



รายงานการวิจัย

การพัฒนาคุณภาพแก่นตะวันเพื่อสุขภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์ Quality Development of *Helianthus tuberosus* L. for Health at Phetchabun Province

นุชจรี สิงห์พันธ์ และคณะ
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาคุณภาพแก่นตะวันเพื่อสุขภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์ Quality Development of *Helianthus tuberosus* L. for Health at Phetchabun Province

- โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การเพิ่มปริมาณอินนูลินสาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน
Enhancement of Inulin Production of *Helianthus tuberosus* L. for Human Health
- โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน
Design and Fabrication for Jerusalem artichoke Machine
- โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรขมิ้นผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
Biological Activities and Phytochemical from Ready-to-drink- herbal teas mixed Jerusalem artichoke Powder for development of processing herbal product of Small Community Enterprise
- โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟ ชูต แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร
A Development of Infographic Learning Media in Multiple Using of Jerusalem artichoke for Agriculturist

ทุนอุดหนุนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.)

ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทว.)

ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2563

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาคุณภาพแก่นตะวันเพื่อสุขภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์ Quality Development of <i>Helianthus tuberosus</i> L. for Health at Phetchabun Province
ผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นุชจรี สิงห์พันธ์
ผู้ร่วมวิจัย	อาจารย์เอราวัณ ชาญพหล ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำฝน เป้าทองคำ และอาจารย์ปรมะ แก้วพวง
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2563

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การเพิ่มปริมาณอินนูลินสาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน เมื่อได้รับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน และศึกษาประสิทธิภาพของสารกระตุ้น (elicitor) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ jasmonic acid และ yeast extract ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินในแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูก ทำการทดลองระหว่างเดือน มีนาคม 2562 ถึง พฤศจิกายน 2563 ในสภาพแปลงปลูก ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) จากการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน เมื่อได้รับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน ส่งผลให้การเจริญด้านความสูงต้น ความกว้างขนาดลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวสดต่อต้น และความยาวหัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งต้นและใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และแก่นตะวันเมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ความกว้างหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามลำดับ สำหรับศึกษาประสิทธิภาพของสารกระตุ้น (elicitor) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ jasmonic acid และ yeast extract ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ผลของการศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารกระตุ้น (elicitor) ที่เหมาะสมต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินสูงสุดของแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูก ภายหลังจากการเพาะปลูกเป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า ต้นแก่นตะวัน

เมื่อได้รับการกระตุ้นทุกการทดลองส่งผลให้ความสูงต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 1.28-1.43 เมตร ในขณะที่ต้นแก่ต้นที่ได้รับความกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต้นแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณ Reducing Sugar พบว่า ต้นแก่ต้นที่ได้รับความกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้ปริมาณ Reducing Sugar แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สำหรับการให้สารกระตุ้น Jasmonic Acid ที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ส่งผลให้แก่นตะวันมีปริมาณ Fructans (Inulin + Fructo-oligosaccharides) สูงสุดเท่ากับ 73.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามลำดับ

โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแก่นตะวัน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและการสร้างเครื่องหั่นแก่นตะวันโดยศึกษาประสิทธิภาพและประสิทธิผล เครื่องหั่นแก่นตะวันผลการวิจัยพบว่าแบบเครื่องหั่นแก่นตะวันแบบมีขนาด 31.3 X 21 X 58.4 เซนติเมตร โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อแบบงานด้านประสิทธิภาพ ขนาดหัวแก่นตะวันที่เหมาะสม คือ 2.5-3.4 เซนติเมตร องศาใบมีดที่ใช้ 17 องศา เหมาะสมที่สุด โดยหัวแก่นตะวันหนัก 1 กิโลกรัม ใช้เวลาในการทำงาน 61.9 วินาที โดยใช้ความเร็วรอบอยู่ที่ 310 รอบ/นาที ขนาดของแผ่นแก่นตะวันที่หั่นได้อยู่ระหว่าง 1-3 มิลลิเมตร ด้านประสิทธิผลผู้ใช้งานเครื่องหั่นแก่นตะวัน มีความพึงพอใจมากที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 เครื่องหั่นแก่นตะวันสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดที่ศึกษา

โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน พบว่า ชาสมุนไพรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระและการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และการยับยั้งกิจกรรมแอลฟา-กลูโคซิเดส ได้ดีที่ร้อยละ 70 – 90 และมีค่า IC_{50} ที่ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และมีปริมาณ Yeast & Mold น้อยกว่า 1,000 (CFU/g) และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 50 คน โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

โครงการวิจัยย่อยที่ 4 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีวัตถุประสงค์ 3 ประการได้แก่ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

2) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูกและการใช้ประโยชน์ พืชแก่งตะวัน ก่อน และหลังการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่งตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร และ 3) เพื่อประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก่งตะวันของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ใต้เมี่ยงสมุนไพร หมู่ที่ 1 ตำบลวังชมภู อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในปีพุทธศักราช 2563 จำนวน 10 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที แบบ dependent sample ผลงานวิจัย พบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่งตะวันพืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร รวมทั้ง 4 เล่ม อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก 2) เกษตรกร ที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่งตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีคะแนนทดสอบหลังเรียนรู้ สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) เกษตรกรที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่งตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีความสามารถในการปลูกพืชแก่งตะวัน โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: แก่งตะวัน, สารอินนูลิน, ฤทธิ์ทางชีวภาพ, พฤษเคมี, ชาสมุนไพร, เครื่องสำอาง, อินโฟกราฟ

Research Title Quality Development of *Helianthus tuberosus* L. for Health at
Phetchabun Province

Researcher Assistant Professor Dr. Nootjaree Singphan

Co-researcher Mr. Arawan Chanpahol, Assistant Professor Namfon Baothongkum,
and, Mr. Parama Keawpuang

Department Agriculture
Phetchabun Rajabhat University Year 2020

Abstract

Sub Project 1: Enhancement of Inulin Production of *Helianthus tuberosus* L. for Human Health. This research aimed to study the growth and productivity of *Helianthus tuberosus* L. When receiving different compost, earthworm manure and chemical fertilizers. The efficacy of two types of elicitor such as jasmonic acid and yeast extract, were studied at different concentrations on the induction of inulin production in the *H. tuberosus* L. in cultivated conditions. Experiments were conducted between March 2019 and November 2020 in planting conditions at the agricultural experiment plots, Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology, Phetchabun Rajabhat University. The experiment of this study was Randomized Complete Block Design (RCBD) experiment. The study found that *H. tuberosus* L. growth and productivity when receiving different compost, earthworm manure and chemical fertilizers over a period of 120 days, the plant height growth was trunk size width, canopy width, number of heads per tree, fresh tuber weight per plant was no statistically difference in head length ($p > 0.05$) while the application of earthworm manure was 1,000 kg / rai. This resulted in a statistically significant difference in dry weight of plant and leaf ($p < 0.05$) and kernels when applied with earthworm manure at the rate of 500 kg/rai mixed with chemical fertilizer formula 15-15-15. The rate of 12.5 kg per rai This resulted in a statistically significant difference in head width ($p < 0.05$), respectively. The efficacy of two elicitor stimulants: jasmonic acid and yeast extract at different concentrations was studied. The results of the experiment showed that suitable elicitor types and concentrations on the

induction of maximum inulin production of *H. tuberosus* L. in field conditions. After 120 days of cultivation, it was found that the *H. tuberosus* L. plant, when stimulated for all experiments, resulted in no statistically significant difference in plant height ($p > 0.05$). The concentration of 4 g/l of yeast extract stimulants, there were statistically significant differences in the percentage of dry plant weight and dissolved solids in water. ($p < 0.05$), while the amount of reducing sugar was found that yeast extract stimulants at a concentration of 1 g/l resulted in a statistically significant difference in the amount of reducing sugar ($p < 0.05$). For jasmonic acid dosing at 100 μM concentration, the *H. tuberosus* L. gave the highest Fructans (Inulin + Fructo-oligosaccharides) content of 73.86%, which resulted in a statistically significant difference ($p < 0.05$), respectively.

Sub Project 2: Design and Fabrication for Jerusalem artichoke Machine. Design and construction of a core slicer for studying efficiency and effectiveness The result of the research shows that the model of Suntorn slicer with the size of 31.3 X 21 X 58.4 cm by experts has an opinion on the efficiency model. The suitable size of the core is 2.5-3.4 centimeters. The most suitable blade angle is 17 degrees. The palm kernel weight is 1 kilograms, takes 61.9 seconds to operate at a speed of 310 rev / min. The size of the sliced core is between 1-3 millimeters. Most satisfied with the average value of 4.58, standard deviation of 0.48.

Sub Project 3: The biological and phytochemical testing of herbal tea products mixed with Kaen Tawan powder to develop processed products of the community enterprise group, all 5 ratios found that herbal tea is effective in inhibiting free radicals and inhibiting alpha enzyme - Glucosidase and inhibition of alpha-glucosidase activity. Well at 70 - 90 percent and the IC50 value that is close to the standard substance. The contamination of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. And Yeast & Mold content was less than 1,000 (CFU / g), and the consumer acceptance test of 50 people was average.

Sub Project: 4: The objectives of this research were (1) to develop an infographic learning media in multiple using of Jerusalem Artichoke for agriculturist; (2) to compare the pre-learning and post-learning knowledge of the agriculturists who learned from the infographic learning media; and (3) to evaluate the ability of

agriculturists to cultivate Jerusalem Artichoke. The research sample consisted of 10 agriculturists in community enterprise group (OTOP), Village No. 1, Wang Chompoo subdistrict, Mueang Phetchabun district, Phetchabun province during the 2020 year, obtained by purposive sampling. The employed research instruments comprised (1) the infographic learning media in multiple using of Jerusalem Artichoke for agriculturist; (2) a knowledge test; and (3) an evaluation form of the ability of agriculturists to cultivate Jerusalem Artichoke. Statistics of data analysis were mean, standard deviation and t-test. Research findings showed that (1) the infographic learning media in multiple using of Jerusalem Artichoke for agriculturist were at a very appropriate level.; (2) the post-learning knowledge scores of the agriculturists who learned from the infographic learning media were significantly higher than their pre-learning knowledge scores at the .05 level; and (3) the agriculturists who learned from the infographic learning media in multiple using of Jerusalem Artichoke for agriculturist has the ability to cultivate Jerusalem Artichoke as a whole at very good level.

Keywords: *Helianthus tuberosus* L. , Inulin, Bioactivity, Phytochemical, Herbal tea, Shredder, Infographics

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ทุนอุดหนุนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทสว.) ภายใต้แผนงานยุทธศาสตร์การวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ (PCRU_2563_TSRI_012) มา ณ ที่นี้ด้วย

นุชจรี สิงห์พันธ์ และคณะ

ธันวาคม 2563

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	๕
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	24
3.1 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	24
3.2 สถานที่ดำเนินงาน.....	38
3.3 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	38
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	39
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	57
ประวัติคณะผู้วิจัย.....	58

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน การออกแบบและสร้างเครื่องฟานแกนตะวัน.....	42
4.2 ผลรวมการทดสอบเวลาในการทำงานของเครื่องฟานแกนตะวัน.....	43
4.3 ผลการหาความหนาเฉลี่ยของแผ่นแกนตะวันที่ฟานได้.....	44
4.4 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิภาพของเครื่องฟานแกน ตะวัน.....	45

(ญ)

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ลักษณะหัวใต้ดิน ใบ ลำต้น และดอกของแก่นตะวัน.....	4
4.1 แสดงแบบการออกแบบเครื่องฟานแก่นตะวัน.....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตามยุทธศาสตร์การพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยในระยะยาว ภาคการผลิตในช่วงที่ผ่านมา มีการปรับตัวที่ค่อนข้างช้า เมื่อเปรียบเทียบกับภาวะที่โลกปรับเปลี่ยนเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจที่อาศัยฐานความรู้เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตทั้งในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมยังอยู่ในระดับต่ำกว่าประเทศคู่แข่ง โดยเฉพาะพืชอาหารไม่สามารถแข่งขันได้ มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสิ้นเปลือง ขาดการอนุรักษ์ฟื้นฟูอย่างเป็นระบบ เนื่องจากจังหวัดเพชรบูรณ์มีความหลากหลายทางด้านทรัพยากรทางด้านพืชอาหาร แต่ยังขาดมาตรฐานการผลิต กระบวนการผลิตยังมีต้นทุนที่สูง เกิดของเสีย และใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน ดังนั้นที่มิวิชัยจึงต้องการศึกษาการพัฒนาศักยภาพพืชอาหารแบบบูรณาการในจังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อเป็นการยกระดับความสามารถการผลิตและการแข่งขันต่อไป

แก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) จัดอยู่ใน Family Asteraceae มีถิ่นกำเนิดแถบทวีปอเมริกาเหนือ ซึ่งมีความแข็งแกร่งทนทานต่อสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันมาก จึงได้ชื่อว่า “แก่น” และเป็นพืชที่ใกล้เคียงกับทานตะวัน จึงให้ชื่อพืชชนิดนี้ว่า “แก่นตะวัน” แก่นตะวันจัดเป็นพืชที่มีสารสำคัญที่ชื่อว่า อินนูลิน (inulin) เป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่งมีคุณสมบัติคล้ายเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารได้ยาก จะถูกดูดซึมได้ช้า ทำให้ไม่รู้สึกหิว ช่วยในระบบขับถ่าย ป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ รวมทั้งช่วยลดไขมันในเลือดและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคหัวใจ (Oraffi, 2005)

ทีมผู้วิจัยร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไล่เรียงสมุนไพร หมู่ 1 ตำบลวังชมภู อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากพืชและสมุนไพรในท้องถิ่นเพื่อจำหน่ายทั้งในจังหวัดและทั่วประเทศ และมีผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแปรรูปและพัฒนา คือ ชาสมุนไพรชงดื่มของกลุ่มจากสูตรสมุนไพรเดิมที่ประกอบด้วยสมุนไพรอบแห้ง มะขามป้อม อบเชย ชิง และใบชา ซึ่งเป็นชาสมุนไพรที่ผลิตขึ้นมาตามสรรพคุณของสมุนไพรที่เป็นองค์ประกอบ แต่ประสบปัญหาด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณภาพหรือมาตรฐานของชาสมุนไพร ชาสมุนไพรพร้อมเพิ่มคุณสมบัติของชาสมุนไพรในการส่งเสริมสุขภาพด้านการลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้บริโภค เพื่อให้เหมาะกับผู้ป่วยและผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ซึ่งแก่นตะวันเป็นพืชที่มีน้ำตาลที่เป็นประโยชน์ที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นเหตุผลทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสนใจนำแก่นตะวันมาใช้

เป็นส่วนประกอบของชาสมุนไพรเพื่อเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร และเพิ่มมูลค่าเป็นการสร้างและพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

พัฒนาคุณภาพแก่นตะวันเพื่อสุขภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

พัฒนาคุณภาพแก่นตะวันเพื่อสุขภาพในจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้

1. การเพิ่มปริมาณสารอินนูลินสาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน
2. ฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์เคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรซึ่งดื่มผสมผงแก่นตะวันเพื่อ

พัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

3. การออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแก่นตะวัน เป้าหมายการวิจัย
4. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัด

ประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด เกี่ยวกับพืชแก่ตะวัน

แก่ตะวัน (*Helianthus tuberosus* L) หรือ เยรูซาเล็ม อาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) เป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Helianthus* จัดเป็นพืชหัวใต้ดินคล้ายมันฝรั่ง อยู่ในตระกูลเดียวกับทานตะวัน มีดอกคล้ายดอกทานตะวัน แต่มีขนาดเล็กกว่า มีดอกสีเหลือง (สนั่น จอกลอยและคณะ, 2549: ก)

1. ลักษณะทั่วไปของแก่ตะวัน

แก่ตะวัน จัดเป็นไม้ล้มลุกอายุ 4 - 5 เดือน ต้นตั้งตรง โตเร็ว ตามปกติปลูกเป็นไม้ล้มลุก ความสูงต้นประมาณ 1.5 - 3 เมตร ไม่แตกกิ่งหรือแตกกิ่งปานกลางในส่วนบนของลำต้น มีขนแข็ง ปกคลุมทั่วไปในส่วนเหนือดิน ต้นที่ไม่ได้ปลูกจากเมล็ดมีระบบรากแขนง มีลักษณะเป็นฝอยแผ่กระจายลงลึก ส่วนประกอบของต้นแก่ตะวัน ดังนี้

ใบ แก่ตะวันมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว รูปหอก ปลายใบแหลม ขอบใบเป็นหยักมีลักษณะไม่แน่นอน ใบเรียงตรงข้ามหรือ 3 ใบเรียงเป็นวงรอบในส่วนล่างของลำต้น ในส่วนบนของลำต้นใบเดี่ยวเรียงสลับ ก้านใบยาว 2-4 เซนติเมตร ด้านบนก้านมีลักษณะเป็นปีก ใบรูปไข่หรือรูปใบหอกแกมรูปไข่ยาว 10-20 เซนติเมตร โคนใบมีลักษณะเรียวแคบไปสู่ก้านใบ (Vervelde, 1996)

ดอก มีลักษณะคล้ายดอกทานตะวันหรือดอกบัวตอง ดอกบานเป็นกระจุกแน่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-8 เซนติเมตร เป็นช่อ 2-3 ช่อ ฐานรองดอกแบน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 - 2 เซนติเมตร วงดอกย่อยด้านนอกเป็นหมัน กลีบดอกชั้นในเป็นแผ่นแบนกว้าง สีเหลืองทอง รูปรีไปจนถึงรูปขอบขนานขนาด 2.5-4.5x1 เซนติเมตร ดอกย่อยตรงกลาง (disc floret) เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบดอกสีเหลืองสด รูปหอยาว 6-7 มิลลิเมตร ใบประดับ (sterile bract) สีซีด ยาว 8-9 มิลลิเมตร ปลายกลีบสีเหลืองแกมเขียว เกสรเพศผู้ 5 อัน ก้านเกสรเพศเมียเรียวเล็ก ปลายยอดเกสรเพศเมียมีลักษณะเป็น 2 พู

หัว มีลักษณะตะปุ่มตะป่ำผิวไม่เรียบ มีลักษณะคล้ายหัวของขิงหรือข่า หัวมีสีขาวหรือเหลือง แต่ละหัวยาวประมาณ 7.5-10.0 เซนติเมตร มีหัวเกิดขึ้นจากการขยายตัวของไหลใต้ดินซึ่งมีลักษณะสั้นและป้อมหรือยาวเรียว หัวรูปรีจนถึงค่อนข้างกลมขนาด 2-8 x 3-6 เซนติเมตร (สนั่น และคณะ, 2549)



รูปที่ 1.1 ลักษณะหัวใต้ดิน ใบ ลำต้น และดอกของแก่นตะวัน

การเจริญเติบโตของแก่นตะวัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงแรก เรียกว่า “slow tuber growth” คือ นับจากปลูกจนถึงออกดอกแรก และระยะที่สองเรียกว่า “rapid tuber filling” ซึ่งเริ่มจากดอกแรกบานจนถึงเก็บเกี่ยว โดยในช่วงแรกของการเจริญเติบโตนั้น อาหารที่สร้างได้จะสะสมไว้ที่ใบและ ลำต้น จากใบจะเคลื่อนย้ายสู่หัว (Frese, 1993)

2. ระยะการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน ระยะพัฒนาการของแก่นตะวัน สามารถแบ่งระยะการเจริญเติบโตได้ 5 ระยะ ดังนี้

2.1 ระยะงอกและพัฒนาทรงพุ่ม (emergence and canopy development) วงจรชีวิตเริ่มต้นและพัฒนาการของแก่นตะวัน เริ่มต้นจากการแตกหน่อของชิ้นส่วนหัวที่ใช้ปลูก แต่เนื่องจากหัวของแก่นตะวันมีการพักตัว ส่งผลให้ช่วงระยะเวลาการแตกหน่อใช้เวลายาว ดังนั้นจึงต้องมีการทำลายการพักตัวของหัวแก่นตะวัน วิธีการคือ นำหัวแก่นตะวันเก็บไว้ในที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0 ถึง 5 องศาเซลเซียส การใช้ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ช่วยคลายการพักตัวและการยืดยาวของเซลล์ โดยปกติแล้วแก่นตะวันใช้ระยะเวลา ในการงอกประมาณ 2 - 5 สัปดาห์หลังปลูกขึ้นอยู่กับพันธุ์ของแก่นตะวัน การเจริญเติบโตทางด้านเหนือดินของแก่นตะวัน เริ่มหลังจากระยะงอก แก่นตะวัน จะมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นหลักก่อน หลังจากนั้นจะมีการสร้างกิ่งแขนงบนลำต้นหลัก แต่ในระยะก่อนออกดอกขนาดของกิ่งแขนงที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กเนื่องจากการข่มตาตรงบริเวณลำต้นหลัก

2.2 ระยะการสร้างไหล (rhizome formation) การสร้างหัวของแก่นตะวันจะสร้างที่ปลายของไหล ซึ่งเป็นส่วนของลำต้นที่เจริญใต้ดิน การสร้างไหลเริ่มขึ้นเมื่อ 10 - 56 วันหลังงอก

2.3 ระยะการสร้างหัว (tuberization) บริเวณปลายไหลจะมีการขยายใหญ่เพื่อการสะสมคาร์โบไฮเดรต น้ำ และแร่ธาตุต่างๆ เรียกว่าหัวแก่นตะวัน และลักษณะหัวจะมีความแตกต่างกันตามพันธุ์

2.4 ระยะออกดอก (flowering) แก่นตะวันเริ่มสร้างดอกเมื่อสิ้นสุดการแตกกิ่งแขนง ประมาณ 1-2 สัปดาห์ และสร้างดอกบริเวณส่วนปลายด้านบนของลำต้นหลัก และกิ่งแขนง อุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการออกดอก กรณีที่อุณหภูมิต่ำทำให้แก่นตะวันไม่สร้างดอกหรือมี พัฒนาการในการออกดอกช้าแต่มีการเจริญเติบโตทางด้านส่วนเหนือดิน (Denoroy, 1996)

2.5 ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity) ระยะนี้สังเกตได้จากลักษณะ ของแก่นตะวัน ดังนี้ ดอกร่วง ใบเริ่มเหี่ยวและร่วง ส่วนลำต้นเปลี่ยนสีจากสีเขียวกลายเป็นสีเหลือง หรือสีน้ำตาลเนื่องจากอาหารสะสมส่วนเหนือดินได้ถูกเคลื่อนย้ายมาสะสมที่หัว

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน

3.1 ดิน (Soil) ลักษณะดินที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน ควรมี ลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ซึ่งมีสัดส่วนของอนุภาคของดินเหนียว 15-20 เปอร์เซ็นต์ และสัดส่วนของอนุภาคของดินทราย 50-70 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำดี มีค่า pH อยู่ ระหว่าง 5.8-7.0 จึงเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน กรณีที่ปลูกแก่นตะวันในดิน เหนียวจะส่งผลให้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากผลผลิตของหัวและลำต้นของแก่นตะวันถูกจำกัดการ เจริญเติบโต

3.2 น้ำ (water) แก่นตะวันเป็นพืชที่ต้องการใช้น้ำเพื่อการเจริญเติบโตเป็นปริมาณ มากตลอดอายุของแก่นตะวันอาจต้องการใช้น้ำถึง 250 ถึง 350 ลิตรต่อต้น ถ้าแก่นตะวันไม่พอน้ำ จะ ส่งผลให้การเจริญเติบโตของแก่นตะวันลดลง ในขณะเดียวกันส่วนใต้ดินจะมีการเจริญเติบโต ได้ช้ากว่าปกติ ส่วนของระบบรากของแก่นตะวันจะมีรากที่ยังลึกลงไปใต้ดิน แต่เมื่อ แก่นตะวัน ได้รับน้ำหลังจากกระทบแล้งจะกลับมาเจริญเติบโตได้เหมือนเดิม ในกรณีที่แก่นตะวันกระทบแล้ง ในช่วงแรกของการเจริญเติบโต จะส่งผลต่อผลผลิตของแก่นตะวันเพียงเล็กน้อย (Monti และคณะ 2005)

3.3 ช่วงแสง (day length) แก่นตะวันในกลุ่มที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาว (late variety) จะ ตอบสนองต่อช่วงแสงวันสั้น (short - day plant) คือจะออกดอกเมื่อได้รับช่วงแสงวันสั้นเท่ากับช่วง แสงวิกฤต(critical day length) ซึ่งประมาณ 14 ชั่วโมง ส่วนแก่นตะวันที่มีอายุเก็บเกี่ยวสั้น (early variety) นั้นมักจะไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (day neutral) แต่จะออกดอกและเก็บเกี่ยวได้เมื่อได้รับ อุณหภูมิสะสม (degree day; 0C) เท่าจำนวนของแต่ละพันธุ์ (Frese, 1993)

3.4 อุณหภูมิ (temperature) แก่นตะวันเป็นพืชล้มลุกที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีทั้ง ในเขตภูมิอากาศแบบหนาว - ชื้น และเขตภูมิอากาศอบอุ่น - แห้งแล้ง ถ้าปลูกแก่นตะวันในเขต

ภูมิอากาศแบบหนาว-ชื้นต้องมีช่วงการเจริญเติบโตที่ปราศจากน้ำค้างแข็ง อย่างน้อย 125 วัน หัวแก่่นตะวันสามารถคงอยู่ในดินข้ามฤดูหนาวได้แม้ว่าอุณหภูมิดินจะลดต่ำลงถึงจุดเยือกแข็ง

3.5 ปุ๋ยและธาตุอาหาร (fertilizer and nutrients) แก่นตะวันได้รับการกล่าวถึงว่าเป็นพืชที่มีการตอบสนองต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก โดยเฉพาะดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง นอกจากนั้นยังสามารถดูดซับธาตุอาหารพืชที่ตกค้างข้ามฤดูในดินขึ้นมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ประโยชน์ของแก่นตะวัน

4.1 เป็นอาหารคนและอาหารสัตว์ ส่วนหัวใช้รับประทานสดแทนผัก ใช้ทำขนม เช่น บวดชี หรือต้มรับประทาน และผลิตไวน์ นอกจากนี้ยังเป็นอาหารสัตว์ (จิรยุทธ ดาระสา, 2549) ในส่วนของหัวเป็นอาหารที่หมู ไก่ และกระต่ายชอบกิน ใบสดอาจใช้เลี้ยงม้า ลา และสัตว์เคี้ยวเอื้องต่างๆ ใบอ่อนหรือใบในระยะแรกๆ มีคุณค่าทางอาหารสามารถเก็บเกี่ยวหรือปล่อยให้สัตว์กัดกิน แต่มีผลทำให้ผลผลิตหัวลดลง (Vervelde, 1996)

4.2 เป็นพืชสมุนไพรสำหรับสัตว์ การนำหัวแก่นตะวันตากแห้งและป่นเป็นแป้งผสมในอาหารสัตว์ ใช้เป็นสมุนไพรทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะ ป้องกันเชื้อทางเดินอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เมื่อสัตว์บริโภคแก่นตะวันจะช่วยลดกลิ่นของมูลสัตว์ จึงเหมาะสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ เช่น การเลี้ยงไก่ สุกร อีกทั้งช่วยให้ภูมิคุ้มกันของสัตว์ดีขึ้น (เยาวมาลย์ คำเจริญ และคณะ, 2549)

4.3 เป็นประโยชน์ทางการแพทย์สำหรับมนุษย์ ในหัวของแก่นตะวัน มีสารอินนูลิน ซึ่งสามารถลดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานได้ สร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยลดไขมันในเลือด และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ (นิมิตร วรสุต และสนั่น จอกลอย, 2549)

4.4 เป็นพืชพลังงาน (มธุรส วงษ์ครุฑ, 2556 : 67) กล่าวว่า นอกจากแก่นตะวันจะเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง แล้วยังเป็นพืชที่มีประโยชน์ในด้านของพลังงานทางเลือก โดยหากนำหัวแก่นตะวันสด 1 ตัน ไปหมักด้วยเชื้อยีสต์ จะได้แอลกอฮอล์ไปกลั่นเป็นเอทานอลที่บริสุทธิ์ 99.5% ได้มากถึง 100 ลิตร ซึ่งเมื่อเทียบกับอ้อย 1 ตัน จะให้ปริมาณเอทานอล 75 ลิตร

4.5 เป็นพืชเพื่อการท่องเที่ยว พบว่าแก่นตะวันสามารถนำมาปลูกในบริเวณกว้างเป็นแปลงไม้ดอกไม้ประดับได้ (สนั่น จอกลอย และคณะ, 2549)

5. พันธุ์แก่นตะวันที่ใช้ในประเทศไทย แก่นตะวันเป็นพืชต่างประเทศ ที่มีการนำพันธุ์เข้ามาปลูกทดสอบในประเทศไทยจำนวน 24 สายพันธุ์ ได้มีการพัฒนาสายพันธุ์และคัดเลือกสายพันธุ์ให้บริสุทธิ์ ให้เหมาะกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย พบว่ามี 2 สายพันธุ์ คือ แก่นตะวันสายพันธุ์ # 1 ซึ่งพัฒนามาจากสายพันธุ์ JA89 จะให้ผลผลิตสูง หัวใหญ่ มีแขนงน้อย รสชาติหวาน

เหมาะสำหรับรับประทานหัวสด ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 2.5 - 3.0 ตัน/ไร่ และ แก่นตะวันสายพันธุ์ # 2 ซึ่งพัฒนามาจากสายพันธุ์ HEL 65 ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่า หัวใหญ่ มีแขนงน้อยมาก รสชาติหวาน มีความกรอบเหมาะสำหรับรับประทานหัวสด อายุเก็บเกี่ยวของทั้งสองพันธุ์ประมาณ 120 - 140 วัน

แก่นตะวันพันธุ์ 50-4 ผลผลิตสูงกว่าแก่นตะวัน 1 แก่นตะวัน 2 และแก่นตะวัน 3 หัวมีขนาดใหญ่กว่า มีแขนงน้อย รสชาติหวาน เหมาะที่นำไปใช้ในอุตสาหกรรม อายุเก็บเกี่ยว 110 วัน

ประวัติการพัฒนาพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์แก่นตะวันลูกผสม แก่นตะวัน 50-4 เริ่มดำเนินการในปี 2550 โดยการผสมพันธุ์ระหว่างแก่นตะวันพันธุ์ JA 102 กับแก่นตะวันพันธุ์ JA 89 ได้ปลูกต้นลูกผสมและคัดเลือกต้นที่มีหัวขนาดใหญ่ และมีผลผลิตต่อต้นสูงไว้ คือสายพันธุ์ (JA 102 × JA 89)-8 นำมาปลูกทดสอบผลผลิต ร่วมกับพันธุ์แก่นตะวัน 1 แก่นตะวัน 2 และแก่นตะวัน 3 ตามมาตรฐานการเปรียบเทียบพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยการเปรียบเทียบขั้นต้น 1 ปี 3 การทดลอง การเปรียบเทียบขั้นมาตรฐาน 1 ปี 3 การทดลอง การเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่นาเกษตร 3 ปี 12 การทดลอง จากการเปรียบเทียบผลผลิตเฉพาะในฤดูฝน พบว่าแก่นตะวันสายพันธุ์ (JA 102 × JA 89)-8 เป็นสายพันธุ์ที่มีหัวขนาดใหญ่ และให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แก่นตะวัน 1 2 และ 3 โดยให้ผลผลิตหัวสด 4,164 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าพันธุ์แก่นตะวัน 3 ที่ให้ผลผลิต 3,054 3,780 และ 2,902 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และมีปริมาณอินนูลินสูงใกล้เคียงกับแก่นตะวัน 3 และเพื่อเป็นเกียรติเนื่องในการเฉลิมฉลองครบรอบ 50 ปี ของการจัดตั้งมหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเป็นหน่วยงานบุกเบิกในการพัฒนาพันธุ์แก่นตะวัน และแนะนำพันธุ์ให้แก่เกษตรกรให้ปลูกแล้ว 3 พันธุ์คือ แก่นตะวัน 1 แก่นตะวัน 2 และแก่นตะวัน 3 ดังนั้นจึงตั้งชื่อแก่นตะวันพันธุ์ใหม่ว่า “แก่นตะวัน 50-4”

6. การปลูกแก่นตะวัน การปลูกแก่นตะวัน มีขั้นตอน ดังนี้

6.1 ส่วนขยายพันธุ์แก่นตะวัน การปลูกแก่นตะวันสามารถใช้ได้ทั้งเมล็ดและหัวแต่การขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดนั้นทำได้น้อย เนื่องจากแก่นตะวันมีเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดน้อย ดังนั้นจึงนิยมใช้ชิ้นส่วนของหัวที่มีขนาด 22 - 25 กรัม (2 - 4 ตา) (Cosgrove et al, 2000) นอกจากนี้ สนั่น จอกลอย และคณะ (2549: ก) ได้ศึกษาอิทธิพลของการใช้ชิ้นส่วนขยายพันธุ์ต่อการงอก การเจริญเติบโตและให้ผลผลิต โดยใช้ชิ้นส่วนหัวพันธุ์ ดังนี้ หัวพันธุ์ขนาดเล็ก หัวพันธุ์ขนาดใหญ่ ไหลส่วนโคน ไหลส่วนกลางและไหลส่วนปลาย พบว่า การปลูกหรือขยายพันธุ์แก่นตะวัน สามารถใช้หัวพันธุ์ได้ทุกส่วน โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอก การเจริญเติบโต ลักษณะความสูง และการให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน

6.2 การบ่มหัวเพื่อให้คลายการพักตัว นำหัวแก่แ่นตะวันตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ให้ตากแดดมา 3 - 4 ตา แล้วนำไปบ่มเพาะในแกลบดำที่มีความชื้น 7 - 10 วัน เพื่อกระตุ้นหรือชักนำให้เกิดต้นอ่อนก่อนปลูก ได้ให้สาเหตุที่ต้องมีการบ่มหัวแก่แ่นตะวันก่อนทำการปลูก เพราะจะทำให้ได้ต้นกล้าที่มีอายุใกล้เคียงกันไปปลูก ทำให้การจัดการสำหรับปลูกได้สะดวกมากยิ่งขึ้น (สนั่น จอกลอย และคณะ, 2549: ๗)

6.3 การเตรียมดินและวิธีการปลูก การเตรียมแปลงปลูกโดยการไถตะ 1 ครั้งและไถแปร 2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยขี้วัวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงที่มี pH ต่ำกว่า 6.0 แล้วพรวนดินกลับเพื่อปรับสภาพดิน จากนั้นนำต้นกล้าย้ายลงปลูกในแปลง ใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร สำหรับการปลูกในช่วงต้น ฤดูฝน และ 40 x 40 เซนติเมตร สำหรับการปลูกในช่วงปลายฤดูฝน พื้นที่ 1 ไร่ ใช้หัวพันธุ์ 30 - 35 กิโลกรัม

6.4 การให้น้ำชลประทานและการใส่ปุ๋ย การให้น้ำชลประทานสามารถให้ได้ทั้งแบบปล่อยตามร่อง หรือแบบระบบฉีดฝอย (sprinkler) ตลอดฤดูปลูก ยกเว้นเมื่อมีฝนตก และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อแก่แ่นตะวันอายุ 20-30 วันหลังปลูก โดยใส่แบบโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลับ

6.5 การควบคุมวัชพืช เริ่มตั้งแต่การเตรียมแปลงก่อนทำการเพาะปลูกเพื่อลดปริมาณของวัชพืช หลังจากปลูกแล้วอาจจะต้องกำจัดวัชพืช โดยการดายหญ้า 1-2 ครั้ง เมื่อแก่แ่นตะวันเจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการแตกกิ่งก้านสาขา และมีใบปกคลุมทำให้สามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ดี

6.6 โรคและแมลง เกี่ยวกับโรคที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแก่แ่นตะวันในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นโรคคล้ายกับพืชในสกุลเดียวกับทานตะวัน โรคที่พบได้ในทุกพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกคือ โรคโคนเน่า และหัวเน่าเกิดจากเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ส่งผลให้ผลผลิตของแก่แ่นตะวันลดลง การป้องกันสามารถทำได้โดยการใส่เชื้อราที่สามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุของโรคนี้ ได้แก่ *Trichoderma harziannum* สำหรับแมลงศัตรูที่พบ ได้แก่ ตั๊กแตนและด้วงปีกแข็ง ส่วนการป้องกันแมลงศัตรูแก่แ่นตะวัน อาจทำได้โดยการใช้แมลงศัตรูธรรมชาติที่เป็นตัวห้ำหรือตัวเบียน (พรทิพย์ วงศ์แก้ว, 2549)

6.7 การเก็บเกี่ยวผลผลิต อายุการเก็บเกี่ยวผลผลิตของแก่แ่นตะวัน ขึ้นกับพันธุ์ พันธุ์แก่แ่นตะวัน # 1 มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 120 วันหลังปลูก หลังจากการสังเกตสีของ ลำต้นเปลี่ยนเป็นสีเหลือง หรือ สีน้ำตาล แสดงว่าแก่แ่นตะวันนั้นแก่พร้อมเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวผลผลิตทำได้โดยใช้พลั่วขุด และถอนด้วยมือ หลังจากนั้น ทำการปลิดหัวแก่แ่นตะวัน ล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่ง

ให้สะอาดแล้วนำหัวสดใส่ถุงพลาสติกเก็บรักษาที่ห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5 - 10 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปแก่จนตะวันให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 2.5 - 3.0 ตันต่อไร่ (สนั่น จอกลอย และคณะ, 2548: ก)

การผลิตแก่นตะวันในประเทศไทย ปัจจุบันมีเกษตรกรปลูกแก่นตะวันในหลายจังหวัด ได้แก่ หนองคาย ขอนแก่น อุดรธานี มหาสารคาม สกลนคร นครราชสีมา นครพนม ร้อยเอ็ด ลพบุรี สระบุรี

แก่นตะวันยังจัดเป็นพืชที่ให้ผลผลิตเป็นหัว เนื่องจากมีสารสำคัญที่ชื่อว่า อินนูลิน (inulin) ซึ่งมีสรรพคุณทางยาหลายประการ จึงนิยมสกัดสารชนิดนี้ไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด และส่วนหัวของแก่นตะวันก็สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารคาวและหวานหลายชนิด ใช้เป็นสารเยื่อใยอาหารเพื่อสุขภาพ ใช้เสริมในอาหารสัตว์เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโต ลดจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในระบบทางเดินอาหาร สร้างภูมิคุ้มกัน ทำให้ลดการใช้สารปฏิชีวนะและมูลสัตว์มีกลิ่นเหม็นน้อยลง (พิภพ สดศรี, 2546) นอกจากนี้ยังใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ได้อีกด้วย

7. สรรพคุณแก่นตะวัน

7.1 ช่วยทำให้เจริญอาหาร

7.2 ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย และช่วยลดการติดเชื้อ เพราะสารอินนูลินจะช่วยลดปริมาณของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร อย่างเชื้อ อีโคไล (*E.Coli*) และโคลิฟอร์ม (Coliforms) และในขณะเดียวกันยังไปช่วยเพิ่มการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายให้เจริญเติบโตดีขึ้นอีกด้วย

7.3 ช่วยป้องกันอาการภูมิแพ้ แพ้อาหาร โดยเฉพาะในเด็ก

7.4 ช่วยลดความอ้วน ลดน้ำหนักได้ ภายในหัวจะมีน้ำประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีคาร์โบไฮเดรตประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ซึ่งคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่จะเป็นอินนูลิน (Inulin) ซึ่งอินนูลินเป็นสารเยื่อใยอาหารที่ให้ความหวานได้ แต่จะไม่ถูกย่อยในกระเพาะและลำไส้เล็ก จึงสามารถอยู่ในระบบทางเดินอาหารได้นาน จึงช่วยทำให้ไม่รู้สึกหิว ทำให้รับประทานอาหารได้น้อย สามารถช่วยควบคุมพลังงานที่ได้รับต่อวันได้เป็นอย่างดี จึงช่วยลดความอ้วนและป้องกันโรคเบาหวานไปด้วยในตัว

7.5 ช่วยในการควบคุมน้ำหนัก เนื่องจากแก่นตะวันมีสารประกอบเชิงซ้อนกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานต่ำกว่าคาร์โบไฮเดรตทั่วไป มีลักษณะคล้ายแป้ง แต่มีคุณสมบัติในการรักษาสมดุลของสารอาหารที่รับประทาน โดยสามารถรับประทานได้มากขึ้น แต่ยังช่วยรักษาระดับพลังงานให้คงที่ได้ ทำให้รู้สึกอิ่มนาน ซึ่งไม่เหมือนกับแป้งทั่วไปที่ร่างกายย่อยสลายแล้วถูกดูดซึม

เข้าไปสะสมเป็นไขมันแล้วทำให้อ้วน จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ที่กำลังประสบปัญหาภาวะน้ำหนักเกิน

7.6 ช่วยป้องกันไขมันในเลือดสูง เพราะเส้นใยของแกนตะวันจะช่วยดูดซับน้ำมันและน้ำตาลที่เรารับประทานเกินไว้ ไม่ว่าจะเป็นคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ หรือไขมันเลวที่เรารับประทานเข้าไปทั้งออกทางอุจจาระ และยังมีงานวิจัยที่ระบุว่าผู้ที่รับประทานคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์สูง หากได้รับอินนูลินเป็นประจำก็จะช่วยทำให้ไขมันในเส้นเลือดลดลงได้

7.7 ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเส้นใยของแกนตะวันเป็นตัวช่วยดูดซับไขมันที่เป็นโทษต่อร่างกายและเป็นสาเหตุของการเกิดโรคดังกล่าวทั้งออกทางอุจจาระ

7.8 ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด และป้องกันโรคเบาหวานได้เป็นอย่างดี เนื่องจากแกนตะวันมีแคลอรีต่ำ ไม่ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำตาลในเลือดแม้จะรับประทานในปริมาณมาก จึงเหมาะอย่างยิ่งสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน หากรับประทานอย่างต่อเนื่องเป็นประจำจะช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ โดยมีงานวิจัยที่ระบุว่าผู้ที่ได้รับสารอินนูลินเป็นประจำจะมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานน้อยกว่าคนที่กินน้ำตาลมากถึง 40 เปอร์เซ็นต์

7.9 ช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยในการทำงานของลำไส้ให้เป็นปกติ และช่วยบำรุงสุขภาพของลำไส้ใหญ่ได้เป็นอย่างดี เพราะผู้ที่ได้รับสารอินนูลินเป็นประจำ จะทำให้ลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มมากขึ้น และมีปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อร่างกายหรือแบคทีเรียที่เป็นตัวก่อโรคลดลง ทำให้แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดแก๊สกลิ่นเหม็นในร่างกายน้อยลง หรือแบคทีเรียที่กินซากเนื้อสัตว์ ตัวสร้างสารก่อมะเร็งในลำไส้ใหญ่อีกด้วย โคลิก็ลดน้อยลงด้วยเช่นกัน

7.10 ช่วยกระตุ้นการดูดซึมแร่ธาตุหลายชนิด ช่วยปรับสภาพของลำไส้ให้เหมาะสมต่อการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิดที่ไม่สามารถดูดซึมได้ในลำไส้เล็ก และช่วยให้ลำไส้ใหญ่สามารถดูดซึมแร่ธาตุที่มีประโยชน์ต่อร่างกายได้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วยดูดซึมธาตุแคลเซียมได้มากถึงร้อยละ 20 รวมไปถึงธาตุเหล็ก ฯลฯ

7.11 ช่วยในการทำงานของระบบขับถ่าย ช่วยในการขับถ่าย ทำความสะอาดลำไส้ และเก็บกวาดของเสียในระบบทางเดินอาหารได้เป็นอย่างดี แก้อาการท้องผูกได้ เนื่องจากทำให้อุจจาระมีกากใยมากขึ้น และยังช่วยลดกลิ่นเหม็นของอุจจาระได้อีกด้วย สมุนไพรแกนตะวันมีสรรพคุณช่วยลดอาการจุกเสียดแน่นท้อง แก้อาการท้องเสีย

7.12 ช่วยป้องกันสารพิษอย่างโลหะหนัก เช่น สารตะกั่ว เป็นต้น

อินนูลิน (inulin)

อินนูลิน (inulin) เป็นสารที่พบปริมาณสูงในส่วนหัวของพืชชนิดนี้ โดยอินนูลินจัดเป็นสารเยื่อใยอาหารที่ให้ความหวาน ถือเป็นสารพรีไบโอติก (Prebiotics) ชนิดหนึ่งที่ไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารของมนุษย์ แต่มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดดีในลำไส้ใหญ่ (Hidaka และคณะ, 1986) อินนูลินจะพบในพืชมากที่สุดถึง 36,000 ชนิด ซึ่งในพืชแต่ละชนิดจะมีอินนูลินในปริมาณที่แตกต่างกัน

อินนูลิน เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทฟรุคแทน (fructan) จัดเป็นเยื่อใยอาหาร (dietary fibre) ที่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารได้ยาก จะถูกดูดซึมได้ช้า ทำให้รู้สึกหิว กินอาหารได้ไม่มาก รวมทั้งช่วยลดไขมันในเลือด และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคหัวใจ อินนูลินสามารถพบได้อยู่ในพืชทั่วไป เช่น ต้นหัวหอม หัวกระเทียม แอสพาราตัส และจะมีอยู่เป็นปริมาณมากในหัวของ เยรูซาเลมอาร์ติโชค (Jerusalem artichoke) หรือในชื่อภาษาไทยว่า แก่นตะวัน และในหัวของชิโกลี (chicory)

อินนูลิน พบได้ในพืชหลายชนิด ทั้งที่เป็นพืชป่าและพืชปลูก โดยสะสมอยู่เป็นปริมาณมากในส่วนของหัวและส่วนรากที่ใช้สะสมอาหาร แต่ก็สามารถพบได้ในต้นของพืชพื้นเมืองตระกูลหญ้าในเขตหนาว (native grass temperate) หรือแม้แต่ในแบคทีเรีย เช่น *streptococcus mutans* (Suzuki, 1993)

ประโยชน์ของอินนูลินที่มีต่อสุขภาพ Oratti (2005) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของอินนูลินไว้หลายประการด้วยกัน เช่น ช่วยป้องกันโรคอ้วน ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ รวมทั้งการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรคให้ร่างกาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 อินนูลินช่วยลดความอ้วน จากรายงานของ Farnworth (1993) กล่าวถึงอินนูลิน เป็นอาหารเยื่อใยประเภทแป้ง ที่ถูกจัดไว้ว่าเป็นอาหารเยื่อใย ซึ่งจะไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กซึ่งเป็นระบบทางเดินอาหารส่วนบนของมนุษย์ ดังนั้นเมื่อมนุษย์กินอินนูลินเข้าไปจึงไม่ให้อาหารพลังงาน ซึ่ง Oratti (2005) ได้อธิบายลักษณะของอาหารประเภทนี้ว่าเป็น Low-glycaemic food ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการให้พลังงานของอาหารจำนวน 50 กรัม ในช่วงเวลา 2 ชั่วโมงหลังจากกินอาหารนั้นเปรียบเทียบกับสารกลูโคส (glucose) หรือขนมปังขาว (white bread) เมื่อมนุษย์เรากินอาหารประเภท low-glycaemic เข้าไป อาหารจึงอยู่ในระบบทางเดินอาหารเป็นเวลานาน ทำให้ไม่มีความรู้สึกหิว จึงกินอาหารน้อยทำให้ไม่เป็นโรคอ้วน

2.2 อินนูลินช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน Hata et al., (1983) อ้างถึงโดย Farnworth (1993) ได้อธิบายผลของอินนูลินในร่างกายมนุษย์ว่ามีผลต่อการป้องกันโรคเบาหวาน

ได้นั้นเนื่องจากอินนูลินเป็นอาหารที่เป็น Low-glycaemic food ซึ่งเมื่อมนุษย์กินเข้าไปแล้ว ถูกเมตาบอลิซึมได้อย่างช้าๆ ทำให้มีน้ำตาลในเลือดต่ำ และมีความสม่ำเสมอ ส่งผลให้ร่างกายมนุษย์หลั่งอินซูลิน (insulin) ออกมาในปริมาณน้อยๆสม่ำเสมอ ตับอ่อนจึงไม่เกิดความเครียดจากการทำงาน แตกต่างจากผู้ที่ยังกินอาหารที่มีน้ำตาลสูงโคเรสสูง ตับอ่อนต้องหลั่งอินซูลินออกมามากในช่วงหลังการกินน้ำตาล ทำให้ตับอ่อนมีความเครียดในการหลั่งอินซูลินในปริมาณมากๆ จึงเป็นสาเหตุของการเป็นโรคเบาหวานประเภทที่ 2 โดยมรายงานว่าคนที่กินอาหาร low-glycaemic food จะมีโอกาสเป็นโรคเบาหวานนี้น้อยกว่าคนที่กินอาหารพวก high-glycaemic food ถึง 40 เปอร์เซ็นต์

2.3 อินนูลินช่วยลดไขมันในเลือดและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ Hata et. Al. (1983) อ้างถึงใน Farnworth (1993) ได้ศึกษาในกลุ่มคนที่มีระดับไขมันในเลือดสูงโดยกินอาหารที่ผสมอินนูลินที่อยู่ในรูปน้ำตาลนีโอ (Neosugar) เฉลี่ย 14.2 กรัมต่อวัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าคนที่กินน้ำตาลนีโอ นั้นมีคอเรสเตอรอลรวม (total cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) ลดลงเปรียบเทียบกับกลุ่มคนที่กินอาหารที่มีน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ตามปกติ นอกจากนั้นในการศึกษานี้ยังพบว่าความดันเลือดในคนที่กินน้ำตาลนีโอได้ จากการศึกษานี้ Farnworth (1993) ได้อธิบายไว้ว่าเป็นผลของอินนูลินซึ่งไม่ถูกย่อยรวมกับไขมันและสารประกอบอื่นๆ ทำให้การดูดซึมไขมันเข้าในเลือดน้อย

2.4 อินนูลินสร้างภูมิคุ้มกัน จากการศึกษาของ yazawa et. Al. (1978) อ้างถึง โดย Farnworth (1993) ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ พบว่า *Escherichia coli*, *Lactobacillus acidophilus*, และ *Streptococcus faecalis* ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์หลังจากการกินอาหารที่มีอินนูลิน การทดลองสกัดน้ำตาลจากหัวเชื้อราเลมอาร์ติโชค (แก่ต้นตะวัน) ด้วยวิธีใช้น้ำร้อน พบว่า มีองค์ประกอบดังตารางภาพที่ 1 และได้้นำสารที่สกัดทั้งหมดนี้ใส่อาหารให้คนกิน หลังจาก 24 ชั่วโมงแล้วทำการตรวจสอบ น้ำปัสสาวะ พบว่าไม่มีฟรุทแทน ไม่เกิดอาการท้องร่วง ไม่ทำให้เกิดอาการปวดท้อง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งสรุปว่า ฟรุทแทนไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหารหรือลำไส้เล็ก จากข้อมูล orafiti (2005) ได้สรุปว่า คนที่กินอินนูลินเป็นประจำจะมีผลให้ในลำไส้ใหญ่มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น

3. อินนูลินจากแก่ต้นตะวัน

จากประโยชน์ต่างๆ ของอินนูลิน ทำให้อินนูลินได้รับความสนใจและได้เข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งในกระบวนการผลิตต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ หาง่าย และมีปริมาณของสารอินนูลินในปริมาณที่สูงแหล่งวัตถุดิบที่

เหมาะสมจึงน่าจะมาจากพืช จากข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์ของอินนูลินในแก่นตะวันกับพืชชนิดอื่นแล้วจะพบว่า พืชชนิดนี้ให้ปริมาณอินนูลินที่สูง จึงน่าจะเหมาะต่อการนำมาใช้เป็นแหล่งผลิตอินนูลิน ทำให้มีการส่งเสริมให้มีการเพาะปลูกพืชชนิดนี้เพิ่มขึ้นในประเทศไทย แต่แก่นตะวันที่ปลูกในธรรมชาติ อาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศสภาวะการเพาะปลูก สายพันธุ์ และโรคพืช เป็นต้น

สารทุติยภูมิ (secondary metabolites)

สารทุติยภูมิมีในสิ่งมีชีวิตบางจำพวกเท่านั้น และไม่จำเป็นต่อการดำรงชีพ แต่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่ผลิตสารนั้นๆ เช่น อาจจะเป็นสารที่ใช้ในกระบวนการป้องกันตัวเอง (selfdefense) จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ โดยผลิตสารทุติยภูมิในปริมาณที่มากขึ้น เช่น แทนนิน ที่มีรสฝาด ทำให้ศัตรูพืชไม่กินใบพืชชนิดนั้นอีก หรือเกิดกระบวนการ Systemic Acquired Resistance (SAR) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากที่ได้รับสัญญาณที่มาจาก hypersensitive response (HR) นอกจากนี้มีรายงานเกี่ยวกับความสามารถของสารทุติยภูมิเป็น free radical-scavenger หรือ antioxidant หรือ chemoresistance agent หรือ antimutative agent อย่างกว้างขวาง ซึ่งกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นหลังกระบวนการติดเชื้อ และพืชสามารถรอดตายจากการติดเชื้อ (Taiz and Zeiger, 2006) พืชแต่ละชนิดมีกลไกการป้องกันตัวเองที่แตกต่างออกไปเมื่อถูกรบกวนโดยสิ่งมีชีวิตกินพืช (ศุภวรรณ บุญระเทพ, 2549) สิ่งมีชีวิตที่สามารถพบสารทุติยภูมิได้ เช่น สัตว์ เชื้อรา สาหร่าย แบคทีเรีย และพืช ซึ่งสร้างมาจากสารปฐมภูมิเพียงไม่กี่ชนิด

1. การเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิ

การเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถทำได้โดยเริ่มจากการคัดเลือกสายพันธุ์ของพืชที่มีการสร้างสารที่สนใจ หาความหลากหลายของพืชในบริเวณต่างๆ ที่เพาะปลูกทำการตรวจสอบ และคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ปริมาณสารสูงเป็นสายพันธุ์ตั้งต้น เพื่อนำมาเพาะเลี้ยงโดยเปลี่ยนอาหาร (subculture) หลายรอบ จนได้ต้นที่มีความคงตัวของยีน และการสร้างสารทุติยภูมิ ซึ่งต้องคัดเลือกสายพันธุ์ (cell line) ที่มีการเจริญเติบโตดี และสร้างสารได้ในปริมาณมาก จากนั้นทำการควบคุมอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง สภาวะในการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมในการสร้างสาร และการเจริญเติบโต และใช้เทคนิคอื่นๆ ร่วมด้วยเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารในปริมาณที่มากขึ้น เช่น การเติมสารกระตุ้น (elicitation) การตรึงเซลล์ (immobilization) การซึมผ่าน (permeabilization) การดัดแปลงพันธุกรรม (genetic modification) หรือควบคุมการสร้างสารทุติยภูมิในวิถีชีวสังเคราะห์ของพืช (biosynthesis pathways) (Ramachandra Rao and Ravishankar, 2002) ซึ่งการเติมสารกระตุ้นเพื่อเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิในพืชนั้น เป็นหนึ่งในหลายวิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาทางด้านนี้ โดยการสร้าง

สารทุติยภูมิในพืชเกิดจากกลไกการป้องกันตัวเองของพืชจากการบุกรุกโดย จุลชีพ ได้แก่ แบคทีเรีย รา ไวรัส ดังนั้น การเติมสารบางชนิดสามารถกระตุ้นให้พืชเกิดการตอบสนองได้เหมือนกลไกการป้องกันตัวเองที่เกิดจากจุลชีพ (วรารภรณ์ ภูตะลูน, 2551) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคการเติมสารกระตุ้นเพื่อเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิในแก่นตะวัน โดยรายละเอียดของสารกระตุ้นมีดังนี้

1.1 สารกระตุ้น (elicitors) สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (วรารภรณ์ ภูตะลูน, 2551) คือ

1.1.1 สารกระตุ้นชีวภาพ (biotic elicitors) เป็นสารกระตุ้นที่ได้มาจากสิ่งมีชีวิตที่ลดความซับซ้อนของโมเลกุลลง ได้แก่ เชื้อรา แบคทีเรีย และสารสกัดจากยีสต์ (yeast extract; YE) รวมไปถึงที่ได้จากเซลล์พืช ได้แก่ methyl jasmonate (MeJA) Jasmonic acid (JA) salicylic acid (SA) หรือได้จากเปลือกของสัตว์ ได้แก่ chitosan เป็นต้น

1.1.2 สารกระตุ้นอชีวภาพ (abiotic elicitor) เป็นสารกระตุ้นที่ได้มาจากสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่ อุณหภูมิ ไอออนของธาตุต่างๆ เกลือของโลหะหนัก หรือ UV เป็นต้น ซึ่งเป็นกลุ่มของสารเคมีหรือสภาพแวดล้อม

สารกระตุ้นที่นำมาใช้แต่ละชนิด จะทำให้เกิดกลไกการตอบสนองแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้สารกระตุ้นในการเพิ่มสารทุติยภูมิในการเพาะเลี้ยงเซลล์อาจใช้การกระตุ้นแบบชนิดเดียว หรืออาจใช้สารกระตุ้นหลายๆ ชนิดร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างสารทุติยภูมิ เนื่องจากกระบวนการส่งสัญญาณ และกลไกการตอบสนองที่หลากหลายของสารกระตุ้น สารกระตุ้นที่นิยมใช้ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ได้แก่ MeJA JA chitosan แบคทีเรีย เชื้อรา และ YE (วรารภรณ์ ภูตะลูน, 2551)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการกระตุ้น ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกระตุ้นเพื่อเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิ มีดังนี้

1. ความจำเพาะเจาะจงของสารกระตุ้น พืชมีการตอบสนองต่อสารกระตุ้น แตกต่างกันไปขึ้นกับความจำเพาะของเซลล์พืชนั้นๆ รวมไปถึงกลไกในการเหนี่ยวนำให้เกิดการสะสม ของสารจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของสารกระตุ้น ระยะเวลาที่เนื้อเยื่อสัมผัสกับสารกระตุ้น และ กลไกการสร้างสารที่สารกระตุ้นทำให้เกิดขึ้น

2. ความเข้มข้นและช่วงเวลาในการได้รับสารกระตุ้น ความเข้มข้นของสารกระตุ้นเป็นปัจจัยที่มีผลเป็นอย่างมากในการตอบสนอง ซึ่งการตอบสนองดังกล่าวจะแตกต่างกันไป ความเข้มข้นของสารกระตุ้นอาจส่งผลให้เกิดการกระตุ้นกับพืชชนิดหนึ่ง แต่อาจไม่ส่งผลกับพืชอีกชนิดหนึ่ง สำหรับช่วงเวลาในการกระตุ้นนั้น สารกระตุ้นสามารถกระตุ้นเซลล์พืชได้ตลอดเวลาที่เพาะเลี้ยง และมีการสัมผัสสารจนกว่าจะมีการเก็บ

3. ระยะการเจริญเติบโตและสภาวะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงของพืช โดยช่วงระยะที่ พืชมีการเจริญเติบโตอยู่ในระยะเอกซ์โพเนนเชียล (exponential phase) พบว่า เป็นระยะที่พืชอยู่ในสภาพที่เอนไซม์พร้อมทำงาน ทำให้การตอบสนองของพืชต่อสารกระตุ้นมีประสิทธิภาพสูงสุด (วราภรณ์ ภูตะลุน, 2551)

3. กลไกระดับโมเลกุลในการสร้างสารทุติยภูมิโดยสารกระตุ้น

การให้สารกระตุ้นแก่พืชหรือเมื่อพืชถูกเชื้อโรครุกราน พืชจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และชีวเคมี ซึ่งเป็นกลไกในการป้องกันการรุกรานของเชื้อโรคและสิ่งต่างๆ โดยการตอบสนองของพืชนี้ จะรวมไปถึงการสะสมของสารทุติยภูมิที่ใช้เป็นกลไกในการป้องกันตนเองด้วย กระบวนการในการป้องกันตนเองนี้ มักเกี่ยวข้องกับการต่อต้านที่ผนังเซลล์พืช (Cunha et al., 2006; Huckenhoven, 2007) แต่ยังมีอีกหลายกระบวนการที่เกิดจากการตอบสนองของพืชต่อสิ่งบุกรุก ซึ่งสารกระตุ้นแต่ละชนิดจะกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองของพืชในการเพิ่มปริมาณสารทุติยภูมิได้หลาย กระบวนการ (วราภรณ์ ภูตะลุน, 2551)

ชาสมุนไพร

แนวทางการพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร (กระทรวงสาธารณสุข) ในปัจจุบัน มีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่างๆ มาใช้เป็นอาหารในลักษณะการชงดื่มเป็นเครื่องดื่มกันอย่างแพร่หลาย โดยการนำพืชสมุนไพรเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับหรือบด แล้วบรรจุของสำหรับการแช่เพื่อชงดื่มหรือบรรจุภาชนะอื่นเพื่อการดักชงดื่มในปริมาณตามความต้องการ การชงดื่มทำโดยการแช่ของหรือดักพืชสมุนไพรนั้นลงในน้ำร้อน ซึ่งแต่เดิมการควบคุมผลิตภัณฑ์ดังกล่าวในทางกฎหมายจัดผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543 นอกจากนั้น ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) พ.ศ.2543 เรื่อง ชา กำหนดเฉพาะชาในสกุล Camellia เท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมชาชงดื่มจากพืชสมุนไพรชนิดอื่น

ดังนั้น เพื่อเป็นการเอื้อประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตสมุนไพรที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปอย่างง่ายที่นำมาชงดื่มเช่นเดียวกับชาและสามารถใช้คำว่า “ชา” เป็นส่วนของชื่ออาหาร อีกทั้งเพื่อเป็นการควบคุมดูแลพืชสมุนไพรที่สามารถใช้ชงดื่มได้ให้เป็นไปในระดับเดียวกับชาในสกุล Camellia ซึ่งจะลดขั้นตอน กระบวนการในการขออนุญาตให้รวดเร็วขึ้น แต่ด้วยพืชสมุนไพรบางชนิดอาจมีอันตรายต่อผู้บริโภค กระทรวงสาธารณสุขโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้ออกประกาศกระทรวง สาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร กำหนดให้พืชสมุนไพรบางชนิดเป็นชาสมุนไพร โดยประกาศฯ ฉบับดังกล่าวมีสาระสำคัญดังนี้

สถานภาพผลิตภัณฑ์ตามกฎหมาย

ชาสมุนไพรจัดเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ. 2547 เรื่อง ชาสมุนไพร มีผลบังคับใช้วันที่ 27 กรกฎาคม 2547 โดยลงราชกิจจานุเบกษา ฉบับทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 82 ง. ลงวันที่ 26 กรกฎาคม 2547 ผู้ใดประสงค์จะทำการผลิต/นำเข้าชาสมุนไพรจะต้องได้รับอนุญาตทั้งสถานที่ผลิต/นำเข้า และผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรจะต้องจดรายละเอียดอาหารก่อน จึงจะผลิต/นำเข้าเพื่อจำหน่ายได้

เกณฑ์การพิจารณาผลิตภัณฑ์เป็นชาสมุนไพร

“ชาสมุนไพร” ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะดังนี้

1. ต้องทำจากส่วนต่างๆ ของพืชที่ระบุไว้ในบัญชีแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 หรือตามรายชื่อที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาประกาศเพิ่มเติม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการอาหาร (ตารางที่ 1) มาทำให้แห้งและลดขนาดให้เล็กลงโดยการตัด สับ หรือ บด เท่านั้น ซึ่งยังอยู่ในสภาพที่สามารถตรวจสอบได้ว่ามาจากพืชสมุนไพรชนิดใด

2. มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำไปบริโภคโดยการต้มหรือชงกับน้ำเท่านั้น

3. ต้องทำจากพืชสมุนไพรชนิดเดียวหรือผสมกับพืชสมุนไพรชนิดอื่นที่กำหนดเป็นชาสมุนไพรตาม รายชื่อในตารางที่ 1 หรือผสมกับใบยอดและก้านที่ยังอ่อนอยู่ของต้นชาในสกุล *Camelia* ตามประกาศ เรื่อง ชา เท่านั้น หลักการจัดประเภทผลิตภัณฑ์ระหว่าง ชา ชาสมุนไพร และเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

- ผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนผสมระหว่างพืชสมุนไพรตามชนิดที่อยู่ในบัญชีแนบท้ายประกาศ เรื่อง ชา สมุนไพร และใบชาสกุล *Camelia* ตามประกาศ เรื่อง ชา โดยมีลักษณะเป็นไปตามนิยามของชาสมุนไพร มีหลักการจัดประเภทผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของชาสมุนไพร ไม่เกิน 10% จัดเป็น ชา ตามประกาศ (ฉบับที่ 196) เช่น ใบชาเขียว 90% มะตูมแห้ง 10%, ใบชา 90%, ใบเจียวกู่หลาน 5% ใบหม่อน 5%,

2. ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของชาสมุนไพรตั้งแต่ 90% ขึ้นไป จัดเป็น ชาสมุนไพร ตามประกาศ (ฉบับที่ 280) เช่น มะตูมแห้ง 90% ชาเขียว 10%, ใบเจียวกู่หลาน 50% ใบหม่อน 40% ใบชา 10%, ใบเตย 95% ใบ ชา 5%

3. ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมของชาสมุนไพรมากกว่า 10% และหรือน้อยกว่า 90% จัดเป็น เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศ (ฉบับที่ 214) เช่น ใบเตย 20% ใบชา 80%, ดอกเก๊กฮวย 50% ใบชา 50% ตารางที่ 1 รายชื่อพืชหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่อนุญาตเป็นชาสมุนไพรตามประกาศ ฉบับนี้

การสกัดสารจากพืชสมุนไพร

1. การเตรียมตัวอย่างพืช

การเตรียมตัวอย่างพืชเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญซึ่งต้องคำนึงถึงสิ่งที่มีผลต่อความแตกต่าง ของสารสำคัญในพืช โดยมีการตรวจเอกลักษณ์ที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ชื่อพฤกษศาสตร์และได้ตัวอย่าง ที่ถูกต้อง จะต้องไม่มีพืชอื่นปน ไม่มีโรคพืช เพราะจุลินทรีย์อาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ กระบวนการชีวสังเคราะห์ สถานที่ในการปลูก ระยะเวลาในการเก็บมีผลต่อปริมาณสาร จึงต้อง บันทึกสถานที่ ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง นอกจากนี้การเก็บรักษาตัวอย่างทั้งแบบพืชสดและแห้งก็จะ ทำให้ฤทธิ์ทางเภสัชแตกต่างกันได้

2. วิธีการสกัด

การสกัดสารสำคัญจากพืชทำได้หลายวิธี เช่น การหมัก (Maceration) การหมักแบบต่อเนื่อง (Percolation) การสกัดด้วย Soxhlet extractor การสกัดน้ำมันหอมระเหย (Extraction of volatile oil) ซึ่งการ เลือกใช้แต่ละวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของสารสกัด คุณสมบัติของสารที่ทนต่อความร้อน ชนิดของตัวทำละลาย ที่ใช้แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป

2.1 การหมัก (Maceration) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยวิธีการหมักสมุนไพร กับตัวทำละลายในภาชนะที่ปิด เช่น ขวดปากกว้าง ขวดรูปชมพู่ หรือโถ ถังสแตนเลส เป็นต้น ทิ้งไว้ หมั่นเขย่าและคนบ่อย ๆ เมื่อครบกำหนดเวลาจึงค่อยรินเอาสารสกัดออก พยายามบีบเอาสารละลาย ออกจากกาก (Marc) ให้มากที่สุด นำสารสกัดที่ได้ไปกรอง ถ้าต้องการสกัดให้หมดจะต้องสกัด ซ้ำหลาย ๆ ครั้งวิธีนี้มีข้อดีที่สาร ไม่ถูกความร้อน แต่เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองตัวทำละลายมาก

2.2 การหมักแบบต่อเนื่อง (Percolation) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญแบบต่อเนื่อง โดยใช้ เครื่องมือที่เรียกว่า Percolator นำสมุนไพรมาหมักกับตัวทำละลายพอชื้น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วค่อยๆ บรรจุผงยาที่ละเอียดเป็นชั้นลงใน Percolator เติมตัวทำละลายลงไปให้ระดับตัวทำละลายสูงเหนือ สมุนไพร (Solvent head) ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงเริ่มรินเอาสารสกัดออก โดย ค่อยเติมตัวทำละลายเหนือสมุนไพรอย่าให้แห้ง เก็บสารสกัดจนการสกัดสมบูรณ์ บีบกากเอาสาร สกัดออกให้มากที่สุด นำสารสกัดที่เก็บได้ทั้งหมดรวมกัน แล้วนำไปกรอง

2.3 การสกัดด้วย Soxhlet extractor เป็นวิธีการสกัดแบบต่อเนื่อง โดยใช้ตัวทำละลายซึ่ง มีจุดเดือดต่ำ การสกัดทำได้โดยใช้ความร้อนทำให้ตัวทำละลายใน flask ระเหย ขึ้นไป แล้วกลั่นตัว ลงมาใน Thimble ซึ่งบรรจุสมุนไพรไว้เมื่อตัวทำละลายใน Extracting chamber สูงถึงระดับ สารสกัด จะไหลกลับลงไปใน Flask ด้วยวิธีการกลั่นน้ำ Flask นี้เมื่อได้รับความร้อนจาก

Heating mantle หรือหม้ออังน้ำตัวทำละลายจะระเหยขึ้นไป ทั้งสารสกัดไว้ใน Flask ตัวทำละลายเมื่อกระทบกับ Condenser จะกลั่นตัวกลับลงมาสกัดสารใหม่ วนเช่นนี้เรื่อย ๆ การสกัดด้วยวิธีนี้ใช้ความร้อนด้วย จึงอาจทำให้ สารเคมีบางชนิดสลายตัวไป

3. การเลือกตัวทำละลาย

ในการเลือกใช้ตัวทำละลายอาศัยหลักเกณฑ์ คือ สารละลายและตัวทำละลายมีสมบัติความมีขั้วคล้ายคลึงกัน ซึ่งตัวทำละลายที่ดีควรมีคุณสมบัติ เป็นตัวทำละลายที่ละลายสารที่เราต้องการสกัด ได้ดีพอละลายสารที่ต้องการออกมามากที่สุด แต่ต้องละลายสารที่ไม่ต้องการออกมาน้อยที่สุด (Selectivity) ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป ไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่เราต้องการสกัด ไม่เป็นพิษ มีความคงตัว และจะต้องหาง่าย ราคาถูกด้วย

4. การทำสารสกัดให้เข้มข้น

เมื่อสกัดสารจากพืชด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้ว สารสกัดที่ได้มักจะมีปริมาณมาก และเจือจาง ทำให้นำไปแยกส่วนได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องนำมาทำให้เข้มข้นก่อน ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

4.1 การระเหย (Free evaporation) คือการระเหยให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากหม้ออังน้ำ (Water bath) หรือ Hotplate หรืออาจจะเป่าอากาศร้อนลงไปในสารสกัดด้วยเพื่อให้ระเหยได้เร็วขึ้น

4.2 การกลั่น ในภาวะสุญญากาศ (Distillation in vacuum) เป็นวิธีการระเหยแห้งโดย กลั่นตัวทำละลายออกที่อุณหภูมิต่ำและลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศ โดยใช้ Vacuum pump เครื่องนี้เรียกว่า Rotary evaporator ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ Distillation flask, Condenser และ Receiving flask ซึ่ง Distillation flask จะหมุนอยู่ตลอดเวลาที่ทำงาน และแช่อยู่ในหม้ออังน้ำ เพื่อให้การกระจายของความร้อนทั่วถึงสม่ำเสมอ เครื่องมือที่ดีจะต้องมีระบบทำสุญญากาศที่ดี ระยะระหว่าง Distillation flask และ Condenser สั้นและมีระบบทำความเย็นที่ดี

4.3 การแช่แข็ง (Freezing) ถ้าเป็นสารสกัดด้วยน้ำวิธีที่เหมาะสมคือใช้วิธีแช่แข็ง โดย ใช้ Lyophilizer หรือ Freezedry แต่ถ้าเป็นตัวทำละลายอื่นเฉพาะตัวทำละลายเท่านั้นที่แช่แข็งซึ่งแยก จาก Concentrated extract โดย Centrifuge วิธีนี้มีข้อดีเหมาะสมกับสารที่สลายตัวง่ายด้วยความร้อน

สารพฤษเคมี

สารพฤษเคมี (Phytochemical) เป็นสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่พบในพืช ซึ่งจะพบสารเป็นจำนวนมากในพืช สามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีในพืชตามสารตั้งต้น (Biosynthetic origin) แบ่ง

ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สารปฐมภูมิ (Primary metabolites) และสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ซึ่งสาร ปฐมภูมิ เป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในพืชชั้นสูงโดยทั่วไป พบได้ในพืชเกือบทุกชนิด ส่วนใหญ่เป็น สารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ส่วนสารทุติยภูมิเป็นสารประกอบที่พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ในพืชสารเหล่านี้มักจะแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่าง ชัดเจน

การออกแบบและสร้างเครื่องฝาน

หัวข้อของแก่นตะวันสามารถบริโภคสดและใช้ในการปรุงอาหารคาวหวานแล้ว ยังสามารถแปรรูปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร (ประภาส และคณะ, 2553) การแปรรูปอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ ที่สามารถบริโภคได้ มีคุณภาพ และสามารถช่วยเก็บรักษาอาหารไว้ได้ระยะหนึ่ง (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, 2557) การพัฒนาการแปรรูปอาหาร เพื่อให้มีรสชาติที่ถูกใจผู้บริโภค และเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมอาหารสู่ไทยแลนด์ 4.0 (จันทน์ ธีรเวชเจริญชัย, 2560) ซึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน เพื่อทำการฝานแก่นตะวันให้ได้ขนาดที่สามารถนำไปแปรรูปด้วยวิธีการอบ เพื่อเพิ่มมูลค่าของแก่นตะวัน

สุจิรา แก้วกิจจา (2554) ศึกษาและทำการออกแบบและสร้างเครื่องฝานหน่อไม้ เครื่องฝานหน่อไม้สามารถลดแรงงานคนและเวลาในการฝานหน่อไม้ ใช้เวลาในการฝานหน่อไม้ 10 นาที ได้ปริมาณหน่อไม้ฝานมากกว่าแรงงานคนถึง 5.57 กิโลกรัม ความพึงพอใจของผู้ใช้เครื่องโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อดิศักดิ์ ฤาชา และ มติ ศรีหาล้า (2558) ศึกษาและสร้างเครื่องฝานกล้วยเพื่อทำกล้วยฉาบ ใช้กล้วยในการฝานจำนวน 180 ลูก สามารถลดเวลาในการฝานกล้วยได้ 58.45 นาที คิดเป็นร้อยละ 47 โดยประมาณ

จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีเครื่องฝานแก่นตะวัน ซึ่งแก่นตะวันมีลักษณะทางกายภาพ เนื้อ หรือผิวที่ต่างกัน ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน ทดสอบสมรรถนะและประเมินประสิทธิภาพเครื่องกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน OTOP ได้เมี่ยงสมุนไพร ตำบลวังชมพู อำเภอมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อแปรรูปพัฒนาผลิตภัณฑ์และเพิ่มมูลค่าเป็นการสร้างและพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

แนวคิด เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก

สื่อการเรียนรู้สำหรับเกษตรกร คณะกรรมการหลักสูตรและคณะทำงานผลิตวิชา กรมส่งเสริมการเกษตรและมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2557 : 12) กล่าวว่า คือ สิ่งที่มีบรรจุความรู้ ข้อมูลข่าวสาร เพื่อนำเสนอสู่เกษตรกร สื่อที่ดีต้องเป็นตัวกลางที่ดีที่ทำให้ผู้รับสารเข้าใจในตัวสารที่ผู้ส่งสารส่งมาให้และสื่อสารตรงกับตามวัตถุประสงค์ สื่อที่ใช้ในการส่งเสริมการเกษตร เช่น สิ่งพิมพ์ แผ่นพับ หนังสือ วิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ อินเทอร์เน็ต บุคคล เป็นต้น ในการสร้างสื่อที่นักส่งเสริมควรพิจารณาถึงตัวเกษตรกรว่ามีความสามารถในการรับสื่อชนิดใด มากน้อยเพียงใด ดังนั้นสื่อที่ใช้ในงานส่งเสริมการเกษตรนี้ จึงเปรียบเหมือนการใส่รหัส การเรียบเรียง คิดสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้รับสารได้เข้าใจได้ง่าย และครบถ้วนในสารที่ผู้ส่งสารส่งให้สื่อการเรียนรู้ทางการเกษตร

ท่ามกลางเทคโนโลยีที่มีการนำเข้ามาใช้เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพนั้น อินโฟกราฟิก (Infographic) สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในด้านการศึกษาและการฝึกอบรม เนื่องจาก อินโฟกราฟิกมีลักษณะเด่น คือ เป็นการสื่อสารโดยแปลงเนื้อหาหรือข้อความ ที่ต้องการสื่อสารเป็นภาพ และจัดวางองค์ประกอบของภาพเป็นอย่างดี เพื่อให้ผู้รับสารซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายเข้าใจเนื้อหาที่ผู้ส่งสารได้ส่งโดยไม่ต้องมีผู้นำเสนอข้อมูลอย่างรวดเร็ว กลุ่มผู้เรียนสามารถที่จะทบทวนเนื้อหาและเรียนรู้ซ้ำได้ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2560 : 2) ด้วยจุดเด่นด้านการสื่อสารของอินโฟกราฟิก จึงส่งผลให้การสื่อสารในรูปแบบนี้เข้าถึงประชาชนส่วนใหญ่และสามารถย่อยข้อมูลได้รวดเร็ว ง่ายต่อการทำความเข้าใจของผู้อ่านทุกกลุ่ม สามารถจดจำเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น เป็นประโยชน์ในการทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูล ประหยัดเวลาของผู้อ่าน อ่านง่ายทำให้สามารถศึกษาข้อมูลยากๆ ได้เร็ว ดึงดูดความสนใจ เพราะอินโฟกราฟิกประกอบด้วยสีสันและลวดลายที่น่าสนใจ (สำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 2555)

1. แนวคิด เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก

1.1 ความหมายของอินโฟกราฟิก

อินโฟกราฟิก (Infographics) หมายถึง การนำข้อมูลหรือความรู้มาสรุปเป็นสารสนเทศในลักษณะของข้อมูลและกราฟที่อาจเป็นลายเส้น สัญลักษณ์ กราฟ แผนภูมิ ไดอะแกรม แผนที่ ฯลฯ ที่ออกแบบเป็นภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ดูแล้วเข้าใจง่ายในเวลารวดเร็ว และชัดเจน สามารถสื่อให้ ผู้ชมเข้าใจความหมายของข้อมูลทั้งหมดได้ด้วยตนเอง

1.2 ประเภทของอินโฟกราฟิก Lankow et al. (2014) กล่าวว่า ประเภทของอินโฟกราฟิก แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1.2.1 อินโฟกราฟิกภาพนิ่ง (Static) เป็นอินโฟกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลแบบคงที่ ใช้รูปแบบการปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมผ่านการมองเห็นและการอ่าน นำเสนอในลักษณะภาพนิ่ง เหมาะสำหรับการเล่าเรื่อง และใช้อธิบายเรื่องราวในบางกรณี

1.2.2 อินโฟกราฟิกภาพเคลื่อนไหว (Motion) เป็นอินโฟกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลแบบคงที่ที่ใช้รูปแบบการปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมผ่านการมองเห็นและการฟัง (ถ้ามีเสียง) และการอ่าน นำเสนอในลักษณะแอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหว เหมาะสำหรับการเล่าเรื่องและมักจะใช้ในการอธิบายเรื่องราวร่วมกับอินโฟกราฟิกแบบปฏิสัมพันธ์

1.2.3 อินโฟกราฟิกปฏิสัมพันธ์ (Interactive) เป็นอินโฟกราฟิกนำเสนอข้อมูลทั้งแบบคงที่และแบบต่อเนื่อง ใช้รูปแบบการปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมผ่านการคลิกเมาส์ การค้นหาการแสดงผลข้อมูลเคลื่อนไหว การเลือกชมเหมาะสำหรับการเล่าเรื่องและอธิบายเรื่องราว

1.3 กระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิก

การออกแบบอินโฟกราฟิก ตามวิธีของ Smith. J (2012 อ้างถึงใน ศิริเพ็ญ ภูมิวิทยบุญ, 2559: 60) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ มีทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การรวบรวมข้อมูล (Gathering data) คัดเลือกข้อมูลดิบที่รวบรวมมา โดยอาจใช้โปรแกรม ไมโครซอฟท์เอกเซลเขียนแหล่งอ้างอิงที่มาของข้อมูลที่เป็นต้นฉบับ บันทึกภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ไม่ควรแยกภาพหรือแผนภาพกับข้อมูลออกจากกัน

ขั้นตอนที่ 2 การอ่านข้อมูลทั้งหมด (Reading everything) การอ่านข้อมูลเฉพาะจุดเน้นหรืออ่านอย่างผิวเผินให้ผ่านไปอย่างรวดเร็วจะทำให้ได้ข้อมูลไม่สมบูรณ์ ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้เรามองเห็นภาพรวมของประเด็นสำคัญ ผู้โดยออกแบบอินโฟกราฟิกส์ต้องมีทักษะในการจัดการข้อมูล และคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญเพื่อการนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 3 การค้นหาวิธีการเล่าเรื่อง (Finding the narrative) การเล่าเรื่อง การบรรยายควร นำเสนอเรื่องราวที่ดึงดูดความสนใจ โดยเริ่มที่จุดมุ่งหมายเดียว นำไปสู่การขยายความข้อมูลที่ซับซ้อน อธิบายกระบวนการ เน้นที่แนวโน้มหรือสนับสนุนข้อโต้แย้ง การให้ความสำคัญกับเนื้อหาที่สำคัญที่จะช่วยให้การนำเสนอข้อมูลมีคุณค่า

ขั้นตอนที่ 4 การระบุปัญหาและความต้องการ (Identifying problems) หาเอกลักษณ์ ระบุชื่อ ชี้นำ แสดงตัว เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนำมาตรวจสอบความถูกต้อง อาจมีข้อมูลที่ไม่สนับสนุนหัวข้อหรือประเด็นที่เราต้องการนำเสนอ ควรมีการอภิปรายหาข้อสรุปที่แท้จริงเพื่อระบุปัญหาและความต้องการ

ขั้นตอนที่ 5 การจัดลำดับโครงสร้างข้อมูล (Creating a hierarchy) การจัดลำดับชั้นของข้อมูลใช้ในการสรุปข้อมูล เป็นการนำผู้ชมให้มองเห็นภาพรวมตั้งแต่ต้นจนจบ การจัดรูปแบบข้อมูลตามลำดับจะส่งเสริมให้ผู้ชมเข้าถึงข้อมูลเป็นช่วงระยะของการเล่าเรื่อง

ขั้นตอนที่ 6 การออกแบบโครงสร้างข้อมูล (Building a wireframe) เมื่อพิจารณาตรวจสอบคัดเลือกข้อมูลอย่างละเอียดแล้ว จัดแบ่งข้อมูลเป็นลำดับชั้นและออกแบบโครงสร้างของข้อมูลผู้ออกแบบควรทำความเข้าใจกับภาพหรือกราฟิกที่เป็นตัวแทนของข้อมูลสำคัญที่จัดไว้เป็นลำดับชั้น แล้วนำไปให้ผู้ชมวิพากษ์วิจารณ์การออกแบบที่ผ่านการโต้เถียง จากบุคคลในหลายมุมมองที่ให้ข้อเสนอแนะแตกต่างกันออกไป จะเป็นข้อสรุปของการจัดทำโครงสร้างอินโฟกราฟิกส์

ขั้นตอนที่ 7. การเลือกรูปแบบอินโฟกราฟิก (Choosing a format) วิธีจัดทำข้อมูลที่ดีที่สุด คือ การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนผัง กราฟต่างๆ เช่น กราฟแท่ง กราฟเส้น กราฟวงกลม หรืออาจจะใช้ ไดอะแกรมหรือผังงานเพื่ออธิบายกระบวนการทำงาน อาจนำแผนที่มาประกอบในการเล่าเรื่อง หรือ บางที การใช้ตัวเลขนำเสนอข้อมูลง่าย ๆ อาจเป็นวิธีที่ดีที่สุดได้

ขั้นตอนที่ 8 การกำหนดภาพให้ตรงกับหัวข้อ (Determining a visual approach) การเลือกใช้ภาพ ในการทำให้อินโฟกราฟิกดูดีมีสองแนวคิด คือ ใช้ข้อมูลดิบมาจัดทำเป็นกราฟ หรือแผนผังที่น่าสนใจใช้สี การพิมพ์และการจัดโครงสร้างในการออกแบบงานให้มีศิลปะและใช้ลายเส้น วาดภาพหรือคำอุปมาเปรียบเทียบ ไม่แสดงข้อมูลตัวเลขออกมาอย่างชัดเจน แต่ควรเลือกใช้ภาพแสดงแทน ควรผสมผสานวิธีการใช้กราฟ แผนภาพและแผนผัง ตกแต่งองค์ประกอบด้วยการวาดลายเส้นหรือนำภาพที่เป็นตัวแทนของข้อมูลมาจัดวางซ้อนกัน อาจเสริมด้วยข้อมูล สื่อ ตราสัญลักษณ์ และเนื้อหาในการออกแบบให้ตรงกับหัวข้อ

ขั้นตอนที่ 9 การตรวจสอบข้อมูลและทดลองใช้ (Refinement and testing) เมื่อออกแบบอินโฟกราฟิกเสร็จแล้วเริ่มตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด ผู้ชมจะดูทั้งข้อมูลและภาพที่เล่าเรื่องราว เพื่อให้แน่ใจว่าผลงานที่เสร็จแล้วมีคุณภาพตรงกับหัวข้อและเป้าหมาย ทดลองให้กลุ่มตัวอย่างชมผลงานและให้ข้อคิดเห็นว่าสามารถเข้าใจได้ง่ายหรือไม่ โดยเฉพาะผู้ที่ไม่เคยเห็นข้อมูลมาก่อน ประเมินกลับไปกลับมาระหว่างผู้ชมและกลุ่มตัวอย่างจนกระทั่งลงตัวได้ข้อยุติ จึงนำเสนอเผยแพร่สู่สาธารณะ

ขั้นตอนที่ 10 การแบ่งปันความรู้ในอินเทอร์เน็ต (Releasing it into the world) อินโฟกราฟิกส่วนใหญ่เผยแพร่แบ่งปันในอินเทอร์เน็ต เพื่อทดสอบการนำเสนอผลงาน การ

วิพากษ์วิจารณ์จากอินเทอร์เน็ตจะช่วยขยายข้อโต้แย้งและค้นพบวิธีการนำเสนอข้อมูลวิธีใหม่ได้
รวมทั้งข้อคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1: การเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในดินสำหรับสุขภาพในแ่งนตะวัน

1. การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนการทดลองพื้นที่ปลูกแ่งนตะวัน จังหวัดเพชรบูรณ์

เก็บตัวอย่างดิน

1. สุ่มเก็บตัวอย่างดินให้ทั่วแปลงในแต่ละแปลง แปลงละประมาณ 15 จุด
2. การเก็บดินแต่ละจุดให้ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปปลีกล้วยประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดิน โดยใช้พลั่วแซะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่ได้เก็บรวบรวมใส่ถุง หรือถังพลาสติก
3. คลุกเคล้าดินแต่ละแปลงที่เก็บมาให้เข้ากันแล้วเทลงบนผ้าพลาสติก ทำการคลุกเคล้าอีกครั้งโดยยกมุมผ้าพลาสติกทีละ 2 มุม ที่อยู่ตรงข้ามกัน ทำสลับมุมกัน 3-4 ครั้ง
4. หลังจากนั้นกองดินให้เป็นรูปฟานี้ แล้วใช้มือตบยอดกองให้แบนราบ หลังจากนั้นใช้นิ้วมือขีดเป็นกากบาท (+) บนยอดกอง ซึ่งจะทำให้ดินถูกแบ่งแยกเป็น 4 ส่วน
5. เก็บตัวอย่างจากกองดินนี้เพียง 1 ส่วน ให้ได้ดินหนักประมาณครึ่งกิโลกรัม หรือถ้าดินมีหินกรวดปนมาก อาจเก็บมา 1-2 กิโลกรัม ใส่ดินลงในถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อส่งวิเคราะห์

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

1. การวิเคราะห์ประเภทของดิน ได้แก่ ปริมาณเนื้อดินทราย ปริมาณเนื้อดินทรายแป้ง และปริมาณเนื้อดินเหนียว
2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (OM) (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ปริมาณโปแตสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และปริมาณโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

2. การศึกษาผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแ่งนตะวัน

1. การเตรียมแปลงการเตรียมดินเริ่มจากการไถตะ กลบหน้าดินครั้งแรกแล้วทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน เพื่อตากดิน ไถแปรครั้งที่ 2 ซ้ำอีกครั้งเพื่อพรวนดินทำลายวัชพืชอีกรอบ และไถครั้ง

ที่ 3 โดยใช้จอบหมุนบ้นดินให้ละเอียดเตรียม แปลงปลูก แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 5 x 5 เมตร การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด

2. การเตรียมหัวพันธุ์และต้นกล้า ทำโดยนำหัวแก่แค้นตะวันพันธุ์ 55-5 ใช้มีดตัดหัวพันธุ์ยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ให้มีตา 3-4 ตา จากนั้นนำหัวพันธุ์ที่ทำการตัดมา แช่น้ำยากันเชื้อราโพรคลอราซ 5 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำมาพักไว้ ทำการเตรียมพีทมอสลงในภาชนะขนาด 104 หลุม แล้วนำท่อนพันธุ์ ที่พักไว้ใส่ลงในภาชนะนำพีทมอสปิดท่อนพันธุ์ ให้น้ำโดยการใช้น้ำจืดรดน้ำจนกระทั่งพีทมอสอิ่มตัววันละ 1 ครั้ง ประมาณ 5-10 วัน ใบ แก่นตะวันจะงอกออกมาเมื่อต้นกล้าออกใบ 3-4 หรือเรียก ว่า ระยะหูกะต่ายจึงนำไปปลูก

3. การปลูกใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร โดยขุดหลุม ลึกประมาณ 10-15 เซนติเมตร คัดเลือกต้นกล้าที่มีขนาด เท่ากันหรือใกล้เคียงกันแล้วนำไปปลูก เมื่อปลูกเสร็จแล้ว รดน้ำชุ่มทุกเช้า-เย็น ระยะเวลา 7 วันหลังปลูก

4.การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยหลังจากการย้ายปลูก 20 วัน 1 ครั้ง

5. การกำจัดวัชพืชโดยการดายหญ้า 2 ครั้งครั้งที่ 1 เมื่อแก่แค้นตะวันอายุได้ 60 วัน หลังจากปลูก และครั้งที่ 2 เมื่อแก่แค้นตะวันอายุได้ 100 วันหลังจากปลูก

6. การให้น้ำ มีการให้น้ำด้วยระบบน้ำ หยดทุกๆ 3-5 วัน หรือสังเกตเห็นว่าใบแก่แค้นตะวันเริ่มเหี่ยว

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) มี 4 การทดลอง ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (*E. eugeniae*) จากสายพันธุ์ African Night Crawler อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 3) การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (*E. eugeniae*) จากสายพันธุ์ African Night Crawler 500 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ การทดลองละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น

การบันทึกข้อมูล

การเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของแก่แค้นตะวันในแต่ละการทดลองดังต่อไปนี้

1) ความสูงต้น (เซนติเมตร) สุ่มวัดลำต้นหลักโดยวัดจากโคนต้นเหนือดิน 1 เซนติเมตร จนถึงปลายยอดของลำต้น ข้อสุดท้ายของลำต้นหลัก ในช่วงแก่แค้นตะวันมีอายุ 60 90 และ 120 วัน หลังย้ายปลูก โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

2) ขนาดลำต้น (มิลลิเมตร) สุ่มวัดเส้นรอบวงลำต้นโดยวัดบริเวณส่วนโคนต้นเหนือดิน 1 เซนติเมตรและบริเวณกลางลำต้น แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ในช่วงแก่นตะวัน 60 90 และ 120 วันหลังย้ายปลูก โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

3) ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) โดยการวัดความกว้างทรง พุ่มในแนวทแยง 2 ด้าน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ในช่วงแก่นตะวัน 60 90 และ 120 วันหลังย้ายปลูก โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

4) น้ำหนักแห้งต้นและใบ (กรัม) นำต้นและใบแก่นตะวันหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มาตัดใส่ถุงกระดาษสีน้ำตาล แล้วอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง (ลำต้นแก่นตะวันมีขนาดค่อนข้างใหญ่ จึงใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าปกติถึงจะแห้งสม่ำเสมอ) นำมาชั่งแล้วคำนวณน้ำหนักแห้งต้นและใบต่อแปลงย่อยเป็นพื้นที่ 1 ไร่ในช่วงแก่นตะวัน 120 วัน โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

5) จำนวนหัวต่อต้น (หัว) นับจำนวนหัวต่อต้น โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง ในช่วงแก่นตะวันอายุ 120 วัน

6) น้ำหนักสดต่อหัว (กรัม) ชั่งน้ำหนักหัวสดต่อ โดยสุ่มวัดจำนวน 5 หัวต่อต้นช่วงแก่นตะวัน 120 วัน โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

7) น้ำหนักหัวสดต่อต้น (กรัม) ชั่งน้ำหนักหัวสดต่อต้น โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลง ช่วงแก่นตะวัน 120 วัน โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

8) ความกว้างของหัว (เซนติเมตร) วัดด้านกว้างส่วนกลางหัวโดยสุ่มวัดจำนวน 5 หัวต่อต้น ช่วงแก่นตะวัน 120 วัน โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

9) ความยาวหัว (เซนติเมตร) วัดด้านยาวของหัวโดยสุ่มวัดจำนวน 5 หัวต่อต้นช่วงแก่นตะวัน 120 วัน โดยสุ่มวัดจำนวน 10 ต้นต่อแปลงย่อย

3. การศึกษาการเพิ่มปริมาณสารอินนูลินสารสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน

พืชทดลองและสภาพการปลูก ใช้ชิ้นส่วนของหัวที่มีขนาด 22-25 กรัม (2-4 ตา) นำไปบ่มเพาะในแกลบดำที่มีความชื้น 7-10 วัน เพื่อกระตุ้นหรือชักนำให้เกิดต้นอ่อนก่อนปลูก การเตรียมแปลงปลูกโดยการไถตะ 1 ครั้ง และไถแปร 2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยขี้วัวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงที่มี pH ต่ำกว่า 6.0 แล้วพรวนดินกลบเพื่อปรับสภาพดิน จากนั้นนำต้นกล้าย้ายลงปลูกในแปลง ใช้ระยะปลูก 50x60 เซนติเมตร การให้น้ำแบบระบบน้ำหยด ตลอดฤดูปลูก ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อแก่นตะวันอายุ 30 วันหลังปลูก โดยใส่แบบโรยข้างแถวแล้วพรวนดินกลบ การเก็บเกี่ยวแก่นตะวัน ขุดเก็บหัวได้ในระยะ 120 วัน หลังปลูก

การศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารกระตุ้น (elicitor) ที่เหมาะสมต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินสูงสุดของแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูก สารกระตุ้น (elicitor) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ Jasmonic Acid ที่ระดับความเข้มข้น 0 50 100 150 และ 200 μM และ yeast extract ที่ระดับความเข้มข้น 0 1 2 3 และ 4 กรัมต่อลิตร ต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินในแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูกทำการฉีดพ่นเมื่อแก่นตะวันอายุ 30 วันหลังปลูก โดยฉีดพ่นทั้งต้นในเวลา 16.00 น. เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 120 วัน แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำๆ ละ 10 ต้น

ปริมาณอินนูลินในแก่นตะวัน ด้วยปริมาณ ตรวจวิเคราะห์ Fructans (Inulin + Fructo-oligosaccharides) ด้วยวิธี In-house method based on AOAC (2019) 997.08 and J. AOAC Inter (2000) ของสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (Total Soluble Solid; TSS) Brix นำส่วนต่างๆ ของแก่นตะวัน คือ โคนหัวหลัก กลางหัวหลัก ปลายหัวหลัก แขนงหัวใหญ่ และแขนงหัวเล็ก วัดค่าบrix โดยนำหัวในตำแหน่งต่างๆ มาหั่นเป็นชิ้นบางๆ ห่อด้วยผ้าขาวบางแล้วใช้เครื่องบีบเพื่อคั้นส่วนน้ำ หลังจากนั้นนำไปหยดบนเครื่อง hand refractometer

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) โดยวิธี 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS method) (Miller, 1959): สารสกัดที่ได้มาเจือจาง จากนั้นผสมสารสกัดปริมาณ 1 มิลลิลิตร กับสารละลาย DNS reagent ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เมื่อผสมเข้ากันแล้ว นำไปต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณของน้ำตาลทั้งหมดเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกลูโคส

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ: วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one way ANOVA โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

โครงการวิจัยย่อยที่ 2: ฤทธิ์ทางชีวภาพและพฤกษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรขมิ้นผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

นำสมุนไพร มะขามป้อม ขิง และหัวแก่นตะวันมาล้างน้ำให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นบาง ๆ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 40 °C จนกระทั่งสมุนไพรแห้ง เก็บใส่ถุงพักไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำสมุนไพรทั้งหมดมาบดเป็นผง ร่อนผ่านตะแกรง แยกชนิดของสมุนไพรเก็บใส่ถุง ปิดให้สนิท เพื่อนำมาผสมเป็นชาสมุนไพรขมิ้นที่มีส่วนผสมของสมุนไพร 5 ชนิด คือ ขิง อบเชย มะขามป้อม ใบ

ชา และหัวแค้นตะวัน จำนวนทั้งหมด 10 อัตราส่วน เพื่อนำไปทดสอบหาปริมาณฟลักซ์เคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร ด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer และ TLC เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานของฟลักซ์เคมี ดังนี้ ปริมาณแอนทราควิโนน อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ ฟีนอลิกรวม และวิตามินซี จากนั้นทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของชาสมุนไพร และมาตรฐานสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา คัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมไปทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันต่อเซลล์ ทดสอบฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด และวิเคราะห์ปริมาณอินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ (ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ) ของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถามแบบระดับคะแนน และแบบปลายเปิด

โครงการวิจัยย่อยที่ 3: การออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวันโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน ระยะที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแค้นตะวัน ระยะที่ 3 ประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องผ่านแค้นตะวัน ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ระยะที่ 1 การออกแบบและการสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวันจำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์การทำงาน 5 ปีขึ้นไป

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1) แบบสัมภาษณ์มีโครงสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวันโดยข้อความประกอบด้วย 2 ข้อดังนี้

1. ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน
2. ด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแค้นตะวัน

2) ข้อเสนอแนะ

3.1.2 วิธีสร้างเครื่องมือวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

5 = มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 = มีระดับความพึงพอใจมาก

3 = มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 = มีระดับความพึงพอใจน้อย

1 = มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของคำถามและแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้พิจารณามาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าดัชนี

6) ความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 0.97 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ

7) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์แบบไปสอบถาม

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องหันแกนตะวันเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

3.1.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

2) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศรี, 2551)

3) สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

3.2-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

3.2 ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแท่นตะวัน

3.2.2 การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องผ่านแท่นตะวัน เครื่องผ่านแท่นตะวันตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ เวลาในการทำงาน องศาใบมีด ขนาดหัวแท่นตะวัน ความหนาเฉลี่ยของแผ่นแท่นตะวัน

3.2.3 การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำหัวแท่นตะวันมาทดสอบโดยการผ่าน ว่ามีระยะเวลาในการผ่านเท่าไร เวลาเฉลี่ยเท่าไร

3.2.6 การหาขนาดความหนาของแผ่นแท่นตะวัน โดยใช้เวอร์เนียวัดความหนาของแผ่นแท่นตะวันที่ผ่านได้ โดยสุ่มวัด 3 จุด คือ จุดที่ 1 วัดจุดที่หนาน้อยสุดของแผ่นแท่นตะวัน จุดที่ 2 วัดจุดกึ่งกลางที่อยู่ระหว่างจุดที่หนาน้อยที่สุดกับจุดที่หนามากที่สุดของแผ่นแท่นตะวัน จุดที่ 3 วัดจุดที่หนาสุดของแผ่นแท่นตะวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยรวมแต่ละครั้ง

3.2.7 การหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความหนาของแผ่นแท่นตะวัน โดยการนำตารางที่ 3.2 มาเข้าโปรแกรม mini tab โดยทำเป็น control chart เพื่อดูลักษณะของกราฟว่าอยู่ในขอบเขตวัตถุประสงค์หรือไม่ แล้วนำมาทดสอบใน anova one way เพื่อสรุปผล

3.3 ระยะที่ 3 การศึกษาประสิทธิผลของเครื่องผ่านแท่นตะวัน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้ใช้งานเครื่องจากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกแท่นตะวันและผู้จัดจำหน่ายที่บ้านห้วยน้ำขาว ตำบลเจ๊กน้อย จุดซื้อของฝากและจุดชมวิวนิมิตทางราชมั่งคณาภิเษก อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 10 คน

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามโครงสร้างเครื่องผ่านแท่นตะวันโดยข้อคำถามประกอบด้วย 2 ด้าน ดังนี้

- 1) ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแท่นตะวัน
- 2) ด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแท่นตะวัน
- 3) ข้อเสนอแนะ

3.3.2 วิธีการสร้างเครื่องมือวิจัย

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินสัมพันธภาพความคิดเห็นแบบประมาณค่าตามแบบของลิเคิร์ต (R.A Likert) มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

5 = มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 = มีระดับความพึงพอใจมาก

3 = มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 = มีระดับความพึงพอใจน้อย

1 = มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3) นำเครื่องมือวิจัยที่ดำเนินการเสร็จแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการตรวจสอบและแก้ไข

4) นำข้อมูลกลับมาแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) ตรวจสอบข้อมูลแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พิจารณาความเหมาะสมของคำถามและแผนผัง การสร้างแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้พิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามมีค่าเท่ากับ 0.97 แสดงว่าคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังต่อไปนี้

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

6) นำแบบสอบถามที่สมบูรณ์ไปสอบถาม

3.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละของข้อมูลแต่ละรายการ

2) การวิเคราะห์ผลความคิดเห็นต่อเครื่องหันแกนตะวันเป็นการถามระดับความคิดเห็นการประมาณค่า 5 ระดับ แล้วนำข้อมูลมาคำนวณทางสถิติโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละคำถาม

3.3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) ใช้สูตรดังนี้ (พิสนุ พงศ์ศรี, 2551)

สถิติที่ใช้ในการบรรยายลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด

3.51-4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก

2.51-3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

1.51-2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย

1.00-1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด

โครงการวิจัยย่อยที่ 4: การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชหมัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกรชาวนาไพร

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชหมัศจรรย์สารพัดประโยชน์สำหรับเกษตรกร ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไร่เมี่ยงสมุนไพร หมู่ที่ 1 บ้านยาวีเหนือ ตำบลวังชมภู อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในปีพุทธศักราช 2563 จำนวน 1 กลุ่มมีสมาชิก 32 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ไร่เมี่ยงสมุนไพร หมู่ที่ 1 บ้านยาวีเหนือ ตำบลวังชมภู อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในปีพุทธศักราช 2563 จำนวน 10 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่สนใจเข้าร่วมโครงการสามารถเข้าร่วมโครงการได้ตลอดระยะเวลาของโครงการ และมีความพร้อมด้านพื้นที่ในการเพาะปลูกพืชแก่นตะวัน

2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่

2.1.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชหมัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร แบ่งออกเป็น 4 เล่ม ดังนี้

- 1) เล่มที่ 1 เรื่อง แก่นตะวันแนะนำตัว
- 2) เล่มที่ 2 เรื่อง เพาะกล้าพันธุ์แก่นตะวันและการปลูก
- 3) เล่มที่ 3 เรื่อง แก่นตะวันกับการดูแลรักษา
- 4) เล่มที่ 4 เรื่อง แก่นตะวันพืชประโยชน์เด่น เน้นสรรพคุณ

2.1.2 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง แก่นตะวันพืชหมัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ซึ่งเป็นข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ มี 20 ข้อ

2.1.3 แบบประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก่นตะวันของเกษตรกร เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 1 ฉบับ

2.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.2.1 การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาค้นคว้า ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

2) ศึกษาเอกสาร เกี่ยวกับพืชแก่นตะวัน แล้วกำหนดกรอบเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

3) สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร 1 ชุด ประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้ 4 เล่ม ดังนี้

3.1) เล่มที่ 1 เรื่อง แก่นตะวันแนะนำตัว

3.2) เล่มที่ 2 เรื่อง เพาะกล้าพันธุ์แก่นตะวันและการปลูก

3.3) เล่มที่ 3 เรื่อง แก่นตะวันกับการดูแลรักษา

3.4) เล่มที่ 4 เรื่อง แก่นตะวันพืชประโยชน์เด่น เน้นสรรพคุณ

4) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกรที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสม และพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และภาพประกอบ โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสิน ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 – 5.00 คะแนน

เหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.51 – 4.50 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.51 – 3.50 คะแนน

เหมาะสมน้อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.50 คะแนน

ทั้งนี้ กำหนดเกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน และตรวจสอบความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ขึ้นไป ผลการประเมินนำเสนอในบทที่ 4

5) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6) นำสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ผ่านการหาคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยดำเนินการดังนี้

6.1) ทดสอบก่อนเรียนเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ด้วยแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ

6.2) กลุ่มตัวอย่างศึกษาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

6.3) กลุ่มตัวอย่างดำเนินการปลูกพืชแก่นตะวัน

6.4) ประเมินความสามารถการปลูกพืชแก่นตะวันของกลุ่มตัวอย่าง

6.5) ทดสอบหลังเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ด้วยแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

6.6) นำคะแนนที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

3.2.2.2 การสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร จำนวน 1 ฉบับ มี 20 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎี หลักการ และแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ และศึกษาการสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชแก่นตะวัน ได้แก่ (1) ลักษณะและสมบัติของพืชแก่นตะวัน (2) การปลูกและการดูแลรักษา (3) โรคและศัตรูของพืชแก่นตะวัน และ (4) การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการใช้ประโยชน์จากพืชแก่นตะวัน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ สำหรับเกษตรกร

3) สร้างแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ให้ครอบคลุมเนื้อหา 4 เรื่อง คือ (1) ลักษณะและสมบัติของพืชแก่นตะวัน (2) การปลูกและการดูแลรักษา (3) โรคและศัตรูของพืชแก่นตะวัน และ (4) การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการใช้ประโยชน์จากพืชแก่นตะวัน ซึ่งเป็นข้อทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ

4) นำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจ ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่าง แบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

5) วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC โดยเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่า แบบทดสอบมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00

6) นำแบบทดสอบที่ผ่านการหาค่า IOC แล้วไปทดสอบกับเกษตรกร ที่เคยศึกษาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อศึกษาปฏิกิริยาในการทำข้อสอบ เวลาที่ใช้ในการสอบ และความเข้าใจในข้อคำถาม จนสามารถตอบข้อคำถามได้อย่างเข้าใจตรงกัน

7) นำคะแนนที่ได้จากข้อ 6) มาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแต่ละข้อ และนำมาหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR 20) ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.47-0.77 ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.20-0.60 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.75

8) จัดพิมพ์แบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบหาคุณภาพแล้วเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

3.2.2.3 การสร้างแบบประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก่นตะวัน ขั้นตอนการสร้างมีดังนี้

1) กำหนดหัวข้อและประเด็นการประเมิน ซึ่งพิจารณาจากการปลูกและการดูแลรักษา การป้องกันโรคและศัตรูของพืชแก่นตะวัน และการเก็บเกี่ยวผลผลิต

2) กำหนดระดับคุณภาพความสามารถในการปลูกพืชแก่นตะวันของเกษตรกร โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์การตัดสิน ดังนี้

ยอดเยี่ยม	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	4.51 – 5.00 คะแนน
ดีมาก	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	3.51 – 4.50 คะแนน
ดี	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ	2.51 – 3.50 คะแนน

พอใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.51 – 2.50 คะแนน

ควรปรับปรุง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.50 คะแนน

3) นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบพิจารณา และให้ข้อเสนอแนะในการใช้ภาษา ความถูกต้อง ความสอดคล้องของคุณลักษณะการประเมินและความเหมาะสมอื่นๆ และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์

4) จัดพิมพ์แบบประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก้แ้นตะวัน สำหรับการนำไปใช้ในการประเมินกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design ซึ่งมีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว โดยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่อง แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนการทดลอง 1 วัน โดยใช้เวลาในการสอบ 30 นาที

2. กลุ่มตัวอย่างศึกษาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่เล่มพร้อมดำเนินการปลูกพืชแก้แ้นตะวัน โดยใช้เวลาในการทดลอง 4 เดือน ทั้งนี้ ไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

3. ประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก้แ้นตะวัน ด้วยแบบประเมินความสามารถในการปลูกพืชแก้แ้นตะวัน

4. ทำการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) ของเกษตรกร โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกับที่ใช้สอบก่อนการทดลอง

5. วิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

6. สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1.1 เปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร ก่อนและหลังศึกษา โดยใช้การทดสอบค่าที

4.1.2 วิเคราะห์ความสามารถในการปลูกพืชแก้แ้นตะวัน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

- 1) ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 101)
- 2) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 101)
- 3) การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 103)

4.2.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

- 1) การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจของเกษตรกร โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2541 : 220)
- 2) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจของเกษตรกร โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 81)
- 3) การหาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจของเกษตรกร โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 84)
- 5) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความสามารถในการปลูกพืชแกล่นตะวันของเกษตรกร โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 : 125 – 126)

4.2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

- 1) เปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจของเกษตรกรก่อนและหลังการศึกษาสื่อการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แกล่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ โดยใช้สูตรคำนวณหาค่า t-test แบบ Dependent (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 109)
- 2) วิเคราะห์ความสามารถในการปลูกพืชแกล่นตะวัน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แกล่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 101)
- 3) วิเคราะห์ความสามารถในการปลูกพืชแกล่นตะวัน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แกล่นตะวันพืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร โดยการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 : 103)

สถานที่ดำเนินงาน

1. เรือนเพาะชำ ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
2. แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
3. อาคารปฏิบัติการทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
4. ห้องปฏิบัติการเคมี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
5. อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
6. แปลงเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (OTOP) ได้เมืองสมุนไพร เลขที่ 246 หมู่ 1 ตำบลวังชมพู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
7. แปลงเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์บ้านไร่สีอำพัน เลขที่ 234 ถนนทางหลวงชนบท พช. 4010 ตำบล น้ำร้อน อำเภอ เมืองเพชรบูรณ์ จังหวัด เพชรบูรณ์ 67000

ระยะเวลาดำเนินงาน

ระหว่างเดือนมีนาคม 2553 ถึง ธันวาคม 2563

บทที่ 4

ผลการวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 การเพิ่มปริมาณอินนูลินสาระสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน

การเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน เมื่อได้รับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน และศึกษาประสิทธิภาพของสารกระตุ้น (elicitor) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ jasmonic acid และ yeast extract ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินในแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูก ทำการทดลองระหว่างเดือน มีนาคม 2562 ถึง พฤศจิกายน 2563 ในสภาพแปลงปลูก ณ แปลงทดลองทางการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) จากการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน เมื่อได้รับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนและปุ๋ยเคมีที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน ส่งผลให้การเจริญด้านความสูงต้น ความกว้างขนาดลำต้น ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวสดต่อต้น และความยาวหัวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้น้ำหนักแห้งต้นและใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และแก่นตะวันเมื่อได้รับการใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ส่งผลให้ความกว้างหัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตามลำดับ

สำหรับศึกษาประสิทธิภาพของสารกระตุ้น (elicitor) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ jasmonic acid และ yeast extract ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า ผลของการศึกษาชนิดและระดับความเข้มข้นของสารกระตุ้น (elicitor) ที่เหมาะสมต่อการเหนี่ยวนำการสร้างสารอินนูลินสูงสุดของแก่นตะวันในสภาพแปลงปลูก ภายหลังจากการเพาะปลูกเป็นระยะเวลา 120 วัน พบว่า ต้นแก่นตะวันเมื่อได้รับการกระตุ้นทุกการทดลองส่งผลให้ความสูงต้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 1.28-1.43 เมตร ในขณะที่ต้นแก่นตะวันที่ได้รับสารกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต้นแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณ Reducing Sugar พบว่า ต้นแก่นตะวันที่ได้รับสารกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้ปริมาณ Reducing Sugar แตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับการให้สารกระตุ้น Jasmonic Acid ที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ส่งผลให้แก่นตะวันมีปริมาณ Fructans (Inulin + Fructo-oligosaccharides) สูงสุดเท่ากับ 73.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามลำดับ

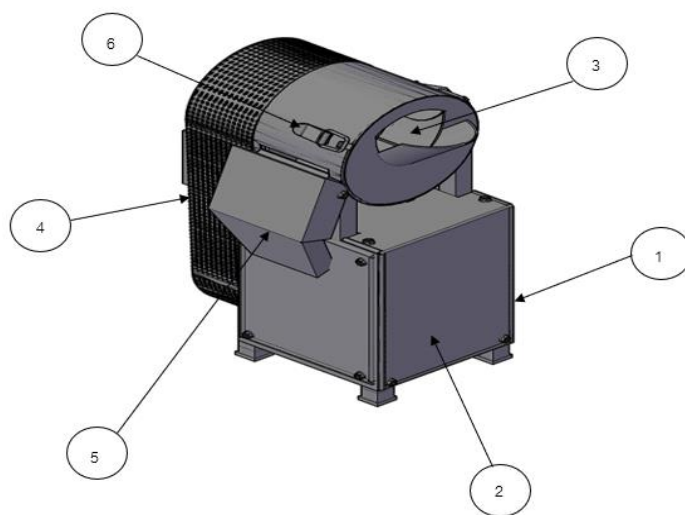
โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน

จากการศึกษาวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวันโดยจะมีวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 ผลออกแบบและสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน ระยะที่ 2 ผลทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องฝานแก่นตะวัน ระยะที่ 3 ผลประเมินความคิดเห็นต่อเครื่องฝานแก่นตะวัน ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการออกแบบและการสร้างเครื่องฝานแก่นตะวัน ระยะที่ 1

1.1 การออกแบบหลักการทำงานของเครื่องฝานแก่นตะวัน

หลักการทำงานของเครื่องฝานแก่นตะวัน โดยใช้หลักการฝานด้วยใบมีดและอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง เหวี่ยงให้หัวแก่นตะวันสัมผัสกับใบมีดที่ตั้งไว้



รูปที่ 4.1 แสดงแบบการออกแบบเครื่องฝานแก่นตะวัน

1.2 ชุดโครงเครื่องผ่านแท่นตะวัน

ทำจากแผ่นสแตนเลสหนา 2 มม. ดัดโค้งเป็นวงกลมทรงกระบอก รัศมี 230 มม. เชื่อมติดด้วยฐานที่ทำจากสแตนเลสกล่อง กว้าง 31.3 เซนติเมตร. ยาว 21 เซนติเมตร. สูง 58.4 เซนติเมตร. และช่องตั้งใบมีด ยาว 15 เซนติเมตร. สูง 4 เซนติเมตร.

1.3 มอเตอร์ไฟฟ้าและกล่องควบคุมวงจรไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า ½ แรง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนกลไกการทำงาน และกล่องควบคุมวงจรไฟฟ้า กว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร มีหน้าที่เปิด ปิด กระแสไฟฟ้า

1.4 ชุดใบพัดและเพลลา

ใบพัด ทำหน้าที่หมุนเพื่อเหวี่ยงหัวแท่นตะวันเข้าหาใบมีด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 20.5 เซนติเมตร ยาว 12.2 เซนติเมตร และเพลลาทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการช่วยส่งถ่ายแรงบิดจากพูลเลย์สู่ชุดใบพัด ซึ่งไม่สามารถเชื่อมต่อได้โดยตรงกับแหล่งกำเนิดแรงบิดอันเนื่องมาจากระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดแรงบิดและอุปกรณ์ปลายทาง เพลลาขับเคลื่อนมีรูปร่างและความยาวแตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2.2 เซนติเมตร ยาว 17.8 เซนติเมตร

1.5 ชุดพูลเลย์ ตลับลูกปืน สายพาน และฝาครอบกันสายพาน

พูลเลย์ มีทำหน้าที่เปลี่ยนอัตราทดของมอเตอร์ มีหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทาง (direction) และควบคุม (control) ความตึง (tension) หรือ ความหย่อน (slack) ของสายพานในระบบลำเลียง (belt conveyor system) และบางครั้งก็ทำหน้าที่ปรับสายพาน (train) เพื่อให้สายพานเดินได้แนว (alignment) ตลอดการเคลื่อนที่ของ สายพาน ตัวพูลเลย์ มีขนาด 7 นิ้ว และ 1 นิ้ว ตลับลูกปืน ขนาดเพลลา 25 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ใช้รองรับการหมุนของเพลลา โดยตลับลูกปืนมีหน้าที่ถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นจากเพลลาไปสู่ฐานเครื่องผ่านแท่นตะวัน และลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ทำให้ช่วยเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรกลต่างๆ ลดการสึกหรอ สายพาน เบอร์ B37 ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดกำลังที่ได้จากมอเตอร์ไฟฟ้า ไปขับเคลื่อนชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกัน โดยพลังงานในส่วนนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานอื่น ซึ่งจะมีพูลเลย์คอยรับ และถ่ายทอดกำลังที่ได้เหล่านี้ไปยังระบบต่างๆ และฝาครอบกันสายพาน กว้าง 10.5 เซนติเมตร ยาว 54.6 เซนติเมตร ทำหน้าที่ ป้องกันสายพานสัมผัสกับผู้ใช้งาน

1.5 ชุดใบมีด ช่องออก

ทำหน้าที่ ตัดเฉือน หัวแค้นตะวัน ขนาดใบมีด ยาว 14.1 เซนติเมตร กว้าง 2.5 เซนติเมตร และช่องออก กว้าง 21.7 เซนติเมตร ยาว 14.9 เซนติเมตร สูง 10.2 เซนติเมตร ทำหน้าที่ แก่นแค้นตะวันไม่ให้กระจายไปไกล

1.6 ช่องใส่หัวแค้นตะวัน ที่ล็คคฟ่า น็อตและแหวนรองน็อต

ช่องใส่หัวแค้นตะวัน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 21.5 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร ทำหน้าที่ รองหัวแค้นตะวันเข้าหาใบพัด และที่ล็คคฟ่า กว้าง 3.2 เซนติเมตร ยาว 7.44 เซนติเมตร สูง 1.2 เซนติเมตร ทำหน้าที่ ล็อคช่องใส่หัวแค้นตะวัน น็อตทำหน้าที่ ล็อคชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องไว้ให้มีความแน่นหนา หลักการทำงานของน็อตคือ เมื่อใช้สกรูร้อยผ่านวัตถุ 2 ชิ้นซึ่งมีรูผ่านเรียบร้อยแล้วจากนั้นใช้น็อตหมุนเข้ากับเกลียวของสกรูเพื่อป้องกันไม่ให้วัตถุหลุดออก มี ทั้งหมด 5 ตัว แหวนรองน็อตใช้สำหรับรองและหนุนสกรู หรือน็อต เพื่อช่วยในการขันน็อตให้แน่นมากขึ้น และยัง สามารถทำหน้าที่ ป้องกันการคลายตัวของน็อต การกระจายน้ำหนัก รับแรงกระแทก มีทั้งหมด 5 ตัว

ผลข้อมูลสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้ใช้เชี่ยวชาญที่มีต่อการผ่านแค้นตะวัน ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน

ประเด็นคำถาม	$\bar{X}$	S.D	สรุปผลระดับความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแค้นตะวัน	4.80	0.45	
1.ความเหมาะสมของการออกแบบโครงเครื่องผ่านแค้นตะวัน	4.60	0.89	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมของการออกแบบใบมีด	4.40	0.55	พึงพอใจมาก
3.ความเหมาะสมของการออกแบบช่องใส่หัวแค้นตะวัน	4.40	0.55	พึงพอใจมาก
4.ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.20	0.84	พึงพอใจมาก
5.ความเหมาะสมของการออกแบบชุดฝาครอบมอเตอร์ไฟฟ้า	4.48	0.65	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.80	0.45	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแค้นตะวัน			
1.เวลาในการผ่านแค้นตะวัน 1 กิโลกรัม. ใช้เวลาผ่านเฉลี่ย 1.24 นาที	4.60	0.55	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความหนาของแผ่นแค้นตะวันที่ผ่านได้เฉลี่ย(1-3 มิลลิเมตร)	4.40	0.55	พึงพอใจมาก
3. องศาใบมีดที่ใช้ในการผ่าน (17องศา)	4.20	0.45	พึงพอใจมาก

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับ ความคิดเห็น
4.ขนาดหัวแกนตะวนที่ใช้ในการทดลอง เฉลี่ย (2.5 – 4.5เซนติเมตร)	4.40	0.55	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.40	0.52	พึงพอใจมาก
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน	4.44	0.59	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4-1 ผลของการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่อเครื่องผ่านแกนตะวน ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแกนตะวนและประสิทธิภาพเครื่องผ่านแกนตะวน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแกนตะวน พบว่ามีค่าเฉลี่ย 4.40 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ดังนั้น ในภาพรวมพบว่าทั้งสองด้านมีค่าเฉลี่ย 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 มีความคิดเห็น อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดต่อเครื่องผ่านแกนตะวน

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแกนตะวน ระยะที่ 2

การหาเวลาในการทำงาน โดยการนำหัวแกนตะวนมาทดสอบด้วยการป้อนเข้าเครื่องผ่านแกนตะวนแล้วหาว่า หัวแกนตะวนน้ำหนักที่กำหนดในแต่ครั้ง ผ่านได้เวลาเท่าไร เฉลี่ยเท่าไร ความหนาที่ได้เท่าไร ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4.2 ผลรวมการทดสอบเวลาในการทำงานของเครื่องผ่านแกนตะวน

ครั้งที่	หัวแกนตะวน (กิโลกรัม)	เวลาในการผ่าน (วินาที)	หมายเหตุ
1	2	122.4	
2	1	74.4	
3	0.78	45.2	
4	0.69	30.6	
5	0.64	32.4	
6	1.39	78.65	
7	2	98.6	
8	0.79	39	
9	0.71	35.89	
รวม	10	557.14	
ค่าเฉลี่ย	1	61.90	

จากตารางที่ 4-2 จากการทดสอบเวลาในการทำงานของเครื่องผ่านแท่นตะวันจะให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยรวม หัวแท่นตะวันน้ำหนัก 1 กิโลกรัม และใช้เวลาในการทำงาน 61.90 วินาที โดยใช้ความเร็วรอบอยู่ที่ 310 รอบ/นาที

ผลการหาความหนาเฉลี่ยของแผ่นแท่นตะวันที่ผ่านได้

ผลการหาความหนาเฉลี่ยแท่นตะวันที่ผ่านได้ โดยนำหัวแท่นตะวันมาตัดแยกขนาดของหัวแท่นตะวันก่อนเข้าเครื่องผ่าน ซึ่งขนาดหัวเล็กอยู่ระหว่าง 2.5-3.4 ซม. และขนาดหัวใหญ่อยู่ระหว่าง 3.5-4.5 ซม. แล้วนำแผ่นแท่นตะวันที่ผ่านได้มาวัดขนาดความหนาด้วยเวอร์เนีย โดย 1 แผ่น โดยสุ่มวัด 3 จุด คือ จุดที่ 1 วัดจุดที่หนาน้อยสุดของแผ่นแท่นตะวัน จุดที่ 2 วัดจุดกึ่งกลางที่อยู่ระหว่างจุดที่หนาน้อยที่สุดกับจุดที่หนาмаกที่สุดของแผ่นแท่นตะวัน จุดที่ 3 วัดจุดที่หนาสุดของแผ่นแท่นตะวัน แล้วหาค่าเฉลี่ยดัง ตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาความหนาเฉลี่ยของแผ่นแท่นตะวันที่ผ่านได้

ครั้งที่	องศาใบมีด	การตัดขนาดหัว	ความหนาของแผ่นแท่นตะวันที่วัดได้ในแต่ละจุด(มิลลิเมตร)			ค่าเฉลี่ย	หมายเหตุ
			1	2	3		
1	17		1.21	1.63	1.97	1.60	
2	17		1.60	1.92	2.15	1.89	
3	17	หัวเล็ก	1.77	2.15	2.45	2.12	
4	14	หัวใหญ่	1.94	2.28	2.51	2.24	
5	12	หัวใหญ่	1.87	2.30	2.65	2.27	
6	12	หัวเล็ก	2.35	2.26	2.03	2.21	
7	17	หัวใหญ่	2.49	2.57	2.55	2.53	
8	17	หัวเล็ก	2.09	2.54	2.90	2.51	
รวม			15.32	17.65	19.21	17.37	
ค่าเฉลี่ย			1.92	2.21	2.40	2.17	

พบว่า การวัดความหนาของแผ่นแท่นตะวันที่ผ่านได้ทั้งหมดในจุดที่ 1 มีผลรวม 15.32 มีค่าเฉลี่ย 1.92 จุดที่ 2 มีผลรวม 17.65 มีค่าเฉลี่ย 2.21 จุดที่ 3 มีผลรวม 19.21 มีค่าเฉลี่ย 2.40 รวมค่าทั้ง 3 จุด ในการทดสอบ 8 ครั้ง มีผลรวม 17.37 มีค่าเฉลี่ย 2.17

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพผลของเครื่องผ่านแกนตะวัน ระยะที่ 3

ตารางที่ 4-4 ผลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อประสิทธิภาพผลของเครื่องผ่านแกนตะวัน

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	S.D	สรุปผลระดับ ความคิดเห็น
ด้านการออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแกนตะวัน			
1.ความเหมาะสมของการออกแบบโครงเครื่องผ่านแกนตะวัน	4.80	0.42	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความเหมาะสมของการออกแบบใบมีด	4.60	0.52	พึงพอใจมากที่สุด
3.ความเหมาะสมของการออกแบบช่องใส่หัวแกนตะวัน	4.40	0.52	พึงพอใจมาก
4.ความเหมาะสมของการออกแบบกลไกการทำงานของเครื่อง	4.90	0.32	พึงพอใจมากที่สุด
5.ความเหมาะสมของการออกแบบชุดผ้าครอบมอเตอร์ไฟฟ้า	4.40	0.52	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.62	0.46	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแกนตะวัน			
1.เวลาในการผ่านแกนตะวัน 1 กิโลกรัม. ใช้เวลาผ่านเฉลี่ย 1.24 นาที	4.80	0.42	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความหนาของแผ่นแกนตะวันที่ผ่านได้เฉลี่ย(1-3 มิลลิเมตร)	5.00	0.00	พึงพอใจมากที่สุด
3. องศาใบมีดที่ใช้ในการผ่าน (17องศา)	4.00	0.67	พึงพอใจมาก
4.ขนาดหัวแกนตะวันที่ใช้ในการทดลอง เฉลี่ย (2.5 – 4.5เซนติเมตร)	4.40	0.70	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	4.55	0.45	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านประสิทธิภาพผลของเครื่องผ่านแกนตะวัน			
1.ความพึงพอใจที่มีต่อภาพรวมของเครื่องผ่านแกนตะวัน	4.80	0.42	พึงพอใจมากที่สุด
2.ความพึงพอใจในด้านกลไกการทำงานของเครื่องผ่านแกนตะวัน	4.30	0.67	พึงพอใจมาก
3.ความพึงพอใจในด้านความปลอดภัย ของเครื่องผ่านแกนตะวัน	4.70	0.48	พึงพอใจมากที่สุด
4.ความพึงพอใจในด้านการซ่อมบำรุงรักษาเครื่อง	4.50	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.58	0.53	พึงพอใจมากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน	4.58	0.48	พึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินประสิทธิภาพผลของเครื่องผ่านแกนตะวัน มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.58 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับที่ดี การออกแบบและสร้างเครื่องผ่านแกนตะวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.46 รองลงมาอยู่ในระดับที่ดี ด้านประสิทธิภาพผลของเครื่องผ่านแกนตะวันมีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด และด้านประสิทธิภาพของเครื่องผ่านแกนตะวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ความคิดเห็นระดับความพึงพอใจมากที่สุด

โครงการย่อยที่ 3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร ดื่มผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษเคมีของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรดื่มผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน พบว่า ชาสมุนไพรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระและการยับยั้งยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และการยับยั้งกิจกรรมแอลฟา-กลูโคซิเดส ได้ดีที่ร้อยละ 70 – 90 และมีค่า IC50 ที่ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* และมีปริมาณ Yeast & Mold น้อยกว่า 1,000 (CFU/g) และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 50 คน อยู่ในระดับดีโดยเฉลี่ย เนื่องจากในสมุนไพรแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณพิษเคมีที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพืชที่จะทำหน้าที่เป็นสารสำคัญที่จะแสดงการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ อันเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์แก่ผู้บริโภคต่อไป สารพิษเคมี อันได้แก่ สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ สารซาโปนิน และสารแทนนิน โดยโพลีฟีนอล และสารฟลาโวนอยด์จะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง โดยจะช่วยลดการหลั่งอินซูลินเฉียบพลันให้ดีขึ้น รวมทั้งประสิทธิภาพของอินซูลิน ที่เป็นกลไกลดการดูดซึมกลูโคสในลำไส้และช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต โดยกระตุ้นการหลั่งอินซูลินจาก β cells ในตับอ่อนให้ควบคุมปริมาณการปล่อยกลูโคสจากตับและกระตุ้นตัวรับอินซูลินและเนื้อเยื่อที่ไวต่ออินซูลินในการดูดซึมกลูโคส (Naheed Aryaeian, 2560; Maghchiche Abdelhak, 2560) ซาโปนินช่วยเพิ่มการเผาผลาญกลูโคสที่บกพร่องจากการบริโภคแอลกอฮอล์ประจำ รวมทั้งช่วยลดน้ำหนัก ลดไขมันสะสม ลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ นอกจากนี้ซาโปนินยังช่วยยับยั้งการเกาะของมวลเซลล์ในตับอ่อนและช่วยลดประสิทธิภาพของอินซูลินในเซลล์เบต้าที่เสียหายจากการบริโภคแอลกอฮอล์ประจำ (Mi Ran Choi, 2559) กรดแทนนิกที่ช่วยกระตุ้นการขนส่งกลูโคสและยับยั้งการเพิ่มของเซลล์ไขมันในเซลล์ 3T3-L1 พบว่าแทนนิกเหมาะสำหรับในการนำมาพัฒนาเป็นยาที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง โดยแทนนิกจะเข้าไปยับยั้งการเพิ่มของเซลล์ไขมันและปรับการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการก่อตัวของเซลล์ไขมัน โดยจะส่งผลต่อยีนที่มีส่วนในเซลล์เริ่มต้นของเซลล์ไขมัน โดยมีกรดแทนนิกเป็นตัวเหนี่ยวนำ เมื่อปริมาณกรดแทนนิกเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การเพิ่มจำนวนเซลล์เริ่มต้นของเซลล์ไขมันลดน้อยลง และช่วยกระตุ้นการขนส่งกลูโคสของเซลล์ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับของอินซูลิน (Xueqing Liu, 2547) ดังนั้นการศึกษาปริมาณของพิษเคมีของพืชสมุนไพรจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการบริโภค หรือการพัฒนาเป็นยารักษาโรค

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวันพีชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

1. ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวันพีชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวันพีชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะสื่อการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวันพีชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ได้สร้างขึ้นตามกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิก ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืช แก่น ตะวัน ในด้าน 1) ลักษณะและสมบัติของพืช แก่น ตะวัน 2) การปลูกและการดูแลรักษา 3) โรคและศัตรูของพืช แก่น ตะวัน และ 4) การเก็บเกี่ยวผลผลิต และการใช้ประโยชน์จากพืช แก่น ตะวัน แล้วนำมากำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการจะนำมาสร้างเป็นสื่ออินโฟกราฟิก ด้วยการสร้างลำดับขั้นตอนและออกแบบโครงสร้างของข้อมูล จากนั้นจึงเลือกรูปแบบสื่อที่ต้องการจะสร้างเป็นสื่ออินโฟกราฟิก กำหนดภาพและหัวข้อให้สอดคล้องกัน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญการกลั่นกรองและทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง การที่ผู้วิจัยได้ออกแบบอินโฟกราฟิกตามกระบวนการนี้ส่งผลให้สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวันพีชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hyperakt's Josh Smith (2013 อ้างถึงใน กนกอร สีผึ้ง, 2562: 27-28) ที่เสนอกระบวนการออกแบบอินโฟกราฟิกไว้ 10 ขั้นตอน คือ 1) การรวบรวมข้อมูล (Gathering data) 2) การอ่านข้อมูลที่รวบรวม (Reading everything) 3) การค้นหาวิธีการเล่าเรื่อง (Finding the narrative) 4) การระบุปัญหา (Identifying problems) 5) การสร้างลำดับขั้นตอน (Creating a hierarchy) 6) การออกแบบโครงสร้างของข้อมูล (Building a wireframe) 7) การเลือกรูปแบบสื่อ (Choosing a format) 8) การกำหนดภาพและหัวข้อให้สอดคล้อง (Determining a visual approach) 9) การกลั่นกรองและทดลองใช้ (Refining and testing) และ 10) การนำไปใช้จริง (Releasing it into the world) ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับผลงานการวิจัยของปิยพงษ์ ราศรี (2559) ที่พัฒนาสื่ออินโฟกราฟิก วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เบื้องต้น สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า สื่ออินโฟกราฟิก วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เบื้องต้น สำหรับนักศึกษาประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นปีที่ 3 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี

2. เกษตรกรที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่น ตะวัน พีชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีคะแนนทดสอบหลังเรียนรู้ สูงกว่าคะแนน

ทดสอบก่อนเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีกระบวนการออกแบบและสร้างโดยคำนึงถึงหลักจิตวิทยาและความสามารถของเกษตรกรที่ส่วนใหญ่อ่านหนังสือไม่ได้ อ่านหนังสือไม่คล่อง จึงเลือกเนื้อหาประเด็นสำคัญเพื่อนำมานำเสนอ เรียงลำดับโครงสร้างของข้อมูลเพื่อมองให้เห็นภาพรวมตั้งแต่ต้นจนจบ นำเสนอข้อมูลด้วยแผนผัง กราฟต่าง ๆ โดยเลือกใช้ภาพให้มีแนวคิดสอดคล้องกับเนื้อหาหัวข้อ หลังจากนั้น พิจารณาตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินการออกแบบและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรก่อนเพื่อตรวจสอบว่าเข้าใจของเกษตรกร สอดคล้องกับแนวคิดของพิมพิไร สุพัตร (2560: 50) ที่เสนอหลักการออกแบบอินโฟกราฟิกที่ดีว่าควรประกอบไปด้วย 1) การคัดเลือกข้อมูล 2) จับเนื้อหาประเด็นสำคัญของเรื่องมาจัดการข้อมูล 3) การเรียงลำดับโครงสร้างของข้อมูลเพื่อมองให้เห็นภาพรวมตั้งแต่ต้นจนจบ 4) การพิจารณาตรวจสอบข้อมูลอย่างละเอียด นำไปให้ผู้ชมวิพากษ์วิจารณ์การออกแบบและหาข้อสรุป 5) การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนผัง กราฟต่าง ๆ อาจใช้ไดอะแกรม หรือผังงานเพื่ออธิบายกระบวนการทำงาน 6) การเลือกใช้ภาพให้มีแนวคิดสอดคล้องกับเนื้อหาหัวข้อ 7) การประเมินการออกแบบจากกลุ่มตัวอย่างและให้ข้อคิดเห็นว่าจะสามารถเข้าใจได้ง่ายหรือไม่ และ 8) การปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้ผลงานที่มีประสิทธิภาพ การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกรตามหลักการนี้ จึงส่งผลให้เกษตรกรเกิดความรู้ ความเข้าใจได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ กนกอร สีผึ้ง (2560) ที่พัฒนาสื่ออินโฟกราฟิก เรื่องพระอภัยมณี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทดสอบความแตกต่างของผลการเปรียบเทียบความสามารถในการอ่านเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. เกษตรกรที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีความสามารถในการปลูกพืชแก่นตะวัน โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า เกษตรกรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการปลูกพืชแก่นตะวัน มากขึ้น จนสามารถนำไปใช้ในการลงมือปฏิบัติจริงได้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นได้ออกแบบให้เข้าใจง่าย ใช้สีที่ดึงดูดความสนใจ รวมไปถึง

การใช้คำพูดที่กระชับ ทำให้เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของเกษตรกร จึงเป็นสื่อที่มีความน่าสนใจ มีความสวยงาม แปลกใหม่ แตกต่างไปจากการอ่านจากหนังสือ หรือวารสารทางวิชาการเกษตรต่างๆ ดังที่ จงรัก เทศนา (2558: 4-5) กล่าวว่า การออกแบบอินโฟกราฟิกที่ดี ผู้ออกแบบควรยึดหลักการออกแบบ เช่น ออกแบบให้เข้าใจง่าย ให้อินโฟกราฟิกเป็นตัวเล่าเรื่อง ใช้สีที่ดึงดูดความสนใจ รวมไปถึงการใช้คำพูดที่กระชับ ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ชลิดา รัชตะพงษ์ศรี (2559) ที่ศึกษา เรื่อง การออกแบบข้อมูลเชิงภาพสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง ข้าวเจ๊กเชยเส้าให้ สำหรับ ศูนย์การเรียนรู้ชุมชน ผลการศึกษาพบว่า องค์ความรู้สำคัญที่แสดงบนข้อมูลเชิงภาพ เรื่องการปลูกข้าวเจ๊กเชย เส้าให้มากที่สุด ได้แก่ ขั้นตอนการปลูกข้าวเจ๊กเชยเส้าให้ และสามารถนำไปปฏิบัติได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการย่อยที่ 1 การเพิ่มปริมาณอินนูลินสารสำคัญสำหรับสุขภาพในแก่นตะวัน

จากการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน เมื่อได้รับปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (*E.eugeniae*) จากสายพันธุ์ African Night Crawler และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) การไม่ใส่ปุ๋ย (ชุดควบคุม) 2) การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (*E.eugeniae*) จากสายพันธุ์ African Night Crawler อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 3) การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน (*E.eugeniae*) จากสายพันธุ์ African Night Crawler 500 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ เพาะปลูกในสภาพแปลงปลูก สามารถสรุปผลได้ดังนี้ การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงที่สูงที่สุดเมื่ออายุ 60 วัน และ 120 วัน เท่ากับ 57.80 ± 7.81 และ 56.61 ± 10.10 เซนติเมตร ความกว้างทรงพุ่มกว้างที่สุดเมื่ออายุ 120 วัน เท่ากับ 6.28 ± 1.36 มิลลิเมตร และ น้ำหนักแห้งต้นและใบ สูงที่สุด เท่ากับ 15.38 ± 6.09 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงที่สูงที่สุดเมื่ออายุ 90 วัน เท่ากับ 55.23 ± 10.42 เซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนหัวต่อต้นสูงที่สุด เท่ากับ 22.52 ± 12.82 หัว น้ำหนักหัวสดต่อต้นสูงที่สุด เท่ากับ 416.94 ± 242.10 กรัม และ ความยาวหัวสูงที่สุด เท่ากับ 6.07 ± 1.09 มิลลิเมตร มีความแตกต่างทางสถิติ การใส่ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือน อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ผสมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยให้ความกว้างขนาดลำต้นที่สูงที่สุด เมื่ออายุ 90 และ 120 วันสูงที่สุด 7.15 ± 1.29 และ 6.30 ± 1.02 มิลลิเมตร ตามลำดับ และ ความกว้างทรงพุ่มกว้างที่สุดเมื่ออายุ 60 วัน เท่ากับ 36.10 ± 9.63 เซนติเมตร นั้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ความกว้างขนาดลำต้นที่สูงที่สุด เมื่ออายุ 60 วัน เท่ากับ 7.07 ± 1.09 มิลลิเมตร ความกว้างทรงพุ่มกว้างที่สุดเมื่ออายุ 90 วัน เท่ากับ 34.48 ± 8.35 เซนติเมตร และ ความกว้างหัวสูงที่สุด เท่ากับ 2.43 ± 0.20 มิลลิเมตร มีความแตกต่างทางสถิติ การไม่ใส่ปุ๋ย ให้น้ำหนักหัวสดต่อหัวมากที่สุดเท่ากับ 20.77 ± 5.53 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ สำหรับต้นแก่นตะวันเมื่อได้รับการกระตุ้นทุกการทดลองส่งผลให้ความสูงต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ความสูงต้นอยู่ระหว่าง 1.28-1.43

เมตร ในขณะที่ต้นแก่ต้นที่ได้รับความกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต้นแห้งและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณ Reducing Sugar พบว่า ต้นแก่ต้นที่ได้รับความกระตุ้น Yeast Extract ที่ระดับความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร ส่งผลให้ปริมาณ Reducing Sugar แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับการให้สารกระตุ้น Jasmonic Acid ที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ ส่งผลให้ต้นแก่ต้นที่มีปริมาณ Fructans (Inulin + Fructo-oligosaccharides) สูงสุดเท่ากับ 73.86 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามลำดับ

โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องฟานแก่นตะวัน

1. ผลการออกแบบและสร้างเครื่องฟานแก่นตะวันที่มีขนาด 31.3 X 21 X 58.4 เซนติเมตร จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่พบว่ามีความเฉลี่ย 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ เครื่องฟานแก่นตะวันพบว่า ขนาดของคาบมีดที่เหมาะสมคือ 17 องศา ขนาดหัวแก่นตะวันที่เหมาะสม คือขนาดหัวเล็กอยู่ระหว่าง 2.5-3.4 เซนติเมตร โดยหัวแก่นตะวันหนักเฉลี่ย 1 กิโลกรัม จะใช้เวลาในการทำงาน 61.90 วินาที โดยจะใช้ความเร็วรอบอยู่ที่ 310 รอบ/นาที ความหนาของแผ่นแก่นตะวันที่ผ่านได้อยู่ระหว่าง 1-3 มิลลิเมตร

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องฟานแก่นตะวัน ในภาพรวมพบว่าทั้ง 3 ด้าน ผู้ใช้งานเครื่อง มีความพึงพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.58 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

โครงการย่อยที่ 3 ฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรขมิ้นผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพและพิษของผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรขมิ้นผสมผงแก่นตะวันเพื่อพัฒนาสินค้าแปรรูปของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทั้งหมด 5 อัตราส่วน พบว่า ชาสมุนไพรขมิ้นผสมผงแก่นตะวันมีประสิทธิภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระและการยับยั้งยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และการยับยั้งกิจกรรมแอลฟา-กลูโคซิเดส ได้ดีที่ร้อยละ 70 – 90 และมีค่า IC₅₀ ที่ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* และมีปริมาณ Yeast & Mold น้อยกว่า 1,000 (CFU/g) และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 50 คน อยู่ในระดับดีโดยเฉลี่ย เนื่องจากในสมุนไพรขมิ้นแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณพิษที่ต่ำเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของพืชที่จะทำหน้าที่เป็นสารสำคัญที่จะแสดงการออกฤทธิ์ทาง

ชีวภาพ อันเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์แก่ผู้บริโภคต่อไป สารพฤษเคมี อันได้แก่ สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ สารซาโปนิน และสารแทนนิน โดยโพลีฟีนอล และสารฟลาโวนอยด์จะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง โดยจะช่วยลดการหลั่งอินซูลินเฉียบพลันให้ดีขึ้น รวมทั้งประสิทธิภาพของอินซูลิน ที่เป็นกลไกลดการดูดซึมกลูโคสในลำไส้และช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรต โดยกระตุ้นการหลั่งอินซูลินจาก β cells ในตับอ่อนให้ควบคุมปริมาณการปล่อยกลูโคสจากตับและกระตุ้นตัวรับอินซูลินและเนื้อเยื่อที่ไวต่ออินซูลินในการดูดซึมกลูโคส (Naheed Aryaeian, 2560; Maghchiche Abdelhak, 2560) ซาโปนินช่วยเพิ่มการเผาผลาญกลูโคสที่บกพร่องจากการบริโภคแอลกอฮอล์ประจำ รวมทั้งช่วยลดน้ำหนัก ลดไขมันสะสม ลดคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ นอกจากนี้ซาโปนินยังช่วยยับยั้งการเกาะของมวลเซลล์ในตับอ่อนและช่วยลดประสิทธิภาพของอินซูลินในเซลล์เบต้าที่เสียหายจากการบริโภคแอลกอฮอล์ประจำ (Mi Ran Choi, 2559) กรดแทนนิกที่ช่วยกระตุ้นการขนส่งกลูโคสและยับยั้งการเพิ่มของเซลล์ไขมันในเซลล์ 3T3-L1 พบว่าแทนนิกเหมาะสำหรับในการนำมาพัฒนาเป็นยาที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน ซึ่งจะช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง โดยแทนนิกจะเข้าไปยับยั้งการเพิ่มของเซลล์ไขมันและปรับการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการก่อตัวของเซลล์ไขมัน โดยจะส่งผลกระทบต่อยีนที่มีส่วนในเซลล์เริ่มต้นของเซลล์ไขมัน โดยมีกรดแทนนิกเป็นตัวเหนี่ยวนำ เมื่อปริมาณกรดแทนนิกเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การเพิ่มจำนวนเซลล์เริ่มต้นของเซลล์ไขมันลดน้อยลง และช่วยกระตุ้นการขนส่งกลูโคสของเซลล์ที่มีลักษณะการทำงานคล้ายกับของอินซูลิน (Xueqing Liu, 2547) ดังนั้นการศึกษาปริมาณของพฤษเคมีของพืชสมุนไพรจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการบริโภค หรือการพัฒนาเป็นยารักษาโรค

โครงการย่อยที่ 4 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟ ชูต แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชูต แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร รวมทั้ง 4 เล่ม อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. เกษตรกรที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชูต แก่นตะวัน พืชมหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีคะแนนทดสอบหลังเรียนรู้ สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. เกษตรกรที่เรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยรูปแบบอินโฟกราฟิก ชุด แก่นตะวัน พืช
มหัศจรรย์ สารพัดประโยชน์ สำหรับเกษตรกร มีความสามารถในการปลูกพืชแก่นตะวัน โดยรวม
อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บรรณานุกรม

- จุฑารัตน์ นนทะมา . (มปป.). แก่นตะวัน. แม่โจ้, มหาวิทยาลัย. [ออนไลน์.] : เข้าถึงได้จาก : <http://prop-chicken.site.90net/CH.10html>. (วันที่ค้นข้อมูล 22 พฤศจิกายน 2563).
- ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์, 2550. การปลูกและการใช้ประโยชน์จากพืชแก่นตะวัน. การปลูกและการใช้ประโยชน์จากพืชแก่นตะวัน (Jerusalem Artichoke). http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/54/GroupEconomic/20-Saroj_siri/template.html.
- ทิพย์พร สิงห์เทียน, เทวินทร์ จันทวงศ์, ภาณุวัฒน์ สีนเมือง และ ชมดาว ขำจริง. 2557. อิทธิพลของปุ๋ยมูลไก่และขี้เถ้าคอกไก่ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน จังหวัดเพชรบุรี. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 2 : 158-163.
- ดร.ณิ พวงบุตร และสนั่น จอกลอย. 2562. ผลของการตัดส่วนต้นต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการใน แก่นตะวันสายพันธุ์การค้า. แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1).
- ธีระพัทธ์ ศิลปสมบูรณ์. 2557. โครงการอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของแก่นตะวันในดินชุดอุยธยา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- ประภาส ช่างเหล็ก, บุญร่วม จันทรีชนะ, สกล ฉายศรี, นวรัตน์ พิลาก, สุภัทรา เมทนีกรชัย และเจระศักดิ์ แซ่ลี. 2554. ศึกษาการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus*) ณ แปลงทดลองสถานีวิจัยกาญจนบุรี, น. ใน การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักรกรุงเทพมหานคร, กรุงเทพฯ.
- ภัทรานิษฐ์ ขวัญระน้อย และ อัจฉรา จิตตลดากร และ สุกัญญา แย้มประชา. ม.ป.ป. ผลของวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน. ในการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ. ครั้งที่ 3.(เกษตรศาสตร์มหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, สุโขทัย.
- รัชณี พุทธา. 2559. อิทธิพลของชนิดปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตปริมาณและคุณภาพหัวของแก่นตะวัน.วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ปีที่3 ฉบับพิเศษ (III): M08/24-29, 2559.
- ศิริพร ตันจ้อ, วรรณิต จุฑประสงค์, ชนัญชิตา ไชตโต และสนั่น จอกลอย. 2012. อินนูลินและฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในแก่นตะวันสายพันธุ์ต่างๆ. KRU Res 17(11):(25-34).

- สนั่น จอกลอย, รัชนี้ พุทธา, รัชนก มีแก้ว, วิลาวรรณ ตูลา และถวัลย์ เกษมาลา. 2549. อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน” แก่นเกษตร 34 , 2 (เมษายน - มิถุนายน) : 164 -17.
- สนั่น จอกลอย, รัชนี้ พุทธา, รัชนก มีแก้ว, วิลาวรรณ ตูลา และถวัลย์ เกษมาลา. 2549. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของแก่นตะวัน. แก่นเกษตร 34 , 2 (เมษายน - มิถุนายน) : 171 -182.
- สาริจน์ ศิริคันสนียกุล,ประภาส ช่างเหล็ก,ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์,เกศศิณี ตระกูลทิวาร,วุฒินันท์ คงทัด. 2554. การปลูกและการใช้ประโยชน์จากพืชแก่นตะวัน (*Jerusalem Artichoke*). กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำราญ พิมราช, ถวัลย์ เกษมาลา และทัศนิกา มุ่งคุณค่าชาว.2559.ผลของการใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเพิ่มผลผลิต.วารสารเกษตรพระวรุณ ที่ 13 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559:126-138.
- สุลธิ์รัก อารักษณ์ ธรรม และสุชาดา สานุสันต์. 2557. อิทธิพลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินจากไส้เดือนดินต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางฟิสิกส์ดินและการปรับปรุงโครงสร้างของดิน. โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ: ศักยภาพของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินท้องถิ่นไทยที่ผลิตจากขยะอินทรีย์ต่อระบบการเกษตรและสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อภิชาติ ศรีสะอาด และศุภวรรณ ใจแสน. 2553. **คู่มือการผลิตปุ๋ยมูลไส้เดือนเงินล้าน**. กรุงเทพฯ, บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดียจำกัด.
- อรรถ อัจฉริยมนตรี. 2557. ศักยภาพการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตของแก่นตะวันในสภาพเกษตรอินทรีย์, 388-393.ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52: สาขาพืช ระหว่างวันที่ 4-7 ก.พ. 2557**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อิทธิพล ชีมภูเขียว และอรรณณ รักสงฆ์. 2560. ผลของปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อสมบัติทางเคมีของดิน และการเจริญเติบโตของแก่นตะวัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 35 (1) : 1-10.
- Schrijver, C. J., Aschwanden, M. J., & Title, A. 2001, Solar Phys., in press.
- Sirisansaneeyakul, S., S. Jitbanjongkit, N. Prasomsart and P. Laungpituksa. 2000. Production of β fructofuranosidase from *Aspergillus niger* ATCC 20611. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 34: 378-386.

Suzuki, M. 1993. History of fructan research : rose to Adelman, pp. 21-39. In M.Suzuki and N.J. Chatterton.(ed) **Science Technology of Fructans**. CRC press. Boton, FL

Younes H, Garleb K, Behr S, Remesy C and Demigne C 1995 Fermentable fibres or oligosachharides reduce urinary nitrogen excretion by increasing urea disposal in the rat cecum; J.Nutr. 125 1010–1016.

ภาคผนวก

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางนุชจรี สิงห์พันธ์
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mrs. Nootjaree Singphan
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-4207-00010-96-4
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ โทรสาร และ e-mail

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ตำบลสะเดียง
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 056-717-151 ต่อ 1444 โทรสาร 056-717-151
โทรศัพท์มือถือ 081-3494274 E-mail : nootjaree_tudses@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิ	ปี พ.ศ.	ชื่อสถานศึกษา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การเกษตร)	2559	มหาวิทยาลัยนเรศวร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพเกษตร)	2552	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 1	2548	มหาวิทยาลัยนเรศวร

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เทคโนโลยีโปรโตพลาสต์ การถ่ายยีน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุ
สถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วม
วิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

Article

นุชจรี ทัดเศษ และชุติมา หงษ์ศรี. (2560). ปริมาณมูลไส้เดือนดินสายพันธุ์แอฟริกันไนท์คลอเลอร์ (*Eudrilus eugeniae*) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของคะน้า (*Brassica alboglabra*) ในสภาพโรงเรือน. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 6 ณ หอประชุมพญาเจ้าเมืองมหาวิทยาลัยพะเยา วันที่ 26 - 27 มกราคม 2560. 1490-1494.

- ศิวดล แจ่มจำรัส และ นุชจรี ทัดเศษ. (2561). ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของมันพื้นเมืองสกุล (*Dioscorea* sp.) ในจังหวัดเพชรบูรณ์. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 วันที่ 8 - 9 มีนาคม 2561 ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต ฮิลล์ รีสอร์ท อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. 828-825.
- นุชจรี ทัดเศษ. (2561). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมันเลือด. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 ประจำปี 2561 “งานวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 8-9 มีนาคม 2561 ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต ฮิลล์ รีสอร์ท อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. 788-795.
- นุชจรี ทัดเศษ, อาทิตย์ ทูลพุทธา, ศิวดล แจ่มจำรัส, การันต์ ผึ้งบรรหาร, พิพัฒน์ ชนาเทพาพร, จันทริกา ไช้ขวัญแก้ว, ธนากร วงษ์ศา และสุมนา เหลืองฐิติกาญจน์. (2561). ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36(3) กันยายน-ธันวาคม: 81-90.
- ศศิกันต์ ปานปรานีเจริญ และนุชจรี สิงห์พันธ์. (2562). คุณสมบัติทางเคมีและกระบวนการหมักเหทานอลจากมันพื้นเมืองสกุล *Dioscorea* sp. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร. 14(1) มกราคม-มิถุนายน: 105-116.
- นุชจรี ทัดเศษ, การันต์ ผึ้งบรรหาร และลลิตา อุดธา. (2562). ผลของ BA และ NAA ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกล้วยหินในสภาพปลอดเชื้อและผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 37(2) เมษายน-มิถุนายน: 262-273.
- นุชจรี สิงห์พันธ์ และสุริภรณ์ ยอดดี. (2563). การเจริญเติบโตของมันจาวพร้าวในสภาพทำเทียมความเข้มข้นของแมนนิทอลแตกต่างกัน. วารสารนเรศวรพะเยา. 13(1) มกราคม-เมษายน: 21-25.
- Tudses, N. 2016. Isolation and Mycelial Growth of Mushrooms on Different Yam-based Culture Media. Journal of Applied Biology and Biotechnology. 4(5): 033-036.
- Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2015. Establishment of Method for Protoplast Fusion with PEG-mediated between *Jatropha curcas* L. and *Ricinus communis* L. International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research. 4(1): 50-56.

Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2014. Optimal Conditions for High-Yield Protoplast Isolations of *Jatropha curcas* L. and *Ricinus communis* L. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 14(3): 221-230.

Oral presentations

Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2015. Establishment of Method for Protoplast Fusion with PEG-mediated between *Jatropha curcas* L. and *Ricinus communis* L. International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research. 4(1): 50-56.

Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2013. Efficient method for protoplast isolation of *Jatropha curcas* L. The 4th Regional AFOB Symposium 2013 'bioenergy, biorefinery and beyond'. Pramjet, D., Tudses, N., Pramjet, S. 2012. Isolation of protoplasts of *Jatropha curcas* L. The International Symposium on Human Development and Sustainable Utilization of Natural Resources in Asian Countries and The 6th Korea-Thailand-Indonesia Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy.

Poster presentation

Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2013. Effects of Applying Plant Growth Regulators onto Stigma on Fruit Set and Seed Set in Intergeneric Hybrids between *Jatropha curcas* L. and *Ricinus communis* L. The 7th Korea-Thailand-Indonesia Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy Integration of Agriculture and Biotechnology'.

Tudses, N., Pramjet, D., Pramjet, S. 2014. Protoplast isolation, culture, and fusion between *Jatropha curcas* L. and *Ricinus communis* L. The 8th Korea-ASEAN Joint Symposium on Biomass Utilization and Renewable Energy Integration of Agriculture and Biotechnology'.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 1

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวน้ำฝน เบ้าทองคำ
Ms. Namfon Baowthongkum

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3670100296849

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

67000 โทร 056-717-147

6. ประวัติการศึกษา

วทป. (เคมี)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

วทม. (เคมีประยุกต์)

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

เคมีประยุกต์

การศึกษาศาสตร์

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

งานวิจัย ศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของเห็ดป่ากินได้ 5 ชนิดจากป่าชุมชนบ้านน้ำจางในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับทุนจากสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2556

งานวิจัย ความหลากหลายของภูมิปัญญาท้องถิ่นแพทย์พื้นบ้านเพชรบูรณ์ ได้รับทุนจากสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2557

งานวิจัย การวิเคราะห์ความต้องการของท้องถิ่นและคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ทุนวิจัยสถาบัน ประจำปีงบประมาณ 2557

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 2

1. ชื่อ-สกุล นายปรมะ แก้วพวง

Mr. Pamara Kaewphuang

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำ กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน

3. ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

กลุ่มวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ. เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717147 E-mail parama1007@gmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วท.บ. (สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ป. วิชาชีพครู (ประกาศนียบัตรบัณฑิต วิชาชีพครู)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ศษ.ม. (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

การพัฒนาหนังสือภาพ

การเรียนการสอน

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

งานวิจัยที่ทำสำเร็จแล้ว:

การพัฒนาหนังสือภาพ เรื่อง ประวัติศาสตร์ชาวไทยภูเขาเผ่าม้ง
รายวิชาเพิ่มเติม สาระการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียน
อนุบาลเขาค้อ (เจริญทองนิมิวิทยา) จังหวัดเพชรบูรณ์ ปีที่ทำสำเร็จ พ.ศ.2556 นำเสนอแบบปาก
เปล่า ในการประชุมวิชาการระดับชาติ จัดโดยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาหนังสือภาพ ชุดมะขามหวานเมืองเพชรบูรณ์ สำหรับ
นักเรียน ชั้นประถมศึกษาช่วงชั้นที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์
ปีที่ทำสำเร็จ พ.ศ.2558 ตีพิมพ์เผยแพร่วารสารวิชาการVeridian E-Journal, Silpakorn

University มหาวิทยาลัยศิลปากร (TCI 1)

การประเมินการจัดการศึกษาโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเพชรบูรณ์ ปีที่ทำสำเร็จ พ.ศ.2560 งบประมาณแผ่นดิน พิจารณา
จากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2560

นำเสนอแบบปากเปล่า ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ จัดโดยคณะศึกษาศาสตร์ ภา
วิทยาลัยขอนแก่น

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความเป็นพลเมือง
อาเซียนสำหรับนักเรียนประถมศึกษา ปีที่สำเร็จ พ.ศ.2561 ทูลอดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราช
ภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2561

การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่อง การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับ
ครูมัธยมศึกษาโรงเรียนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ปีที่สำเร็จ พ.ศ.2561 ดีพิมพ์เผยแพร่วารสารชุมชน
วิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (TCI 1)

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทาง
วัฒนธรรมของชนเผ่าบนเขาค้อ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
ปีที่สำเร็จ พ.ศ.2562 ทูลอดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน
พิจารณาจากโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี
งบประมาณ 2562

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 3

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย เอราวัณ ชาญพหล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Arawan Chanpahon
2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164
4. e-mail : arawan2519@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา คอ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
คอ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

ธนบุรี

- สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) เทคโนโลยีงานเชื่อม
6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่ย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

8. งานวิจัยที่กำลังทำ

ผู้ร่วมวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

9. ผ่านการอบรม :

- Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
- อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 5

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย นรตว์ รัตนวัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Narat Rattanawai

2. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (สายวิชาการ)

3. สถานที่ติดต่อได้สะดวก สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โทรศัพท์ 056-717164

4. e-mail : narat_pcru@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร

วศ.ม. (วิศวกรรมการจัดการ) มหาวิทยาลัยนเรศวร

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

7. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

หัวหน้าโครงการวิจัย : การประยุกต์ใช้เทคนิคและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในโรงปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เผยแพร่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์วิจัย ครั้งที่ 2 ปี 2558

ผู้ร่วมวิจัย : เครื่องทำไม้ไผ่อย่าง ปี 2557 ได้รับทุนสนับสนุนวิจัยจาก มหาวิทยาลัย
นเรศวร

ผู้ร่วมวิจัย : การออกแบบและสร้างเครื่องปั้นเนื้อมะขามแก้ว เผยแพร่ราชภัฏวิจัยที่
จังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2558

ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการลดต้นทุนและ
เพิ่มผลผลิตสำหรับการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองในตำบลดงมูลเหล็ก อำเภอเมือง จังหวัด
เพชรบูรณ์

8. ผ่านการอบรม :

- Basic Human Subject Protection Course (จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์)
- อบรมโครงการพัฒนาศักยภาพนักวิจัยในการเขียนบทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์
เผยแพร่ระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2

ผู้ร่วมโครงการวิจัย คนที่ 7

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย ศิวดล แจ่มจรัส

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Siwadol Chaemchamrat

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1669900010496

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์
อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 83 หมู่ 11 ตำบลสะเดียง

อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000 โทรศัพท์ 081-1646271 อีเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

vip119z@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

วุฒิ	ปี พ.ศ.	ชื่อสถานศึกษา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชสวน)	2554	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชศาสตร์)	2550	มหาวิทยาลัยแม่โจ้

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
พืชสวน ไม่ดอกไม้ประดับ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

ศิวดล แจ่มจำรัส และ นุชจรี ทัดเศษ. (2561). ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ของมันพื้นเมืองสกุล (*Dioscorea* sp.) ในจังหวัดเพชรบูรณ์. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 5 วันที่ 8 - 9 มีนาคม 2561 ณ อิมพีเรียล ภูเก็ต อิมพีเรียล ภูเก็ต อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. 828-825.

นุชจรี ทัดเศษ, อาทิตย์ ทุลพุทธา, ศิวดล แจ่มจำรัส, การันต์ ผึ้งบรรหาร, พิพัฒน์ ชนาเทพาพร, จันทริจิรา ไต๊ะขวัญแก้ว, ธนากร วงษ์ศา และสุมนา เหลืองรัฐติกาญจนา. (2561). ผลของปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนต่อคุณภาพเห็ดฟางโดยการเพาะแบบกองเตี้ย. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36(3) กันยายน-ธันวาคม: 81-90.