว้ามีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากการปลูกทานตะวันในพื้นที่ดังกล่าวทำให้เกษตรกรได้รับกำไรสุทธิเท่ากับ 632.50 บาทต่อ 1 งาน หรือมีกำไรสุทธิต่อกิโลกรัมเท่ากับ 11.50 บาท ส่วนการปลูกทานตะวันในอีก 3 พื้นที่ 1) การปลูกทานตะวันทดแทนข้าวในพื้นที่นาปรัง 2) การปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่าง (ระหว่างแถว) ในไร่ปาล์ม 3) การปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด พบว่าไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากการปลูกทานตะวันในพื้นที่ดังกล่าวทำให้เกษตรกรขาดทุนสุทธิ เท่ากับ 537.91 บาทต่อ 1 งาน 199.14 บาทต่อ 1 งาน และ 1,265.38 บาทต่อ 1 งาน ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการปลูกทานตะวัน กับพืชที่เกษตรกรเคยปลูกในพื้นที่นั้น ๆ ได้แก่ ข้าวนาปรัง และสับปะรด พบว่าการปลูกข้าวนาปรัง และสับปะรดมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากกว่าจะนำพื้นที่ดังกล่าวมาปลูกทานตะวัน แต่มีข้อสังเกตบางประการดังนี้

1) การปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่นาปรัง เนื่องจากพื้นที่ที่ปลูกข้าวนาปรังมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทราย ดังนั้นเมื่อเกษตรกรปลูกทานตะวันในพื้นที่นาปรังหลังการเก็บเกี่ยว เกษตรกรได้ทำการเตรียมดินโดยใช้รถไถทำให้ดินมีลักษณะเป็นก้อนใหญ่ส่งผลต่อการรอดของต้นอ่อนที่จะสามารถเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือดินได้ เนื่องจากเกษตรกรได้มีการตรวจสอบโดยการขุดดินบริเวณที่ฝังเมล็ดพันธุ์ไว้ พบว่าอัตราการงอกของต้นทานตะวันนั้นประมาณร้อยละ 95 เนื่องจากเป็นพันธุ์ลูกผสม แต่พบว่าต้นอ่อนตายเป็นจำนวนมากเนื่องจากไม่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาเหนือดินได้ ซึ่งส่งผลทำให้ได้ผลผลิตของทานตะวันไม่มากเท่าที่ควร ดังนั้นหาก

เกษตรกรต้องการใช้พื้นที่นาปรังปลูกทานตะวันช่วงหลังการเก็บเกี่ยวควรมีการเตรียมดินที่ดี โดยจะต้องทำให้ดินมีลักษณะเป็นก้อนเล็กและร่วนซุยมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นอ่อนทานตะวันสามารถโตขึ้นมาเหนือดินได้ดีขึ้นกว่าเดิม

2) การปลูกทานตะวันทดแทนในพื้นที่ปลูกสับปะรด เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ติดถนน ดังนั้นในช่วงที่ต้นทานตะวันออกดอก พื้นที่ดังกล่าวจะกลายเป็นที่แวะพักถ่ายรูปของผู้คนที่ผ่านไปมา จากเดิมตอนเป็นแปลงสับปะรดไม่มีผู้คนจอดแวะพักแต่อย่างใด หากจะใช้พื้นที่ดังกล่าวปลูกทานตะวัน เกษตรกรอาจจะมีผลตอบแทนทางการท่องเที่ยวเป็นผลพลอยได้ตามมาได้

3) การขายผลผลิตเมล็ดทานตะวัน เกษตรกรสามารถขายผลผลิตในรูปของเมล็ดทานตะวัน ซึ่งราคาไม่สูงมากกว่า แต่ถ้าหากเกษตรกรนำเมล็ดทานตะวันไปเพิ่มมูลค่าโดยการนำเมล็ดทานตะวันไปหีบเป็นน้ำมันทานตะวันขาย เกษตรกรจะสามารถเพิ่มมูลค่าได้จากขายเป็นเมล็ดได้ 15-30 บาทต่อกิโลกรัม เป็นราคาลิตรละ 60 บาท นอกจากนี้หากทานตะวันที่เป็นผลพลอยได้จากการหีบน้ำมันยังสามารถนำไปเป็นปุ๋ย หรือเป็นอาหารสัตว์ได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ สำหรับการปลูกทานตะวันในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้แก่

1. ก่อนการเพาะปลูกเกษตรกรควรวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดิน บำรุงดินก่อนการปลูกทานตะวัน และการเตรียมดิน

2. ปักจี้ร่องน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา นั่นคือควรมีแหล่งน้ำสำหรับการปลูกในฤดูแล้ง และควรศึกษาข้อมูลอุทกนิยมนในพื้นที่ถึงช่วงที่เริ่มมีฝน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการขาดน้ำในช่วงต้นการปลูกซึ่งจะกระทบผลผลิต ทั้งนี้ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จะเริ่มมีฝนล่าช้ากว่าจังหวัดอื่น ๆ

3. การปลูกทานตะวันยังคงให้ผลผลิตต่ำ การปลูกจึงควรเน้นเป็นการปลูกเพื่อเป็นพืชเสริมเพิ่มรายได้ในฤดูฝน หรือเป็นพืชทดแทนกรณีเกิดการขาดน้ำในการเพาะปลูกพืชอื่นที่มีรายงานการใช้น้ำในปริมาณสูงกว่า ทั้งนี้เพราะทานตะวันเป็นพืชหนึ่งที่มีรายงานความสามารถในการขาดน้ำสูงเช่นกันแต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาพื้นที่การจัดการน้ำและความสมบูรณ์ดิน เพราะปัจจัยต่าง ๆ จะกระทบต่อผลผลิตเช่นเดียวกัน

4. หากเป็นการปลูกทานตะวันเพื่อวัตถุประสงค์ในการหีบน้ำมัน กรณีใช้การหีบโดยเครื่องมือขนาดใหญ่ไม่จำเป็นต้องทำการกะเทาะเปลือกก่อน สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อคือประสิทธิภาพการกรองน้ำมันเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อ แต่หากต้องการลดขั้นตอนการกรองน้ำมัน การหีบเฉพาะเนื้อในเพื่อป้องกันการติดสีเปลือกเป็นวิธีที่แนะนำ แต่ทั้งนี้เครื่องกะเทาะเมล็ดเป็นเครื่องมือสำคัญที่ควรพิจารณาเนื่องจากเครื่องขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพการกะเทาะสูงจะมีราคาค่อนข้างแพง แต่เครื่องกะเทาะขนาดเล็กต้นทุนต่ำอาจมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำเช่นเดียวกัน

5. ในสภาพพื้นที่ปลูกที่ไม่เหมาะสม เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ปริมาณน้ำฝนต่ำ ควรใช้พันธุ์ผสมเปิด (opened variety) หรือพันธุ์สังเคราะห์ (synthetic variety) เป็นพันธุ์ปลูกเนื่องจากมีฐานพันธุกรรมกว้างกว่าพันธุ์ลูกผสม ซึ่งการแสดงออกของความดีเด่นของพันธุ์ลูกผสมจะค่อนข้างต่ำในสภาพที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีฐานพันธุกรรมแคบกว่า

จากการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการผลิตทานตะวันของเกษตรกรในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ทำให้ได้ข้อเสนอแนะซึ่งอาจใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติสำหรับผู้สนใจหรือมีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้

เนื่องจากราคาที่จำหน่ายได้ถูกกำหนดจากผู้รับซื้อ ดังนั้นการให้ได้รับกำไรเพิ่มขึ้นจึงขึ้นอยู่กับ การลดต้นทุนและการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้ได้มากขึ้น จากการวิเคราะห์ต้นทุนการปลูกทานตะวันในพื้นที่ดังกล่าว พบว่าต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าจ้างแรงงาน ค่าปุ๋ย และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งหากมีการปรับลดค่าปุ๋ย โดยปรับเปลี่ยนมาให้ปุ๋ยหมักเองจากวัชพืช หรือมูลสัตว์ให้มากขึ้นและลดการใช้ปุ๋ยเคมีให้น้อยลง ก็จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ทั้งนี้อาจยอมปรับเพิ่มปริมาณการให้ปุ๋ยเพิ่มสูงขึ้น เพราะจะส่งผลต่อผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นและรายได้ที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้สามารถดูได้จากต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกทานตะวันในพื้นที่ว่างในไร่ปาล์มมีค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ยมากกว่าส่งผลทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกทานตะวันในพื้นที่นาปรัง

นอกจากนี้วิธีการเตรียมดินและการดูแลรักษาที่ดีและถูกต้องก็สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ด้วยเช่นกัน เนื่องจากเกษตรกรตัวอย่างที่ทำการทดลองปลูกทานตะวันไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการปลูกทานตะวันมาก่อน ดังนั้นหากมีการส่งเสริมการปลูกทานตะวันในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์อย่างจริงจัง การให้ความรู้ในด้านการผลิตที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยในด้านการเพิ่มผลผลิตทานตะวันได้ด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ เพี้ยชัย ฐิติพร มะชิโกวา และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2550. การพัฒนาและศักยภาพของ
ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์. ในการประชุมวิชาการทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติครั้งที่5 วันที่
23-25 พฤษภาคม 2550 ณ โรงแรมเทวราช จังหวัดน่าน. 61: 84- 90.
- ชัชวีก์ ฌโนมถิน. 2533. การตอบสนองด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของทานตะวันต่อไนโตรเจนและ
ความหนาแน่นของต้นปลูก. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชไร่).
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐธินัย รัตนพานิชย์. 2534. อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและ
ปริมาณน้ำมันของทานตะวัน. วิทยานิพนธ์ (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพี
ศาสตร์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธีรชัย เชี่ยวชาญศิลป์. 2554. ผลของปัจจัยการผลิตระดับต่างๆต่อทานตะวัน. หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร
บัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นราทิพย์ ชุตินวงศ์. 2539. ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์จุลภาค. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร จันทรวงศ์. 2538. เทคโนโลยีการสกัดน้ำมัน. งานวิจัยพืชน้ำมัน. กองเกษตรเคมี. กรมวิชาการ
เกษตร. กรุงเทพฯ.
- ไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2550. โครงการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวัน. การปรับปรุงทานตะวันลูกผสมที่ให้ผลผลิตและ
เปอร์เซ็นต์น้ำมันสูง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ รายงานต่อสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
(สกอ.)
- มานิตา. 2558. ทานตะวัน พืชเศรษฐกิจตัวใหม่. วารสารศาสตร์ ดิจิทัล รังสิต. [ออนไลน์]. ที่มา: www.jr-rsu.net/article/1628 (วันที่สืบค้น 21-8-2559)
- วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญ และ สุรียนต์ ชัยกิจจานุกิจ. 2552. จากปฐพีวิทยาสู่พันธุวิศวกรรม บทเรียนสำหรับอนาคต
เกษตรกรรมไทย. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สามลดา. กรุงเทพฯ. 334 หน้า.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
276 หน้า.
- ศรีสุตา เตชะสาน และพัฒนา นรมาศ. 2553. การปลูกทานตะวัน.[ออนไลน์].ได้จาก :
<http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book.plant/flower/sunflower.pdf>. 3 ธันวาคม2556.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ทานตะวัน. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.oae.go.th/statistic/import/im>
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2558.
ตารางปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2554-2558. [ออนไลน์]. ที่มา:

www.oae.go.th/download/FactorOfProduct/Fertilizer_value49-54.html (วันที่สืบค้น 21-8-2559)

- สุพจน์ แสงประทุม. 2542ก. การผลิตและงานวิจัยทานตะวันในประเทศไทย. ใน การประชุมวิชาการ งานทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (หน้า 128-141). ณ โรงแรมรามารการ์เดนส์ กรุงเทพฯ วันที่ 7-8 กันยายน.
- สุพจน์ แสงประทุม. 2542ข. การส่งเสริมการผลิตทานตะวัน. เอกสารรายงานการประชุมเรื่อง การส่งเสริมการปลูกทานตะวันของประเทศไทย วันที่ 26 สิงหาคม 2542 ณ โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรุงเทพฯ กลุ่มพืชน้ำมัน. กองส่งเสริมพืชไร่ฯ, กรมส่งเสริมการเกษตร. น. 22-26.
- สุพจน์ แสงประทุม. 2557. ทานตะวัน. ศูนย์วิทยบริการเพื่อส่งเสริมการเกษตร สำนักพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยี. กรมส่งเสริมการเกษตร. [ออนไลน์] www.esc.agritech.doae.go.th/webpage/e-book/sunflower.pdf, วันที่สืบค้น 10 พฤศจิกายน 2557.
- เสาวรี ตังสกุล, ศุภชัย แก้วมีชัย, สมยศ พิซิตพร, เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์, สมศักดิ์ ศรีสมบูรณ์ และเสน่ห์ เครือแก้ว. 2544. ความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ทานตะวันพันธุ์สังเคราะห์เบอร์ 1. ในการประชุมวิชาการ งานทานตะวัน ละหุ่ง และคำฝอยแห่งชาติ ครั้งที่ 2 (หน้า 148-155). ณ วังรี รีสอร์ท จังหวัดนครนายก วันที่ 16-17 สิงหาคม 2544
- หทัยรัตน์ หยิวิม. 2545. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการผลิตทานตะวันในอำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ปีการผลิต 2542/43. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อนงค์ รัตนจินดาวงศ์. 2546. การผลิตและการตลาดเมล็ดทานตะวันในอำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี. รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Aakre, P. L. 1983. Field testing sunflower oil/diesel fuel blends on twelve North Carolina farms. M.S. Thesis. North Dakota State Univ., Fargo, ND.
- Abayomi, Y. A. and Adelfila, O. E. 2008. Interactive effects of soil moisture content and fertilizer level on growth and achene yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Agro. 7(2): 182-186.
- Abou Khadrah, S. H., Mohamed, A. A. E., Gerges, N. R. and Diab, Z. M. 2002. Response of four sunflower hybrids to low nitrogen fertilizer levels and phosphorine biofertilizer. J. Agric. Res., Tanta Univ. 28 (1): 105-118.
- Akbari, P., Ghalavand, A., ModarresSanavy, A. M. and Alikhani, M. A. 2011. The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) J. Agric. Tech. 7(1): 173-184
- Allard, H. A., Garner, W. W. 1940. Further observations on the response of various species of plants to length of day. USDA Technical Bulletin 727: 35.
- Allard, R. W. 1960. Principles of plant breeding. John Wiley and Sons, Inc. London.

- Almeida, J. A. S. and Pereira, M. F. D. A. 1996. The control of flower initiation by gibberellin in *Helianthus annuus* L. (sunflower), a non-photoperiodic plant. *Plant Growth Regulation* 19: 109-115.
- Aowad, M. M. and Mohamed, A. A. A. 2009. The effect of bio, organic and mineral fertilization on productivity of sunflower seed and oil yields. *J. Agric. Res. Kafrelsheikh Univ.* 35(4): 1013-1028.
- Awad, M. M. M. 2004. Effect of nitrogen fertilization, farmyard manure and bio-fertilizers on yield and yield components of some sunflower hybrids in north delta region. PhD. Thesis, Agron. Dept., Fac. Of Agric., Kafr El-sheikh, Tanta Univ., Egypt.
- Backer, L., F., Jacobsen, L. and Olson, C. 1982. Processing sunflower oil for fuel. *ND Farm Res* 39: 6-8.
- Baydar, N. G. and Akkurt, M. 2001. Oil content and oil quality properties of some grape seeds. *Turk. J. Agric. For.* 25: 163-168.
- Blackman, B. K. 2013. Interacting duplications, fluctuating selection, and convergence: the complex dynamics of flowering time evolution during sunflower domestication. *Journal of Experimental Botany* 64(1): 421-431.
- Blackman, B., Michaels, S. and Rieseberg, L. H. 2011. Connecting the sun to flowering in sunflower adaptation. *Molecular Ecology* 20: 3503-3512.
- Cooper, E. L. 1997. *Agriscience fundamentals and application* 2nd edition. America: International Thomson Publishing Inc. 279 p.
- Croissant, R. L. and Follett, R. H. 2003. Sunflower product. [On-line]. Available: <http://www.colostate.edu/Depts/IPM/pdf/00102.pdf>.
- Dar, J. S., Cheema, M. A., Wahid, M. A., Saleem, M. F., Farooq, M. and Basra, S. M. A. 2009. Role of planting pattern and irrigation management on growth and yield of spring planted sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Int. J. Agric. Biol.* 11: 701-706.
- Dehgham, M. and Merchant, A. T. 2007. Vitamin E status in the elderly. In: *The encyclopedia of vitamin E*, Preedy, V. R. and Watson, R. R. (eds.), p. 293. CABI, 962 pp.
- Dyer, H. J., Skok, J. and Scully, N. J. 1959. Photoperiodic behavior of sunflower. *Botanical Gazette* 121: 50-55.
- Fehr, W. R. 1987. *Principles of cultivar development*. Volume 1: Theory and Technique Macmillan Publishing Company Inc. New York.
- Gliszczryńska-Swigło, A., Sikorska, E., Khmelinskii, I. and Sikorski, M. 2007. Tocopherol content in edible plant oils. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(4A): 157-161.

- Gorttappeh, A. H., Ghalavand, A., Ahmady, M. R. and Miria, S. K. 2000. Effects of organic, inorganic and integrated fertilizers on quantitative and quantitative trails of different cultivars of sunflower (*Helianthus annuus*) in western Azorabayjan, Iran .J. of Agric. Sci., Islamic Azad Univ. 2(85): 104-130.
- Goyne, P. J. and Schneiter, A. A. 1987. Photoperiod influence on development in sunflower genotypes. Agronomy Journal 79: 704-709.
- Goyne, P. J., Schneiter, A. A., Cleary, K. C., Creelman, R. A., Stegmeier, W. D. and Wooding, F. J. 1989. Sunflower genotype response to photoperiod and temperature in field environments. Agronomy Journal 81: 826-831.
- Grompone, M. A. 2005. Sunflower oil. In: Shahidi, F. (ed.) Bailey's Industrial Oil & Fat Products Volume 2, Edible Oil & Fat Products. Edible oil 6th ed.
- Hesley, J. (Ed). 1994. Sunflower meal use in livestock rations. National Sunflower Association, Bismarck, ND.
- Hussain, M. k., Ejaz, R., and Syed, K. A. 2000. Growth analysis of sunflower under drought conditions. Int. J. Agri. Biol. 2(1-2): 136-140.
- Jarup, L. 2003. Hazards of heavy metals contamination. Br. Med. Bull. 68: 167-182.
- Jiang, Z., Ahn, D. U., Ladner, L. and Sim, J. S. 1992. Influence of feeding full-fat flax and sunflower seeds on internal and sensory qualities of eggs. Poultry Science 71: 378-382.
- Kakar, A. A. and Soomro, A. G. 2001. Effect of water stress on the growth, yield and oil content of sunflower. Pak. J. Agri. Sci. 38: 1-2.
- Keneni, G., Bekele, E., Imtiaz, M. and Dagne, K. 2012. Genetic vulnerability of modern crop cultivars: causes mechanism and remedies. International Journal of Plant Research 2(3): 69-79.
- Keshta, M. M., Rizk, T. Y. and Abdou, E. T. 2008. Sunflower response to mineral nitrogen, organic and bio-fertilizers under two different levels of salinity. Proceeding 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, p. 451-454.
- Khair, I. D. M., Hussian, M. K. and Mehdi, S. S. 1992. Heterosis, heritability and genetic advance in sunflower. Pak. J. Agric. Res. 13(3): 232-238.
- Khan, A. 2001. Yield performance, heritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. Helia 24(24): 35-40.

- Koné, B., Diatta, S., Sylvester, O., Yoro, G., Mameri, C., Désiré, D. D. and Ayemou, A. 2009a. Evaluation de la fertilité potentielle des Ferralsol par la couleur. *Canadian Journal of Soil Science* 89(3): 331-342.
- Koné, B., Yao-Kouame, A., Ettien, J. B., Oikeh, S., Yoro, G. and Diatta, S. 2009b. Modelling the relationship between soil color and particle size for soil survey in Ferralsol environments. *Soil & Environ.* 28(2): 93-105.
- Laosuwan, P. 1997. Sunflower production and research in Thailand. *Suranaree J. Sci. Technol.* 4: 159-167.
- Laosuwan, P. and Macartney, J. C. 1992. On-farm research methodology for extension. A case history from oilseed crops. *Amarin printing group Co., Ltd, Bangkok.* 17: 147-168
- Leland, E. F. 1996. Salinity effect on four sunflower hybrids. *Agron. J.* 88: 215-219.
- Mohamed, A. A. E. 2003. Response of sunflower to phosphorine and cerealine in inoculation under low NP-fertilizer levels *J. Agric. Res., Tanta Univ.*, 29(2):653-663.
- Leon, A. J., Andrade, F. H., and Lee, M. 2003. Genetic analysis of grain-oil concentration across generations and environments in sunflower. *Crop Sci.* 43: 135-140.
- Loganathan, P. and Gopalan, A. 2006. Gene action for certain quantitative characters in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Research on Crops* 7(1): 218-220.
- Magaia, H. E., Freire, M., Monjana, A., Davolio Marani, O., Zazzerni, A., Durante, M. and Cecconi, F. 2005. Selection of new sunflower (*Helianthus annuus* L.) synthetic varieties adapted for production areas of Mozambique. *Helia* 28(43): 69-76.
- Marc, J. and Palmer, J. H. 1981. Photoperiodic sensitivity of inflorescence initiation and development in sunflower. *Field Crops Research* 4: 155-164.
- Mauricio, P. and Ildeu, A. 2005. Color attributes and mineralogical characteristics, evaluated by radiometry of highly weathered tropical soils. *Soil Science Society of America Journal* 69: 1162-1172.
- Mayo, O. 1989. The theory of plant breeding. Clarendon Press, Oxford.
- Meo, A. A. 1999. Influence of fertilizer and water stress on leaf area of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pah. J. Agri. Sci.* 36(1-2) : 60-62.
- Meo, A. A. and Baig, F. 1999. Drought and nitrogen effects on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pah. J. Agri. Sci.* 2(3): 846-848.
- Mijić, A., Liović, I., Zdunić, Z., Marić, S., Jeromela, A. M. and Jankulovska, M. 2009. Quantitative analysis of oil yield and its components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Romanian Agricultural Research* 26: 41-46.

- Na Chiangmai, P., Krittawongwiman, L. and Laosuwan, P. 2012. Potential of sunflower varieties grown under different input levels. In 3rd International Conference on Environmental and Rural Development at Khon Kaen University, Thailand, 21-22 January 2012. (Oral presentation).
- Oshundiya, F. O., Olowe, V. I. O., Sowemino, F. A. and Odedina, J. N. 2014. Seed yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as influenced by staggered sowing and organic fertilizer application in the humid tropics. *Helia* 37(61): 237-255.
- Pavek, J. J. and Corsini, D. L. 2001. Utilization of potato genetic resources in variety development. *Amer. J. of Potato Res.* 78: 433-441.
- Plum, L. M., Rink, L. and Haase, H. 2010. The essential toxin: Impact of zinc of human health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 7(4): 1342-1365.
- Prevc, T., Levart, A., Cigić, I. K., Salobir, J., Ulrih, N. P. and Cigić, B. 2015. Rapid estimation of tocopherol content in linseed and sunflower oils-reactivity and assay. *Molecules* 20: 14777-14790.
- Poss, R. and Valenin, C. 1983. Structure et fonctionnement d'un système eau-sol-végétation : une toposéquence ferrallitique de savane (Katiola, Côte d'Ivoire). *Cahier ORSTOM, série Pédologie* XX (4): 341-360.
- Putnam, D. H., Oplinger, E. S., Hicks, D. R., Durgan, D. R., Noetzel, D. M., Meronuck, R. A., Doll, J. D. and Schulte, E. E. 2002. Sunflower. [On-line]. Available: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/atcm.html>
- Rebolé, A., Rodrígues, L., Ortiz, L. T., Alzueta, C., Centeno, C., Viveros, A., Brenes, A. and Arijá, I. 2006. Effect of dietary high-oleic sunflower seed, palm oil and vitamin E supplementation on broiler performance, fatty acid composition and oxidation susceptibility of meat. *British Poultry Science* 47: 581-591.
- Rosa, P. M., Antoniassi, R., Freitas, S. C., Bizzo, H. R., Zanotto, D. L., Oliveira, M. F. and Castiglioni, V. B. R. 2009. Chemical composition of Brazilian sunflower varieties. *Helia* 32(50): 145-156.
- Rossi, M., Alamprese, C., Ratti, S. 2007. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. *Food Chem.* 102: 812-817.
- Russell, W. A. 1953. A study of the interrelationships of seed yield, oil content, and other agronomic characters with sunflower inbred lines and their top crosses. *Canadian Journal Agricultural Science* 33: 291-314.

- Schuster, W. and Boye, R. 1971. Influence of temperature and length of day on different sunflower varieties under controlled climatic conditions and in open. *Zeitschrift für Pflanzenzuchtung* 65: 151-176.
- Senkoylu, N., and Dale, N. 1999. Sunflower meal in poultry diets: A review. *World's Poultry Science Journal* 55: 153–174.
- Shabana, R. 1974. Genetic variability of sunflower varieties and inbred lines, Proceedings of 6th International Sunflower Conferences, Bucharest, Romania, 263-269.
- Smith, D. R. 1984. Tractor performance with sunflower-diesel oil blends. ASAE Pap. MCR 84-110. ASAE St. Joseph, MI.
- Sobukola, O. P., Adeniran, O. M., Odedairo, A. A. and Kajihansa, O. E. 2010. Heavy metal of some fruits and leafy vegetables from selected markets in Lagos, Nigeria. *Afr. J. Food Sci.* 4(2): 389-393.
- Sujatha, H. L., Chikkadevaiah and Nandini. 2002. Genetic variability study in sunflower inbreds. *Helia* 25(37): 93-99.
- Teklewold, A., Jayaramaiah, H. and Jagadeesh, D. N. 2000. Correlations and path analysis of physiomorphological characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as related to breeding method. *Helia* 23(32): 105-114.
- Turhan, H., Citak, N., Pehlivanoglu, H. and Mengul, Z. 2010. Effects of ecological and topographic conditions on oil content and fatty acid composition in sunflower. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 16(5): 553-558.
- United Nations Conference on Trade And Development. 2012. Agricultural products. http://unctad.info/en/Infocomm/Agricultural_Products/
- van der Vossen, H. A. M. and Fagbayide, J. A. 2007. *Helianthus annuus* L. [Internet] Record from PROTA4U. van der Vossen, H.A.M. & Mkamilo, G.S. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>.
- Vanitha, J., Manivannan, N. and Chandirakala, R. 2014. Qualitative trait loci analysis for seed yield and component traits in sunflower. *African Journal of Biotechnology*. 13(6): 754-761.
- Wien, H. C. 2008. Screening sunflower cultivars for reaction to daylength in flowering. *HortScience* 43: 1285-1286.

Wuana, R. A. and Okieimen, F. E. 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. *ISRN Ecology*.

Doi:10.5402/2011/402647

Yanez, P., Ohno, H. and Ohkawa, K. 2005. Photoperiodic response and vase life of ornamental sunflower cultivars. *Horttechnology* 15: 386-390.

ภาคผนวก

แบบสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกทานตะวัน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ชื่อเกษตรกร (นาย,นาง,นางสาว) อายุ ปี
อยู่บ้านเลขที่ หมู่ที่ ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
2. ระดับการศึกษา
☐ ไม่ได้ศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา
☐ ปริญญาตรี ☐ อื่นๆ
3. จำนวนสมาชิกในครอบครัว คน
4. เนื้อที่ในการถือครองทางการเกษตร ไร่
☐ เป็นของตนเอง จำนวน ไร่
☐ เป็นของญาติพี่น้อง จำนวน ไร่
☐ เช่า จำนวน ไร่ ค่าเช่าไร่ละ บาทต่อปี

ตอนที่ 2 การปลูกทานตะวัน

1. วันปลูก วันที่ เดือน พ.ศ. 2558
2. พื้นที่ปลูกทานตะวันไร่
3. ชื่อพันธุ์ทานตะวันที่ใช้ปลูก คือ
4. วิธีเตรียมดิน ☐ ไถ 1 ครั้ง ☐ ไถ 2 ครั้ง
วิธีปลูก ☐ วิธีหว่าน ☐ วิธีหยอด
การใส่ปุ๋ย ☐ ไม่ใส่ ☐ ใส่.....ครั้ง สูตรปุ๋ย.....
การกำจัดวัชพืช ☐ ไม่จำกัด ☐ จำกัด
การรดน้ำ ☐ ไม่มีการรด ☐ มีการรดน้ำ.....ครั้ง
5. วันเก็บเกี่ยว วันที่ เดือน พ.ศ. 2558

ตอนที่ 3 ข้อมูลด้านต้นทุนและผลตอบแทน

1. ค่าแรงงานและเครื่องจักร

กิจกรรม	แรงงานในครัวเรือน			แรงงานจ้าง				เครื่องจักร	
	คน	วัน	รวม (บาท)	คน	วัน	ค่าจ้าง (บาท/วัน)	รวม (บาท)	ค่าจ้าง	รวม (บาท)
1. ไถ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3									
2. หว่าน/หยอด									
3. ใส่ปุ๋ย ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3									
4. รดน้ำ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3									
5. กำจัดวัชพืช/แมลง ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3									
6. เก็บเกี่ยว									
7. อื่นๆ									

2. ค่าปัจจัยการผลิต

รายการ	หน่วย	ปริมาณที่ใช้	ราคาต่อหน่วย	รวม (บาท)	หมายเหตุ
1. ค่าเมล็ดพันธุ์					
2. ค่าปุ๋ย					
ครั้งที่ 1 สูตร.....					
ครั้งที่ 2 สูตร.....					
ครั้งที่ 3 สูตร.....					
3. ยากำจัดวัชพืช/แมลง					
ชื่อ.....					

รายการ	หน่วย	ปริมาณที่ใช้	ราคาต่อหน่วย	รวม (บาท)	หมายเหตุ
4. น้ำมันเชื้อเพลิง					
ใช้กับรถไถ					
ใช้กับเครื่องสูบน้ำ					
ใช้กับ.....					

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ

รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	อายุการใช้งาน	ค่าซ่อมแซม	หมายเหตุ
รถไถ					
เครื่องสูบน้ำ					
เครื่องตัดหญ้า					
อื่นๆ					

4. รายได้จากการขายเมล็ดทานตะวัน (ไม่ได้กะเทาะเปลือก)

ผลผลิตทั้งหมด กิโลกรัม

ราคาขาย บาท/กิโลกรัม

รวมรายได้ บาท

แบบสัมภาษณ์เกษตรกรสำหรับการปลูกพืชไร่อื่นๆ

ตอนที่ 1 การปลูกพืช.....บนพื้นที่เดียวกับกับพื้นที่ที่ใช้ปลูกทานตะวัน

ในช่วงเดือน ก.พ. – มิ.ย. 2557

1. ชื่อชนิดพืชไร่อื่นๆ ที่ปลูกคือ.....
2. พื้นที่ปลูก.....ไร่
3. วิธีเตรียมดิน () ไถ 1 ครั้ง () ไถ 2 ครั้ง
วิธีการปลูก () วิธีหว่าน () วิธีหยอด
การใส่ปุ๋ย () ไม่ใส่ () ใส่.....ครั้ง สูตรปุ๋ย.....
การกำจัดวัชพืช () ไม่กำจัด () กำจัด
การกำจัดโรคและแมลง () ไม่กำจัด () กำจัด
การรดน้ำ () ไม่มีการรด () มีการรดน้ำ.....ครั้ง

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านต้นทุนและผลตอบแทน

1. ค่าแรงงานและเครื่องจักร

[illegible]

2. ค่าปัจจัยการผลิต

รายการ	หน่วย	ปริมาณที่ใช้	ราคาต่อหน่วย	รวม (บาท)	หมายเหตุ
1. ค่าเมล็ดพันธุ์					
2. ค่าปุ๋ย					
ครั้งที่ 1 สูตร.....					
ครั้งที่ 2 สูตร.....					
ครั้งที่ 3 สูตร.....					
3. ยากำจัดวัชพืช/แมลง					
ชื่อ.....					
4. น้ำมันเชื้อเพลิง					
ใช้กับรถไถ					
ใช้กับเครื่องสูบน้ำ					
ใช้กับ.....					

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการ

รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	อายุการใช้งาน	ค่าซ่อมแซม	หมายเหตุ
รถไถ					
เครื่องสูบน้ำ					
เครื่องตัดหญ้า					
อื่นๆ					

4. รายได้จากการขายผลผลิต

ผลผลิตทั้งหมด กิโลกรัม

ราคาขาย บาท/กิโลกรัม

รวมรายได้ บาท

ต้นทุนการปลูกข้าวนาปรัง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกต้นทุนออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร ดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

- 1.1) ค่าใช้ที่ดิน จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของญาติ โดยจะจ่ายค่าใช้ที่ดินเป็นผลผลิตข้าวเปลือก จำนวน 5 ถึงต่อไร่ (ข้าว 1 ถึง เท่ากับ 15 กิโลกรัม) คิดเป็นเงิน 350 บาทต่อไร่ (5 ถึง x70 บาทต่อถึง) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด
- 1.2) ค่าเสื่อมราคา ได้แก่ รถไถ และเครื่องสูบน้ำ สำหรับค่าเสื่อมราคาคือเป็นต้นทุนคงที่ที่ไม่เป็นเงินสด การคำนวณค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์เฉลี่ยต่อไร่ต่อหนึ่งรอบการผลิต คือ 4 เดือน โดยใช้วิธีเส้นตรง

ตารางภาคผนวกที่ 1 มูลค่าและค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ของการปลูกข้าวนาปรัง

รายการ	มูลค่าที่ซื้อ	อายุการใช้งาน (ปี)	ค่าเสื่อมราคาต่อปี	จำนวนพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่	ค่าเสื่อมราคาต่อไร่ต่อรอบการผลิต
รถไถ	970,000	20	48,500	200 ^{1/}	242.50	80.83
เครื่องสูบน้ำ	5,000	10	500	15	33.33	11.11

หมายเหตุ ^{1/} จำนวนพื้นที่เพาะปลูกของครัวเรือน จำนวน 50 ไร่ รวมกับจำนวนพื้นที่ที่ไร่ไร้รับจ้างต่อปี จำนวน 150 ไร่ รวมจำนวนพื้นที่เพาะปลูกที่ไร่ไร้ 200 ไร่/ปี

2. ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าวัสดุการเกษตร และค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

- 2.1) ค่าแรงงาน ประกอบด้วยแรงงานคนและเครื่องจักรแบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้

ค่าแรงงานในการเตรียมดินและหว่าน ค่าแรงในการเตรียมดินมี 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเรียกว่าการไถตะ หมายถึง การใช้รถไถนํ้าขบเพื่อปรับที่ดินครั้งแรก ขั้นที่สองเรียกว่าการปรับเทือกนา หมายถึง การนารถไถนาเดินตามหรือรถไถนํ้าขบไปนํ้าดินให้ละเอียดเพื่อรอการหว่านเมล็ดพันธุ์ต่อไป โดยเกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการเตรียมดินและหว่าน

ค่าจ้างในการเตรียมดิน = 700 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานในการหว่าน = 0.8 วัน x 37.5 บาทต่อชั่วโมง = 30 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานฉีดยาและฮอร์โมน เกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการฉีดยาและฮอร์โมน จำนวน 2 ครั้งต่อ 1 รอบการผลิต

ค่าแรงงานฉีดยา = 0.4 วัน x 37.5 บาทต่อชั่วโมง x 2 ครั้ง = 30 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานฉีดฮอร์โมน = 0.4 วัน x 37.5 บาทต่อชั่วโมง x 2 ครั้ง = 30 บาทต่อไร่

ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย เกษตรกรใช้แรงงานตัวเองในการใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้งต่อ 1 รอบการผลิต = $0.4 \text{ วัน} \times 37.5 \text{ บาทต่อชั่วโมง} \times 2 \text{ ครั้ง} = 30 \text{ บาทต่อไร่}$

ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว เกษตรกรจ้างรถเกี่ยวข้าว โดยมีค่าจ้าง = 650 บาทต่อไร่

- 2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าฮอร์โมน ค่ายาฆ่าวัชพืช และค่าปุ๋ย

ค่าเมล็ดพันธุ์ = 27 บาทต่อไร่ ค่าฮอร์โมน = 117.57 บาทต่อไร่

ค่ายาฆ่าวัชพืช = 310 บาทต่อไร่ ค่าปุ๋ย สูตร 16-20-0 สูตร 15-15-15 และ

ยูเรีย = 921.46 บาทต่อไร่

- 2.3) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง สำหรับเครื่องสูบน้ำเข้าแปลงนา จำนวน 3 ครั้ง

= $30 \text{ บาทต่อครั้งต่อไร่} \times 3 \text{ ครั้ง} = 90 \text{ บาทต่อไร่}$

ตารางภาคผนวกที่ 2 ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่) ของการปลูกข้าวนาปรัง

รายการ	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	350.00	91.94	41.94	11.36
ค่าใช้ที่ดิน	350.00	-	350.00	9.00
ค่าเสื่อมอุปกรณ์				
รถไถ	-	80.83	80.83	2.08
เครื่องสูบน้ำ	-	11.11	11.11	0.29
ต้นทุนผันแปร	2,629.03	820.00	3,449.03	88.64
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	-	700.00	700.00	17.99
ค่าแรงงานหว่าน	-	30.00	30.00	0.77
ค่าแรงงานฉีดยาและฮอร์โมน	-	60.00	60.00	1.54
ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย	-	30.00	30.00	0.77
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	650.00	-	650.00	16.71
ค่าเมล็ดพันธุ์	540.00	-	540.00	13.88
ค่าปุ๋ย	921.46	-	921.46	23.68
ค่าฮอร์โมน	117.57	-	117.57	3.02
ค่ายาฆ่าวัชพืช	310.00	-	310.00	7.97
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	90.00	-	90.00	2.31
ต้นทุนรวมทั้งหมด	2,979.03	911.94	3,890.97	100.00
ร้อยละ	76.56	23.44	100.00	

ผลตอบแทนการปลูกข้าวนาปรัง

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่) ของการปลูกข้าวนาปรัง

รายการ	จำนวนเงิน (บาทต่อไร่ต่อ 1 รอบการผลิต)
ผลผลิต (กก./ไร่)	611.11
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	7.00
รายได้ทั้งหมด	4,277.78
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]	828.75
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนที่เป็นเงินสด]	1,298.75
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนคงที่ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]	386.81
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]	0.63

ต้นทุนการปลูกสับปะรด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้จำแนกต้นทุนการปลูกสับปะรด (หน่วย: บาท/ 1 งาน) ออกเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ ประกอบด้วย

- 1.1) ค่าใช้ที่ดิน จากการสัมภาษณ์ พบว่าเกษตรกร ปลูกทานตะวันในที่ดินของญาติ โดยจะจ่ายค่าใช้ที่ดินเป็นผลผลิตข้าวจำนวน 5 ถังต่อไร่ คิดเป็นเงิน 350 บาทต่อไร่ (50x7) ซึ่งเป็นต้นทุนที่เป็นเงินสด

2. ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน และค่าวัสดุการเกษตร

- 2.1) ค่าแรงงาน ประกอบด้วยแรงงานคนแบ่งตามประเภทของกิจกรรมและขั้นตอนในการผลิตได้ดังนี้

ค่าแรงงานในการเตรียมดิน การเตรียมดินเกษตรกรจ้างรถไถเป็นเวลาประมาณ 1/2

ชั่วโมง ค่าเช่ารถ 700 บาทต่อชั่วโมง

ค่าจ้างในการเตรียมดิน = 350 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานตัดหน่อ เกษตรกรใช้แรงงานจ้างตัดหน่อ 400 บาทต่อ 1,000 หน่อ และเนื้อที่ 1 งาน จะใช้หน่อพันธุ์ประมาณ 1,500 หน่อ

ค่าแรงงานตัดหน่อ = $400 \times (1,500/1,000) = 600$ บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานปลูก เกษตรกรใช้แรงงานจ้างปลูก 280 บาทต่อ 1,000 หน่อ และเนื้อที่ 1 งาน จะใช้หน่อพันธุ์ประมาณ 1,500 หน่อ

ค่าแรงงานปลูก = $280 \times (1,500/1,000) = 420$ บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย เกษตรกรใช้แรงงานในครัวเรือน 2 คนในการใส่ปุ๋ยจำนวน 3 ครั้งต่อ 1 รอบการผลิต ใช้เวลา 1 ชั่วโมง ประเมินจากค่าแรงงาน 300 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย = 1 ชั่วโมง $\times$ 37.5 บาทต่อชั่วโมง $\times$ 3 ครั้ง $\times$ 2 คน = 225 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานใส่ยาฆ่าแมลงและวัชพืช เกษตรกรใช้แรงงานในครัวเรือน 2 คนในการใส่ยาฆ่าแมลงจำนวน 2 ครั้งต่อ 1 รอบการผลิต ใช้เวลา 0.33 ชั่วโมง ประเมินจากค่าแรงงาน 300 บาทต่อวัน (1 วัน = 8 ชั่วโมง) ค่าแรงงานใส่ยาฆ่าแมลง = 0.3325 ชั่วโมง $\times$ 37.5 บาทต่อชั่วโมง $\times$ 2 ครั้ง $\times$ 2 คน = 49.88 บาทต่อ 1 งาน

ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว เกษตรกรใช้แรงงานจ้าง โดยมีค่าจ้าง = 166.67 บาทต่อ 1 งาน

2.2) ค่าวัสดุการเกษตร ได้แก่ ค่าหน่อพันธุ์ ค่ายาฆ่าวัชพืช และค่าปุ๋ย

ค่าหน่อพันธุ์ = 1.7 บาทต่อหน่อ $\times$ 1,500 หน่อ = 2,550 บาทต่อ 1 งาน

ค่ายาฆ่าแมลงและวัชพืช = 245 บาทต่อ 1 งาน

ค่าปุ๋ย สูตร 21-0-0 สูตร 18-46-0 และสูตร 16-16-16 = 637.50 บาทต่อ 1 งาน

ตารางภาคผนวกที่ 4 ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ของการปลูกสับปะรด

รายการ	เป็นเงินสด	ไม่เป็นเงินสด	รวม	ร้อยละ
ต้นทุนคงที่	-	33.33	33.33	0.63
ค่าใช้ที่ดิน	-	3.33	33.33	0.63
ต้นทุนผันแปร	4,969.17	274.88	5,244.05	99.37
ค่าแรงงาน				
ค่าแรงงานเตรียมดิน	350.00	-	350.00	6.63
ค่าแรงงานตัดหน่อ	600.00	-	600.00	11.37
ค่าแรงงานปลูก	420.00	-	420.00	7.96
ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย		225.00	225.00	4.26
ค่าแรงงานใส่ยาฆ่าแมลง		49.88	49.88	0.95
ค่าแรงงานเก็บเกี่ยว	166.67	-	166.67	3.16
ค่าหน่อพันธุ์	2,550.00	-	2,550.00	48.32
ค่ายาฆ่าแมลงและวัชพืช	245.00	-	245.00	4.64
ค่าปุ๋ย	637.50	-	637.50	12.08
ต้นทุนรวมทั้งหมด	4,969.17	308.21	5,277.38	100.00
ร้อยละ	94.16	5.84	100.00	

ผลตอบแทนการปลูกสับปะรด

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อ 1 งาน (บาทต่อ 1 งาน) ของการปลูกสับปะรด

รายการ	จำนวนเงิน (บาทต่อ 1 งานต่อ 1 รอบการผลิต)
ผลผลิต (กก./1 งาน)	750.00
ราคาที่เกษตรกรขายได้ (บาท/กก.)	10.00
รายได้ทั้งหมด	7,500.00
รายได้สุทธิ [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]	2,255.95
รายได้สุทธิเหนือต้นทุนที่เป็นเงินสด [รายได้ทั้งหมด – ต้นทุนที่เป็นเงินสด]	2,530.83
กำไรสุทธิ [รายได้ทั้งหมด - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด]	2,222.62
กำไรต่อกิโลกรัม [กำไรสุทธิ/น้ำหนักผลผลิตรวม]	2.96

ตารางภาคผนวกที่ 6 ข้อมูลน้ำฝน ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ปี พ.ศ. 2558 - 2559

	ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2559		
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
รวม (มิลลิเมตร)	0.0	0.0	42.5	67.2	211.8	158.6	27.4	0.4	67.6	5.7	6.0
จำนวนวันมีน้ำฝน	0	0	7	9	22	14	4	1	3	3	1
ปริมาณน้ำฝนสูงสุด (มิลลิเมตร)	-	-	26.8	24	51.1	76.6	14.4	0.4	66.4	4.6	6

ตารางภาคผนวกที่ 7 ข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ปี พ.ศ. 2558 - 2559

	ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2559		
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
อุณหภูมิเฉลี่ย	26.04	28.41	29.05	29.00	27.14	26.89	27.06	26.36	26.19	25.81	28.57
อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย	33.50	35.90	36.60	36.60	33.50	32.30	32.60	32.80	33.40	32.80	36.90
อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย	20.00	22.40	23.00	24.20	23.60	23.30	23.00	21.50	20.60	20.00	21.70

ตารางภาคผนวกที่ 8 ข้อมูลความยาวนานของแสงแดด ตำบลหนองพลับ อำเภอหัวหิน
จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปี พ.ศ. 2558 - 2559

	ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2558				ปี พ.ศ. 2559		
	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
รวม (ชั่วโมง)	238.4	243.1	246.0	232.2	134.6	157.7	186.1	224.1	264.2	233.8	271.3
เฉลี่ย (ชั่วโมง)	8.51	7.84	8.20	7.49	4.49	5.09	6.2	7.23	8.52	8.06	8.75



ภาพภาคผนวก 1 แปลงปลูกทานตะวันฤดูแล้ง แปลงที่ 1 (ต้นทานตะวันมีขนาดแตกต่างกันในแปลงปลูก คือมีต้นใหญ่ที่หัวและท้ายแปลง ส่วนกลางแปลงมีต้นขนาดเล็ก ให้น้ำผ่านร่องปลูกในพื้นที่ปลูกระหว่างปาล์มของเกษตรกร คุณจันทร์ ขุนประเสริฐ ตำบลทับใต้ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์)



ภาพภาคผนวก 2 แปลงปลูกทานตะวันฤดูฝน แปลงที่ 2 (แปลงมีพื้นที่สม่ำเสมอว่าแปลงที่ 1 แต่เกิดปัญหาการขาดน้ำในช่วงต้นของฤดูปลูก ดอกมีขนาดค่อนข้างเล็กแต่ความสูงสม่ำเสมอว่าแปลงที่ 1 ปลูกในพื้นที่ของเทศบาลหนองพลับ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์)

ประวัติและผลงานวิจัยที่สำคัญของนักวิจัย

ชื่อ-สกุล ดร. พรรณธิภา ณ เชียงใหม่

Dr. Pantipa Na Chiangmai

ตำแหน่งทางวิชาการ รองศาสตราจารย์

วัน เดือน ปีเกิด 2 กันยายน 2519 (September, 2 1976)

เลขที่ประจำตัวประชาชน 3 5012 00192 58 3

สถานที่ทำงาน อาจารย์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตำบลสามพระยา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

ติดต่อ โทรศัพท์ 032-594037 โทรสาร 032-594037

e-mail address : nachiangmai_p@silpakorn.edu, mchiangmai@gmail.com

ที่อยู่ 65/2 หมู่ 6 ต. ยุหว่า อ. สันป่าตอง จ. เชียงใหม่ 50120 โทรศัพท์ 053-822695

มือถือ 081-1995360

ประวัติการศึกษา

1. วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Ph. D. (Crop Production Technology) Suranaree University of Technology

2542 – 2547 สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

-ได้รับทุนการศึกษาจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ทุน กาญจนภิเษก (รุ่นที่ 2)

2. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

M. Sc. (Agriculture) Agronomy Department, Chiangmai University,
Thailand

2540 – 2542 ศึกษาในระดับปริญญาโท ภาควิชาพืชไร่ (การปรับปรุงพันธุ์พืช)

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

- ได้รับทุนการศึกษาจาก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

(ทุน 2 ปี)

3. วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2540

B. Sc. (Agriculture) Chiangmai University, Thailand

2536 – 2540 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงานวิจัย 3 ปีย้อนหลัง (พ.ศ. 2557-2559)

- Na Chiangmai, P., Y. Pootaeng-on, P. Meetum, P., N. Jankomon, D. Muangnoi and D. Kitthip. 2014. Mutation induction in physic nut (*Jathopha cuscas* L.) by colchicine treatments. Silpakorn University Science and Technology Journal (SUSTJ) 8(2): 28-39.
- Na Chiangmai, P., L. Krittawongwiman, Y. Pootaeng-on, P. Laosuwan, S. Kittigul and M. Kanjanamaneesathian. 2014. Sunflower: A potential crop for rotating with rice in small farm setting. International Conference in Title “Rethink: Social Development for Sustainability in ASEAN Community”, 11-13 June 2014, Khon Kaen. pp 77-81 (International oral presentation).
- Na Chiangmai, P., Y. Pootaeng-on, P. Meetum, K. Kamkajon, W. Yuiam, N. Rungphan and P. Ninkaew. 2015. Regeneration of adventitious shoots on callus and leaf explants in *Jatropha curcas* L. ‘Phetchaburi’. Silpakorn University Science and Technology Journal 9(1): Silpakorn University Science and Technology Journal 9(1): 28-39.
- Pootaeng-on, Y., N. Kimsri, S. Sooksom, S. Tangchitam and P. Na Chiangmai. 2015. Condensed tannin in some tropical legumes residue. Silpakorn University Science and Technology 9(1): 51-60.
- Na Chiangmai, P., S. Chaitongrat, C. Kladsumeang, K. Prakobsub, Y. Pootaeng-on and Mana Kanjanamaneesathian. 2014. Effect of intercropping between upland rice and mungbean for soil amendment under the limited growing season. The 3rd International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (ICIST), Champasack University, Pakse, Champasack, Lao PDR, p. 54.
- Na Chiangmai, P., Y. Poo Taeng-on, C. Chanthasa, S. Khianggam, M. Kanjanamaneesathian, T. Techakriengkrai, S. Paengkoum, M. Thasontea and P. Laosuwan. 2015. Sunflower: Alternative crop for multiapplications. In: The 8th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science, 12-13, 2015 at the Art and Cultural Center Commemorating the 6th Cycle Birthday Anniversary of His Majesty the King, Silpakorn University, Nakhon Pathom.
- Vechpong, T., P. Na Chiangmai and P. Pompranee. 2015. Participation of community in knowledge management: Case study of Paganyaw way of upland rice cultivation in Prachuap Khiri Khan. International Journal of Behavioral Science 10(1): 13-20.

- Juntada, K., S. Taboonmee, P. Meetum, S. Poomjae and P. Na Chiangmai. 2015. Somatic embryogenesis induction from protocorm-like bodies and leaf segments of *Dendrobium Sonia* 'Earsakul'. Silpakorn University Science and Technology Journal 9(2): 9-19.
- Na Chiangmai, P., P. Nilprapruck, W. Bunkoed, P. Yodmingkhwan, C. Aekatasanawan and M. Kanjanamaneesathian. 2015. Correlations between the contents of phytic acid and inorganic phosphorus and downy mildew resistance of corn inbred lines. Songklanakarin J. Sci. Technol. 37(5): 515-522.
- Na Chiangmai, P., B. Maneethum, R. Kumpasa, W. Munyuen, Y. Pootaeng-on, W. Kunkaew and M. Kanjanamaneesathian. 2016. Effect of organic soil amendment on upland rice planted by the ethnic minority. The 9th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science. February 11-21, 2016 at Sanam Chandra Art Gallery, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace, Nakhon Pathom, Thailand (Poster presentation).
- Na Chiangmai, P., T. Vechpong, Y. Pootaeng-on, C. Chanthasa, S. Khiangnam, S. Chinkangsadarn, S. Poomjae, N. Puangpunsi, T. Techakriengkrai and M. Kanjanamaneesathian. 2016. Upland rice, the study based on sustainable conservation of natural resources in Prachuap Khiri Khan Province. The 9th Silpakorn University International Conference on Academic Research and Creative Arts: Integration of Art and Science. February 11-21, 2016 at Sanam Chandra Art Gallery, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace, Nakhon Pathom, Thailand (The creative work presentation).

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ – สกุล ดร.วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ

Dr. Wilaiwan Sirirotnjanaput

วัน เดือน ปีเกิด 26 พฤษภาคม 2515 (May 26, 1972)

หมายเลขประจำตัวประชาชน (ต้องระบุ) 3 6699 00196 26 0

ตำแหน่งทางวิชาการปัจจุบัน อาจารย์

สถานที่ทำงาน

คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี 76120

โทรศัพท์ 032-594-037-8 โทรสาร 032-594-037-8

E-mail address : wilaiwan@su.ac.th

ที่อยู่ปัจจุบัน

บ้านเลขที่ 5/1160 หมู่บ้านประชาชื่น ถ.สามัคคี อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

ประวัติการศึกษา

- 1) ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์) สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
Ph.D. (Economics) National Institute of Development Administration
ปีที่จบ 2555
- 2) วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
M.Sc. (Agricultural Economics) Kasetsart University
ปีที่จบ 2542
- 3) วิทยาศาสตรบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน
B.Sc. (Agricultural Economics) Kasetsart University
ปีที่จบ 2538

วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (ชื่อเรื่อง/ปีที่ดำเนินการ ทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก)

- ระดับปริญญาโท

ชื่อเรื่อง การวิเคราะห์เศรษฐกิจการเลี้ยงไหมเพื่อการผลิตอุตสาหกรรมเส้นไหมของ ประเทศไทย

ปีการผลิต 2539

ปีที่ดำเนินการ 2539-2542

- ระดับปริญญาเอก

ชื่อเรื่อง Welfare Analysis of Household Demand for Vehicle Fuel

ปีที่ดำเนินการ 2549-2555

สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

สาขาเศรษฐศาสตร์ กลุ่มวิชาเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม แขนงวิชาการประเมินมูลค่าสิ่งแวดล้อม

งานวิจัยและวิชาการที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

พรรณธิดา ณ เชียงใหม่ วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ ยุภา ปู่แดงอ่อน ฌานิกา จันทสระ และคณะ. 2558. ทิศทางและรูปแบบการผลิต-การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์.

รายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย. สนับสนุนงบประมาณโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จำนวน 94 หน้า.

พรรณธิดา ณ เชียงใหม่ วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ ยุภา ปู่แดงอ่อน ฌานิกา จันทสระ และคณะ. 2558. คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยี เรื่อง ทิศทางและรูปแบบการผลิต-การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. สนับสนุนงบประมาณโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จำนวน 14 หน้า.

พรรณธิดา ณ เชียงใหม่ วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ ยุภา ปู่แดงอ่อน ฌานิกา จันทสระ และคณะ. 2558. ทิศทางและรูปแบบการผลิต-การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. จัดนิทรรศการภายใต้เครือข่ายวิจัยภาคกลาง ระหว่างวันที่ 16-20 สิงหาคม 2558 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพมหานคร ในงานมหกรรมวิจัยแห่งชาติ 2558.

พรรณธิดา ณ เชียงใหม่ วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ ยุภา ปู่แดงอ่อน สิริรินทร์ ศรีบุรินทร์ ปรีชา ก้อนสูงเนิน และศิวพร แพงคำ. 2559. เอกสารประกอบการบรรยาย หลักสูตรอุตสาหกรรมเฉพาะด้านอ่อนทานตะวัน. จำนวน 29 หน้า.

พรรณธิดา ณ เชียงใหม่ วิไลวรรณ สิริโรจนพุดิ ยุภา ปู่แดงอ่อน ฌานิกา จันทสระ และคณะ. 2559. การจัดการการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากทานตะวันเพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียงในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายรายงานกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย. สนับสนุนงบประมาณวิจัยโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จำนวน 46 หน้า.