

## รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. แผนงานวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าขมิ้นชัน
2. โครงการวิจัย : การวิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันด้วยนาโนเทคโนโลยี  
กิจกรรม : -  
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : -
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การผลิตสารสกัดขมิ้นชันผงโดยเทคนิคเอนแคปซูเลชันเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร
4. ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Encapsulation of Curcumin for Food and Drink Ingredient.
5. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง. นางสาววิไลศรี ลิ้มปพยอม	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
ผู้ร่วมงาน.. นายโกเมศ สัตยาภู	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาวกนิษฐ พิศาลวัชรินทร์	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร
นางสาววิมลวรรณ วัฒนวิจิตร	สังกัด... กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

### 6. บทคัดย่อ

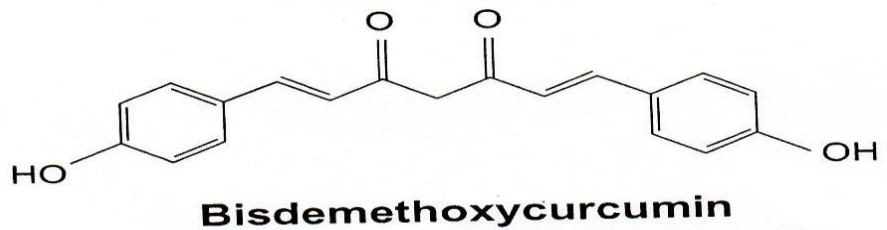
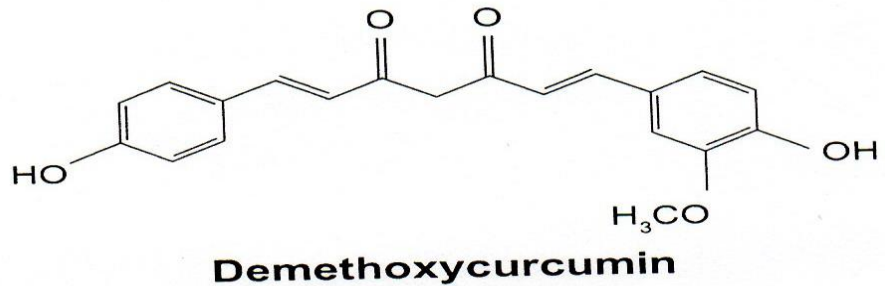
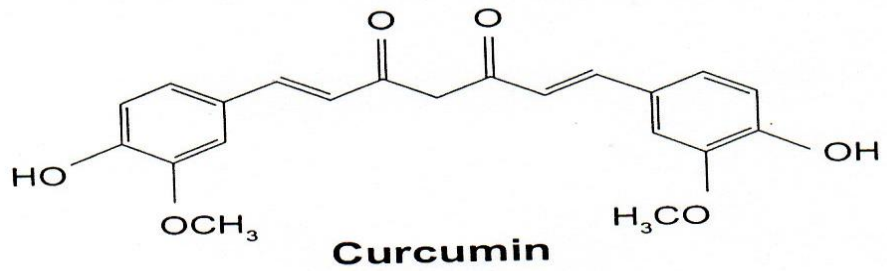
:

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันให้อยู่ในรูปของสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง รวมทั้งเครื่องต้มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้น โดยได้ทำการตรวจสอบปริมาณสารสำคัญในขมิ้นชันที่เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 โดยพบว่า ปริมาณเคอร์คูมินในขมิ้นชันอบแห้ง มีค่าในช่วงร้อยละ  $5.99 \pm 1.19$  -  $8.00 \pm 1.19$  ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีในช่วงร้อยละ  $6.8 \pm 1.51$  -  $8.7 \pm 0.96$  การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ  $29.25 \pm 3.46$  -  $36.93 \pm 2.97$  และพบว่ามีปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอล ในช่วงร้อยละ  $15.81 \pm 2.74$  -  $16.61 \pm 1.92$  ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC<sub>50</sub> (mg/ml)

5.48±1.58-6.11±1.95 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า 343.83±24.89-358.89±19.11 มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม ต่อมานำสารสกัดมาทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสารสกัดขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่ม โดยนำสูตรที่ผู้ชิมให้ความพึงพอใจสูง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นมีสารสกัดขมิ้นชันผง 15% และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มมีสารสกัดขมิ้นชันผง 3% รวมทั้งการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยการตรวจสอบปริมาณเคอร์คูมิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และการตรวจสอบตามมาตรฐาน จากผลงานวิจัยนี้ทำให้ได้สูตรเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นและแบบพร้อมดื่มจำนวน 2 สูตรพร้อมคุณค่าทางโภชนาการ

## 7. คำนำ :

ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn ) เป็นพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านมะเร็ง ฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้ เกิดจากสาร curcuminoids (คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา , 2549) ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม phenolic compound สาร curcuminoids เป็นสารสีเหลือง พบเป็นส่วนประกอบในขมิ้นชัน ประมาณ 3-6% สาร curcuminoids ประกอบด้วย สารที่สำคัญ 3 ชนิดคือ curcumin เป็นสารที่ทำให้มีสีเหลืองส้ม ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดี ใน dimethyl sulfoxide (DMSO) , acetone และ alcohol มีประมาณ 70-75% รองลงมาได้แก่ demethoxycurcumin มีประมาณ 15-20% และ bisdemethoxycurcumin มีประมาณ 3 % (Bhavani & Sreenivasa , 1979) สารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ (curcuminoids). ในขมิ้นชันเป็นสารสีเหลืองซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารกลุ่มฟีนอลิก (polyphenolic compounds) ซึ่งมีชื่อทางเคมีว่า diferuloylmethane (Nishinaka et.al., 2007) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างหลักคือเคอร์คูมิน (Curcumin) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ขมิ้นชันมีสารสำคัญเคอร์คูมินอยด์ ในปริมาณมากที่สุดประกอบด้วยปริมาณเคอร์คูมินมากที่สุด รองลงมาคือบิสเดเมทอกซิเคอร์คูมิน และเดเมทอกซิเคอร์คูมินตามลำดับ สำหรับความสามารถของสารทั้งสามชนิด สิงห์คำและคณะ (2551) ได้ศึกษาการลดระดับ วิลด์ทูเมอร์วันเอ็มเอเอ็นเอและโปรตีนวิลด์ทูเมอร์วันในเซลล์มะเร็งพบว่าสารเคอร์คูมินมีความสามารถสูงสุดในการลดระดับของทั้งวิลด์ทูเมอร์วันเอ็มเอเอ็นเอและโปรตีนวิลด์ทูเมอร์วัน รองลงมาคือบิสเดเมทอกซิเคอร์คูมิน และเดเมทอกซิเคอร์คูมินตามลำดับ



โครงสร้างทางโมเลกุลของสารสกัดทั้งสามชนิดที่แตกต่างกัน จึงมีผลทำให้ฤทธิ์ของสารสกัดแตกต่างกัน โดยโครงสร้างของโมเลกุลของเคอร์คิวมินประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วน คือ hydroxyl group ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ส่วนที่สองคือ Ketone groups และส่วนที่สามคือ double bond ซึ่งทั้งสองส่วนนี้ มีคุณสมบัติเกี่ยวกับการทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านสารก่อกลายพันธุ์และต้านมะเร็ง

เทคโนโลยีเอนแคปซูลเลชั่น เป็นกระบวนการที่ของเหลวหรืออนุภาคถูกห่อหุ้มอยู่ในรูปของแคปซูลด้วยพอลิเมอร์เป็นชั้นบางๆ เกิดเป็นไมโครแคปซูลซึ่งมีขนาดประมาณ 1-1000 ไมครอน ชั้นพอลิเมอร์บางๆนี้จะเป็นตัวป้องกันหรือปลดปล่อยสารสำคัญภายในออกมา โดยทำให้เกิดฟิล์มบางๆรอบอนุภาคหรือทำให้เกิดเป็นอิมัลชันและทำให้แห้ง ซึ่งสารสำคัญที่ต้องป้องกันในไมโครแคปซูลจะถูกเรียกว่า คอร์ (core) และผนังบางๆ ที่ห่อหุ้มสารสำคัญจะถูกเรียกว่าวอลล์ (wall) ลักษณะของวอลล์ที่ดีควรจะต้องมีความสามารถแผ่เป็นแผ่นฟิล์มบางๆได้ มีความยืดหยุ่นและแข็งแรงเพียงพอ มีความสามารถทำให้เกิดอิมัลชัน มีคุณสมบัติในการยึดติดกับคอร์ได้ดีโดยไม่ทำปฏิกิริยากัน มีความหนืดต่ำเมื่ออยู่ในสถานะของแข็งต้องไม่แข็งง่าย นอกจากนี้ยังต้องมีความคงตัวสูง เพื่อจะป้องกันคอร์จากสภาพแวดล้อมต่างๆและปลดปล่อยคอร์ได้ดี ตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน จะเห็นว่าวอลล์เป็นตัวสำคัญของเทคนิคไมโครเอนแคปซูลเลชั่น ดังนั้นการเลือกใช้สารที่จะนำมาทำเป็นวอลล์ จึงจำเป็น

จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมทั้งต่อสารสำคัญและต่อสภาวะที่ต้องการใช้ สารที่สามารถนำมาทำเป็นวอลล์ได้มีมากมายหลายชนิดที่นิยมใช้และมีราคาไม่แพง คือสารในกลุ่มของแป้งเช่น มอลโตเด็คซ์ตริน

(maltodextrin) กลูโคสไซรัป (Glucose syrup) และแป้งดัดแปร (Modified starch) มอลโตเด็กซ์ทริน เป็นคาร์โบไฮเดรทโพลีเมอร์ที่ผลิตได้จากแป้งมีกลูโคสโมโนเมอร์อยู่ 5-10 หน่วยต่อโมเลกุล ขึ้นอยู่กับค่า DE ( Dextrose equivalent ) ซึ่งมอลโตเด็กซ์ทรินจะมีค่า DE น้อยกว่า 20 น้ำหนักโมเลกุลของมอลโตเด็กซ์ทรินจะลดลงเมื่อค่า DE เพิ่มขึ้น เช่น DE5 , DE10 , DE15 มีค่า 3600 1800 และ 1200 ตามลำดับ คุณสมบัติโดยทั่วไปของมอลโตเด็กซ์ทริน คือละลายน้ำได้ และมีคุณสมบัติในการป้องกันคอร์จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน รวมทั้งการมีคุณสมบัติในด้านการให้ความหนืดต่ำเมื่อใช้ที่ปริมาณของแข็งสูงๆ ซึ่งเหมาะกับขบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย

ทรงยศ และคณะ (2007) ได้ศึกษาการนำเคอร์คูมินอยด์ทั้ง 3 ชนิด คือ เคอร์คูมิน ดีเมตทอกซีเคอร์คูมินและบิสดีเมตทอกซีเคอร์คูมินที่มีความบริสุทธิ์สูง 100% มาศึกษาผลต่อการเปลี่ยนแปลงเซลล์มะเร็งที่ต่อยาเคมีบำบัดอิโพรโพลายด์วีพี 16 ให้มีการตอบสนองต่อยาเคมีบำบัดมากขึ้น โดยพบว่าเคอร์คูมินอยด์ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครโมล สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะการแสดงของการดื้อยา ทำให้เซลล์ HEK293pcDNA3.1MRP1 cell line มีความไวต่อยาเพิ่มขึ้นโดยเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “ Synergistic effect” ดังนั้นในอนาคตเราอาจจะสามารถนำเคอร์คูมินอยด์ มาใช้เพื่อการรักษาร่วมกับยาเคมีบำบัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาด้วยเคมีบำบัดเพื่อช่วยลดอัตราการดื้อยาในผู้ป่วยโรคมะเร็งหรือลดผลข้างเคียงจาก MDR modulator สังเคราะห์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เพื่อให้การรักษาด้วยเคมีบำบัดมีประสิทธิภาพอย่างสูงสุดกับผู้ป่วยมะเร็ง

นักศึกษาระดับปริญญาโท พ.ญ. ปารินทร์ ศุภจินทรรัตน์ และอาจารย์ น.พ. จรัสศักดิ์ เรื่องพืระกูล ได้ศึกษาประสิทธิผลของสารสกัดจากขมิ้นชันชนิดแคปซูลเพื่อลดน้ำหนักและลดระดับไขมันในเลือดพบว่า น้ำหนักตัว ค่าดัชนีมวลกาย และ LDL มีค่าเฉลี่ยผลต่างก่อนและหลังสิ้นสุดโครงการ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเปรียบเทียบผลข้างเคียงทั้งอาการผื่นคันและผลการตรวจค่าเอนไซม์ตับระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการรับประทานเคอร์คูมินในขนาด 1.5 กรัม ต่อวัน ติดต่อกันนาน 12 สัปดาห์นั้น สามารถลดน้ำหนัก ดัชนีมวลกายและ LDL ในเลือดได้ นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยสูง คือไม่มีผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายและไม่เป็นพิษต่อดับ

ในรอบ 5-10 ปีนี้มีนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศได้ศึกษาวิจัยคุณสมบัติของ curcumin ต่อการยับยั้งการเกิดโรคมะเร็งและผลวิจัยส่วนใหญ่ก็มีผลดี รวมทั้งตลาดอาหารเสริมสุขภาพจากสมุนไพรมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกระแสการรักษาสุขภาพให้แข็งแรงเพื่อที่จะได้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลกำลังมาแรง รวมทั้งเทคโนโลยีในการคิดค้นเพื่อสกัดสารที่มีคุณภาพต่างๆจากเครื่องเทศและสมุนไพรที่มีความก้าวหน้าไปอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแปรรูปเพิ่มมูลค่าสมุนไพรขึ้นให้อยู่ในรูปแบบสารสกัดที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นหมื่นบาทต่อกิโลกรัมสารสกัด รวมทั้งการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ให้ผู้บริโภคทุกเพศทุกวัยเข้าถึงได้ง่ายในรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มและแบบเข้มข้นที่สามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ได้

## 8.วิธีดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

### การเตรียมตัวอย่าง

นำขมิ้นชันที่เป็นพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร ตรง 1 จากศูนย์วิจัยพืชสวนจังหวัดตรัง มาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยวิเคราะห์ปริมาณสารเคอร์คูมิน ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและปริมาณสารสกัดที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ล้างทำความสะอาดขมิ้นชันและผึ่งให้แห้ง
2. นำมาหั่นสไลด์เป็นชิ้นบางๆ
3. ทำให้แห้งโดยการตากแดดนาน ประมาณ 5 วัน จนกระทั่งขมิ้นชันแห้งมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่า 6% เก็บขมิ้นชันที่อบแห้งแล้วไว้ในถุงพลาสติกเมื่อจะนำมาวิเคราะห์ ก็จะต้องด้วยเครื่องบดละเอียด

### การสกัดน้ำมันหอมระเหย

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งแล้วหนัก 300 กรัม บรรจุในพลาสติกกมขนาด 5000 มล. เติมน้ำกลั่นบริสุทธิ์จำนวน 3500 มล. บรรจุตัวอย่างลงในชุดเครื่องแก้วสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหย เปิดเครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าไม่มีน้ำมันหอมระเหยระเหยออกมา ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้

### การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล

ชั่งตัวอย่างขมิ้นชันที่แห้งและบดแล้วหนัก 30 กรัม ห่อด้วยกระดาษกรอง whatman No. 1 บรรจุห่อตัวอย่างในเครื่องแก้วที่ต่อกับพลาสติกกมขนาด 500 มล. เติมสารละลายเอทานอล 95% จำนวน 350 มล. ต่อชุดเครื่องแก้วสำหรับสกัดสารสกัดอย่างต่อเนื่อง เปิดเครื่องทำน้ำเย็นไหลหมุนเวียนและทำการสกัดสารสกัดขมิ้นชัน นาน 6 ชั่วโมงหรือจนกว่าสารละลายสกัดได้น้อยลง คือสารละลายมีสีเหลืองน้อยลง ปิดเครื่องทิ้งไว้ให้เย็น นำห่อตัวอย่างออกจากเครื่องแก้ว ระเหยสารละลายเอทานอล เพื่อเก็บไว้กลั่นบริสุทธิ์และใช้งานต่อไป ต่อมาทำการระเหยสารสกัดขมิ้นชันด้วยเครื่องระเหยสารสูญญากาศ ชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่ บันทึกปริมาณสารที่สกัดได้

### การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมิน (Determination of Curcumin)

Determination of Curcumin by using UV-Spectrophotometry.

#### การเตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมิน

1. ชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมินอย่างละเอียด 0.1 กรัม ละลายด้วยเมทานอล ทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตรในขวดกมกลม ปิเปตสาร 1 มล. ทำให้มีปริมาตร 25 มล. ในขวดกมกลม ทำให้มีความเข้มข้น 40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมินที่มีความเข้มข้นต่างกัน 3 จุด โดยปิเปตสาร 1 มล. , 5 มล. , และ 10 มล. ลงในขวดปริมาตรทำให้มีปริมาตร 25 มล. ด้วยเมทานอล เพื่อทำการกราฟมาตรฐาน

2. จากข้อ 1 ได้กราฟเส้นตรง ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร และความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

3. การเตรียมตัวอย่างไขมัน เพื่อหาปริมาณสารเคอร์คูมิน

3.1 ชั่งตัวอย่างไขมันอบแห้งที่บดแล้วอย่างละเอียด 1 กรัม ลงในหลอดแก้วทดลอง สกัดด้วยเมทานอล 50 มล. ปิเปตสารละลาย นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร 5 ซ้ำ

4. การวัดปริมาณสารเคอร์คูมินในสารสกัดไขมันชั้น

4.1 ชั่งสารสกัดไขมันชั้นอย่างละเอียด 0.1 กรัม ในขวดก้นกลม ทำให้มีปริมาตร 25 มล. ด้วยเมทานอล นำไปวัดปริมาณเคอร์คูมินทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน

5.การวัดปริมาณสารเคอร์คูมินในสารสกัดไขมันชั้นผง

5.1 ชั่งสารสกัดไขมันชั้นผงอย่างละเอียด 0.5 กรัม ในขวดก้นกลม ทำให้มีปริมาตร 100 มล.ด้วยเมทานอล ปิเปตสารละลายไปวัดปริมาณเคอร์คูมิน เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน การวิเคราะห์ปริมาณเคอร์คูมินโดยใช้เครื่อง HPLC (High Pressure Liquid Chromatography)

1. การเตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมิน ชั่งสารมาตรฐานเคอร์คูมินอย่างละเอียด 50 มก. ลงในขวดก้นกลมปริมาตร 50 มล. ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล 50 มล. ได้สารมาตรฐาน 1000 มก.ต่อลิตร (1000 มล.)
2. ทำการเจือจางให้สารมาตรฐานมีความเข้มข้น 20 มก ต่อ ลิตร ต่อมาทำการตรวจวัดหาปริมาณ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer.
3. เตรียมสารมาตรฐานเคอร์คูมินที่มีความเข้มข้น 20 มก. ต่อลิตร ฉีดเข้าสู่ระบบ HPLC ที่มีวัฏภาคเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการแยกและตรวจวัดคลื่นที่ 420 นาโนเมตร
4. เตรียมกราฟมาตรฐานสารเคอร์คูมิน ที่ 20 , 40 ,60 ,80 และ 100 มก. ต่อลิตร
5. คอลัมน์ที่ใช้ Reverse phase column C18 ขนาด 4.6X150 mm.
6. ระบบวัฏภาคเคลื่อนที่ ใช้ 2% acetic acid กับ acetonitrile ดังนี้

เวลา (นาที)	Acetonitrile (%A)	2% acetic acid (%B)
0.01	40	60
10.00	20	60
12.00	40	60

## 7. อัตราการไหล 1 มล. ต่อ นาที

### การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH

การตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดำเนินการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของไขมันชั้นอบแห้ง, สารสกัดไขมันชั้น โดยเตรียมสารที่ต้องการทดสอบที่ความเข้มข้น มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้ ascorbic acid เป็น positive control โดยเตรียมให้มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรจากนั้นนำตัวอย่าง เติมสารละลาย 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl radical โดยวางทิ้งให้ทำปฏิกิริยานาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร หลังจากปฏิกิริยาดำเนินไปจนถึงภาวะคงที่ โดยได้ทำการทดลองตัวอย่างละ 5 ซ้ำ คำนวณหา % DPPH Inhibition.

การหา vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) โดยสร้าง calibration curve จากสารละลายมาตรฐาน ascorbic acid (Vitamin C) ในเอทานอล ความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิลิตร นำมาทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากนั้นหาความเข้มข้นของตัวอย่างที่นำมาทดสอบที่แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจาก calibration curve นำไปคำนวณหา vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) ในรูป มิลลิกรัมของ vitamin C equivalents ต่อน้ำหนักของสารตัวอย่าง

### การหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compounds)

การหาปริมาณสารฟีนอลิกรวมทั้งหมด ทำโดยการสร้าง calibration curve จากสารละลายมาตรฐาน gallic acid ในเอทานอล ความเข้มข้น.1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิกรัม นำตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร เติม % Folin-Ciocalteu reagent 4 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย 10% sodium carbonate 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ UV-spectrophotometer การทดสอบตัวอย่างทำโดยการเตรียมตัวอย่างให้มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ต่อ มิลลิกรัม เช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน ทำการทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ คำนวณปริมาณสารฟีนอลิกรวมเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมของ gallic acid equivalent (GAE) ต่อน้ำหนักสารตัวอย่าง

### การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดไขมันชั้น

การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดไขมันชั้นโดยใช้เครื่อง Spray dry การทำผงแห้งของสารสกัดไขมันชั้น ในการทำผงสารสกัดไขมันชั้น นำสารสกัดหยาบไขมันชั้นมากำจัดยางเหนียวโดยสกัดออกด้วยสารละลาย อะซีโตน นำส่วนที่ละลายในอะซีโตน มาระเหยสารอะซีโตน และล้างด้วยสารละลายเอทานอล ระเหยสารละลายเอทานอลทำให้แห้งและนำสารที่กำจัดยางเหนียวออกแล้วทำการเตรียมสารสกัดผง ดังนี้ คือ สารสกัดไขมันชั้น 50 กรัม ละลายในเอทานอล 500 มล. และนำกลั่นบริสุทธิ์ 1000 มล. ละลายให้เข้ากันเป็นส่วนที่ 1 ต่อมานำ maltodextrin 750 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1700 มล. จนวนรวมเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร นำส่วนที่ 1 มารวมกันและผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer ที่

อุณหภูมิเข้า 170 C และอุณหภูมิออก 70 C จากการทดลองนี้ได้ สารสกัดขมิ้นชันผง คิดเป็นร้อยละ 60 จากสารละลายตั้งต้น สารสกัดผงที่ได้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.30 และมีค่าสี L\* 72.2-72.74 , a 12.89-13.17 , b 60.96-61.91

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistic analysis)

ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิครวมทำการทดสอบตัวอย่างละ 5 ซ้ำ (n=5) และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\pm$  S.D.)

- เวลาและสถานที่ - เริ่มต้น 1 ตุลาคม 2557
- สิ้นสุด 30 กันยายน 2559

สถานที่ดำเนินงาน: กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

### **9.ผลการทดลองและวิจารณ์**

งานวิจัยการผลิตสารสกัดขมิ้นชันผงโดยเทคนิคเอนแคปซูลเลชัน เพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าขมิ้นชันในรูปของสารสกัดขมิ้นชันและการแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพของขมิ้นชันพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์จริง 1 พบว่าขมิ้นชันอบแห้งมีความชื้นในช่วงร้อยละ  $4.85 \pm 1.14 - 5.57 \pm 0.72$  ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ  $2.48 \pm 1.0 - 2.81 \pm 0.91$  ปริมาณโปรตีนในช่วง  $2.78 \pm 0.58 - 3.53 \pm 1.21$  ปริมาณ fiber ในช่วงร้อยละ  $9.90 \pm 1.45 - 11.81 \pm 1.25$  ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ในช่วงร้อยละ  $6.80 \pm 1.51 - 8.7 \pm 0.96$  ปริมาณสารสกัดที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ  $29.25 \pm 3.46 - 36.93 \pm 2.97$  ปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ  $15.81 \pm 2.74 - 16.61 \pm 1.92$  ปริมาณเคอร์คูมินมีในช่วงร้อยละ  $5.99 \pm 1.19 - 8.00 \pm 1.19$  เมื่อวัดโดยวิธี UV-Spectrophotometry และมีค่าในช่วงร้อยละ  $5.47 - 7.30$  เมื่อวัดโดยเทคนิค HPLC การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้ สารละลายเอทานอล 95% พบว่ามีปริมาณสารสกัดในช่วงร้อยละ  $29.25 \pm 3.46 - 36.93 \pm 2.97$  และพบว่ามีปริมาณเคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลมีในช่วงร้อยละ  $15.81 \pm 2.74 - 16.61 \pm 1.92$  ในการตรวจสอบสารสำคัญเคอร์คิวมินอยด์ในสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง HPLC พบว่าประกอบด้วยสาร curcumin, desmethoxycurcumin, bisdesmethoxycurcumin สำหรับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดขมิ้นชันมีค่า IC50 (mg/ml)  $5.48 \pm 1.58 - 6.11 \pm 1.95$  ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า  $343.83 \pm 24.89 - 358.89 \pm 19.11$  มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม แสดงในตารางที่ 1 และ 4

องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (%) Alpha-phellandrene 0.74, 1,8 cineole 1, 55 , p-cymene 0.65 , Alpha-terpinolene 4.20 , Trans-caryophyllene 0.80 , zingiberene 2.74 , Beta-bisabolene 0.40 , Beta-sesquiphellandrene 3.09 , Ar-curcumene 1.47, Alpha-turmerone 17.64 , Beta-turmerone 23.64 , Beta-atlantone 1.23. แสดงใน ตารางที่ 2



องค์ประกอบของสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% (%) Alpha-  
phellandrene Tr , 1,8 cineole 0.57 , p-cymene Tr, Alpha-terpinolene Tr , Trans-  
caryophyllene 0.67 , zingiberene 2.51 , Beta-bisabolene 0.44 , Beta-  
sesquiphellandrene 5.20 , Ar-curcumene 3.28 , Ar-turmerone 24.42 , Alpha-  
turmerone 16.68, Beta-turmerone 26.06 , Beta-atlantone 1.74. แสดงในตารางที่ 3

ต่อมา นำสารสกัดขมิ้นชันมาทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง  
คือ การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้เครื่อง Spray dry การทำผงแห้งของสารสกัด  
ขมิ้นชัน ในการทำผงสารสกัดขมิ้นชัน นำสารสกัดขมิ้นชันมากำจัดยางเหนียวโดยสกัดออก  
ด้วยสารละลาย อะซีโตน นำส่วนที่ละลายในอะซีโตน มาระเหยสารอะซีโตน และล้างด้วย  
สารละลายเอทานอล ระเหยสารละลายเอทานอลทำให้แห้งและนำสารที่กำจัดยางเหนียวออกแล้ว  
ทำการเตรียมสารสกัดผง ดังนี้ คือ สารสกัดขมิ้นชัน 50 กรัม ละลายในเอทานอล 500 มล. และน้ำ  
กลั่นบริสุทธิ์ 1000 มล. ละลายให้เข้ากันเป็นส่วนที่ 1 ต่อมา นำ maltodextrin 750 กรัม ละลาย  
ด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ 1700 มล. จนวนรวมเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร ส่วนที่ 1 มา  
รวมกันและผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้เครื่อง Spray dryer ที่  
อุณหภูมิเข้า 170 C และอุณหภูมิออก 70 C จากการทดลองนี้ได้ สารสกัดขมิ้นชันผง คิดเป็น  
ร้อยละ 60 จากสารละลายตั้งต้น

สารสกัดผงที่ได้มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.30 และ มีค่าสี  $L^*$  72.2-72.74 ,  $a$  12.89-13.17 ,  $b$  60.96-  
61.91 แสดงในตารางที่ 5 ในการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัด  
ขมิ้นชันผงพบว่า มีค่าในช่วง IC50 1.74-1.87 และ ปริมาณฟีนอลิกรวมมีค่าในช่วง 116.52-126.58 mg  
(GAE) /1 g curcumin powder. แสดงในตารางที่ 6

การเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสารสกัดขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบเข้มข้นและแบบ  
พร้อมดื่ม โดยนำสูตรที่ผู้ชิมให้ความพึงพอใจสูง ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นมีสารสกัด  
ขมิ้นชันผง 15% และเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มมีสารสกัดขมิ้นชันผง 3%  
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง 15% ในน้ำผึ้งที่ลดความ  
เข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 50% ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9  
point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่มีการประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบรวม 7.5  
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่มเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผง 3% ในน้ำผึ้งที่ลดความ  
เข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 10 เท่า ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ  
9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่มีการประสบการณ์จำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบรวม 8.0 รวมทั้ง  
คุณค่าทางโภชนาการ แสดงในตารางที่ 7 , 8 , และ 9

การเอนแคปซูลเลชันสารสกัดขมิ้นชัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผงที่ละลายน้ำได้ดีซึ่ง  
มีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากสารสกัดขมิ้นชันไม่ละลายน้ำทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นยา  
หรือการใช้ในร่างกายเป็นอาหารเสริมสุขภาพ สารสกัดขมิ้นชันผงที่ผลิตได้สามารถกักเก็บกลิ่นรส ความ  
เผ็ดได้ดี มีฤทธิ์ทางชีวภาพสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์ คือสารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้ และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยี แก่ผู้สนใจ ผู้ประกอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้

#### 10.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

1.จากผลของงานวิจัยนี้ได้ข้อมูลคุณภาพของขมิ้นชันพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร พันธุ์ตรัง 1 คือการเตรียมตัวอย่างขมิ้นชันอบแห้งทำให้มีความชื้นในช่วงร้อยละ  $4.85\pm 1.14$ - $5.57\pm 0.72$  ปริมาณน้ำมันในช่วงร้อยละ  $2.48\pm 1.0$ - $2.81\pm 0.91$  ปริมาณโปรตีนในช่วง $2.78\pm 0.58$ - $3.53\pm 1.21$  ปริมาณ fiber ในช่วงร้อยละ  $9.90\pm 1.45$ - $11.81\pm 1.25$  ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ในช่วงร้อยละ  $6.80\pm 1.51$ - $8.7\pm 0.96$  ปริมาณสารสกัดที่สกัดด้วยสารละลายเอทานอล 95% ในช่วงร้อยละ  $29.25\pm 3.46$  - $36.93\pm 2.97$  ปริมาณเคอร์คูมิน มีในช่วงร้อยละ  $5.99\pm 1.19$ - $8.00\pm 1.19$  เมื่อวัดโดยวิธี UV-Spectrophotometry และมีค่าในช่วงร้อยละ  $5.47$ - $7.30$  เมื่อวัดโดย เทคนิค HPLC

2. องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน (%) Alpha-phellandrene 0.74 , 1,8cineole1.55, p-cymene 0.65, Alpha-terpinolene 4.20, Trans-caryophyllene 0.80, zingiberene 2.74, Beta-bisabolene 0.40, Beta-sesquiphellandrene 3.09, Ar-curcumene 1.47, Alpha-turmerone 17.64, Beta-turmerone 23.64,Beta-atlantone 1.23.แสดงในตารางที่ 2

3.องค์ประกอบของสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% (%) Alpha-phellandrene Tr , 1,8cineole 0.57, p-cymene Tr, Alpha-terpinolene Tr, Trans-caryophyllene 0.67, zingiberene 2.51, Beta-bisabolene 0.44, Beta-sesquiphellandrene 5.20, Ar-curcumene 3.28, Ar-turmerone 24.42, Alpha-turmerone16.68, Beta-turmerone 26.06,Beta-atlantone 1.74.แสดงในตารางที่ 3

4.ได้เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยเป็นสารธรรมชาติที่นำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนบุคคล เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร

5. การสกัดสารสกัดขมิ้นชันโดยใช้สารละลายเอทานอล 95% โดยพบว่า สามารถสกัดสารสกัดขมิ้นชันได้ในช่วงร้อยละ  $29.25\pm 3.46$ - $36.93\pm 2.97$  ปริมาณ curcumin มีในช่วงร้อยละ  $13.53\pm 0.64$ - $16.61\pm 1.92$  เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี UV-Spectrophotometry. และมีค่าในช่วงร้อยละ  $10.58$ - $14.17$

6.ผลการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดขมิ้นชัน พบว่ามีค่าในช่วง IC50 (mg/ml)  $5.48\pm 1.58$ - $6.11\pm 1.95$  ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด มีค่า  $343.83\pm 24.89$ - $358.89\pm 19.11$  มิลลิกรัมของสารละลายมาตรฐาน gallic acid equivalents (GAE) ต่อสารสกัด 1 กรัม

7. การเอนแคปซูลเลชั่นสารสกัดขมิ้นชัน โดยใช้เครื่อง Spray dryer ทำให้ได้สารสกัดขมิ้นชันผงที่ละลายน้ำได้ดี มีสารสำคัญเคอร์คูมินในช่วงร้อยละ  $4.8\pm 1.0$ - $5.7\pm 0.98$  และมีค่าสี  $L^*72.2$ - $72.74$ ,a 12.89-

13.17,b 60.96-61.91 มีค่า IC50 เฉลี่ย (mg/ml)  $1.74 \pm 0.88$ - $1.87 \pm 0.69$  และ Total phenolic compound content as mg (GAE) /1 g powder มีค่าเฉลี่ย ในช่วง  $116.52 \pm 11.32$ - $126. \pm 10.62$

8. ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้น เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดเข้มข้นผง 15 % ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 50% ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่มีการประเมินจำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบโดยเฉลี่ยรวม 7.5

9 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม เป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดเข้มข้นผง 3 % ในน้ำผึ้งที่ลดความเข้มข้นของน้ำผึ้งด้วยน้ำ 10 เท่า ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ที่ไม่มีการประเมินจำนวน 30 คน พบว่ามีความชอบโดยเฉลี่ยรวม 8.0

10. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ จำนวน 4 ผลิตภัณฑ์คือสารสกัดเข้มข้น สารสกัดเข้มข้นผง เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบเข้มข้นและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพแบบพร้อมดื่ม สามารถนำไปขยายผลเชิงพาณิชย์ได้มีเทคโนโลยีพร้อมให้ผู้สนใจ ผู้ประกอบการนำไปใช้ประโยชน์ได้

เข้มข้นที่มีคุณภาพดีต้องปฏิบัติและเก็บเกี่ยวตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรจึงมีสารสำคัญสูง การเพิ่มมูลค่าเข้มข้นโดยการสกัดสารสำคัญ โดยการใช้เอทานอล 95% สามารถสกัดได้สารสำคัญสูง มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง สามารถนำเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปขยายผลเพื่อส่งออกเข้มข้นในรูปแบบของสารสกัดที่เพิ่มมูลค่าได้สูง

การเอนแคปซูลเลชั่นสารสกัดเข้มข้นโดยใช้เครื่อง Spray dryer ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สารสกัดเข้มข้นผงที่ละลายน้ำได้ดีซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งเนื่องจากสารสกัดเข้มข้นไม่ละลายน้ำทำให้มีข้อจำกัดในการนำไปใช้เป็นยาหรือการใช้ในร่างกาย สารสกัดเข้มข้นผงที่ผลิตได้สามารถกักเก็บกลิ่นรสความเผ็ดได้ดี มีฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาหาร ยาและเครื่องสำอาง

## 11.การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ :

1.จากผลงานการวิจัยนี้ จะได้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับเข้มข้นที่สามารถนำไปใช้เป็นเอกสารอ้างอิงได้

2.การนำผลงานวิจัย ไปใช้ประโยชน์ การศึกษาคุณภาพเบื้องต้นของเข้มข้น ผลการตรวจสอบคุณภาพที่ได้สามารถกำหนดราคาในการซื้อขายเข้มข้นทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการตรวจสอบปริมาณสารเคอร์คูมินที่อยู่ในเข้มข้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอ้างอิงได้

3.ได้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างการเก็บรักษาวัตถุดิบเข้มข้น โดยการเก็บรักษาเข้มข้นที่ทำ ความสะอาดอบแห้งและเก็บรักษาไว้นาน 6 เดือน

4.ได้เทคนิคการสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อเพิ่มมูลค่าในรูปแบบน้ำมันหอมระเหย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและความงาม

4.ได้เทคนิคการสกัดสารสกัดเข้มข้นโดยใช้เอทานอล 95% ซึ่งสามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ได้

5.ได้ข้อมูลปริมาณสารเคอร์คูมินและฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเข้มข้นที่สกัดโดยใช้สารละลายเอทานอล 95%

6. ได้สารสกัดที่มีปริมาณสารสำคัญสูงเพื่อเป็นแนวทางในการทำมาตรฐานสารสกัดเพื่อการส่งออก เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมยาและสารมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะสามารถเพิ่มมูลค่าได้สูงมากและยั่งยืน
7. ได้เทคนิคการเอนแคปซูลเลชั่น สารสกัดขมิ้นชันโดยทั่วไป ไม่ละลายน้ำ จละลาย ได้ดีในแอลกอฮอล์ เช่น เอทานอล เมทานอล ละลายได้ดี ในอะซีโตน ใน DMSO (dimethyl sulfoxide ) การไม่ละลายน้ำของสารสำคัญในขมิ้นชันจึงมีข้อจำกัดในการนำไปใช้เป็นยาหรือการบริโภค ด้วยเทคนิคนี้ทำให้สารสำคัญในขมิ้นชันสามารถละลายน้ำได้ซึ่งมีประโยชน์ในการนำไปใช้ประโยชน์โดยการรับประทานรวมทั้งในเครื่องสำอาง
8. สารสกัดขมิ้นชันผงเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่เพิ่มมูลค่าขมิ้นชัน การเอนแคปซูลเลชั่น หรือการทำผงแห้งแบบพ่นฝอยมีประสิทธิภาพในการกักเก็บกลิ่นรสให้คงตัวได้นาน 1-2 ปี
9. ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชัน สารสกัดขมิ้นชันผงที่ผลิตได้สามารถขยายผลในเชิงพาณิชย์ หรือเป็นเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อถ่ายทอดให้ผู้ประกอบการที่สนใจนำไปต่อยอดธุรกิจได้
10. เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพขมิ้นชันผงในน้ำผึ้งแบบพร้อมดื่มสามารถ ใช้เป็นเครื่องดื่มเย็นและเครื่องดื่มร้อนได้ สำหรับผู้ประกอบการนำไปต่อยอดธุรกิจได้
11. ผลิตภัณฑ์สารสกัดขมิ้นชันผงสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเพื่อให้สี กลิ่นรสของขมิ้นชัน และเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ

## 12. เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการแห่งชาติด้านยา (2549) บัญชียาจากสมุนไพร พ.ศ. 2549, กรุงเทพฯ :

โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์เกษตรกรแห่งประเทศไทย

ทรงยศ อนุชปรีดา และคณะ ( 2007 ) Effect of Curcuminoids on MDR Phenotype in Human Embryonic Kidney Cell Lines. Srinagarind Medical Journal , October –December ,Vol 22. Number 4

ปารินทร์ ศุภจินทรรัตน์ และ จรัสศักดิ์ เรื่องพืระกุล ( 2552 ) การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากขมิ้นชันชนิดแคปซูลเพื่อลดน้ำหนักและลดระดับไขมันในเลือด วิทยานิพนธ์ นักศึกษาแพทยระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

สิงห์คำ ธิมา และคณะ (2550) ผลของเคอร์คิวมิน, ดีแมตทอกซีเคอร์คิวมินและบิสดีแมตทอกซีเคอร์คิวมินต่อการยับยั้งการแสดงออกของยีนและการผลิตโปรตีนวิล์มูเมอร์วันในเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงชนิดต่างๆ , วิทยานิพนธ์ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 13 หน้า

Anand,P. Kunnunakrara, A.B., Newman, R.A. and Aggawal, B.B. (2007) Bioavailability of Curcumin problems and promises. Molecular Phamaceutics 4, 807-818.

Bhavani, S.B., and Sreenivasa. , M.S. (1979). Effect of turmeric ( Curcuma longa ) fraction on The Growth of some intestinal pathogenic bacteria in vitro. Indian Journal Experimental Biology,17,1363-1366.

Nishinaka, T. ,and et.al. (2007) Curcumin activates human glutathione S-transferase P1 expression through antioxidant response element. Toxicol Lett May 15. Pp 238-247

### 13.ภาคผนวก :

#### หมายเหตุ

Table 1 Chemical and Physical Properties of Turmeric Trang 1.

Turmeric / Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
Moisture content (%)	5.49±0.51	4.85±1.14	4.97±0.85	5.57±0.72	5.34±0.62
Oil content(%)	2.48±1.0	2.81±0.91	2.78±1.25	2.72±0.98	2.55±0.85
Protein content (%)	2.78±0.58	2.93±0.75	3.16±1.05	3.53±1.21	2.90±0.98
Fiber (%)	10.13±1.50	10.27±0.95	11.81±1.25	9.90±1.45	10.50±1.58
Essential oil (%)	6.80±1.51	8.7±0.96	7.9±0.43	8.58±1.25	7.68±0.95
Ethanol Extract (%)	36.93±2.97	31.21±2.56	31.59±1.84	29.25±3.46	33.62±1.07
Curcumin (%) by UV-Spectrophotometry	6.67±0.66	5.99±1.19	6.25±0.11	7.30±0.80	8.00±1.19
Total Curcumin (%) by HPLC	5.76	5.86	5.47	7.30	6.15
Curcumin (%)	4.37	4.46	4.15	5.48	4.84
Bisdemethoxy curcumin (%)	1.39	1.40	1.32	1.82	1.31

Table 2 Chemical composition of Turmeric Essential Oil by using GC-MS

Chemical composition	Trang 1
Alpha-phellandrene	0.74
1,8-cineole	1.55
p-cymene	0.65
Alpha-terpinolene	4.20
Trans-caryophyllene	0.80
zingiberene	2.74
Beta-bisabolene	0.40
Beta-sesquiphellandrene	3.09
Ar-curcumene	1.47
Alpha-atlantone	Tr.
Ar-turmerone	32.07
Alpha-turmerone	17.64
Beta-turmerone	23.64
Beta-atlantone	1.23

Table 3 Chemical composition of Ethanolic Turmeric Extract by using GC-MS.

Chemical composition	Trang 1
Alpha-phellandrene	Tr.
1,8-cineole	0.57
p-cymene	Tr.
Alpha-terpinolene	Tr.
Trans-caryophyllene	0.67
zingiberene	2.51
Beta-bisabolene	0.44
Beta-sesquiphellandrene	5.20
Ar-curcumene	3.28
Alpha-atiantone	Tr.
Ar-turmerone	24.42
Alpha-turmerone	16.68
Beta-turmerone	26.06
Beta-atlantone	1.74

Table 4 % Curcumin , IC50 and Total phenolic compound of ethanolic Turmeric Extracts.

Turmaric /Trang 1	Group1	Group2	Group3	Group4	Group5
% Curcumin UV-Spectrophotometry	15.82±2.7	13.53±0.64	15.87±1.24	16.31±0.64	16.61±1.92
% Total Curcumin by HPLC	11.16	12.58	14.64	12.87	13.86
Curcumin (%)	8.49	9.45	8.70	9.66	8.22
Bisdemethoxy curcumin (%)	2.67	3.13	5.93	3.20	5.64
IC 50 (mg/ml)	5.69±1.71	5.48±1.58	6.11±1.95	5.66±1.35	5.92±1.44
Total Phenolic Compounds. <sup>1</sup>	343.83±24.8 9	358.89±19. 11	3.51.57±11. 52	349.27±9.77	348.51±12. 53

1 Total phenolic compounds as gallic acid milligram equivalent (GAE) per gram of extract.

Table 5 Properties of curcumin extract powder.

Curcumin Extract Powder	Weight extract. (g)	Yield (%)	Moisture content(%)	Curcumin(%) UV-method	Color value		
					L*	a*	b*
Sample No.1	50	59	7.30	4.8±1.0	72.20	12.89	60.96
Sample No.2	50	62	8.28	5.7±0.98	72.74	13.17	61.91
Sample No.3	50	56	6.72	4.9±0.86	72.48	12.89	61.3

Table 6 Antioxidant capacity (DPPH method) and Total phenolic compounds content of curcumin extract powder.

Curcumin extract powder	Antioxidant capacity as IC50	Total phenolic compound content as mg (GAE)/1g sample.
Sample No. 1	1.87±0.69	116.52±11.32
Sample No.2	1.78±1.21	122.96±9.25
Sample No.3	1.74±0.88	126.58±10.62

Chromatogram of Curcumin , Bisdemethoxycurcumin and Demethoxycurcumin. by HPLC



