

## รายงานการวิจัย

## บทนำรวม

## 1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากมังคุดเป็นตัวอย่างของผลไม้ไทย ที่มีการใช้ในภูมิปัญญาไทย ในการรักษาโรคหลายชนิด จากรายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มต่างๆ และของคณะผู้วิจัยทำให้ทราบศักยภาพเบื้องต้นที่น่าสนใจอย่างยิ่งของมังคุดในการนำมาใช้ในการรักษาและป้องกันโรคต่างๆ และผู้วิจัยได้ศึกษาและทำการแยกสารบริสุทธิ์และสารกึ่งบริสุทธิ์จากมังคุดจากสารสกัดอัลกอฮอล์ได้ คือ  $\alpha$ -mangostin, garcinone D และ partially purified flavonoids จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า สารสกัดเบื้องต้นก่อนการแยกให้บริสุทธิ์มีคุณสมบัติที่มีศักยภาพสูง ในการนำมาประยุกต์ใช้ด้านด้านการแบ่งตัวของมะเร็งและฤทธิ์ antioxidant ที่มีประสิทธิภาพสูงมาก โดยพบว่า สาร  $\alpha$ -mangostin ที่เป็นส่วนประกอบของสารสำคัญจากเปลือกที่พบเบื้องต้นว่ามีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งที่แรง และสามารถเตรียมแยกได้ในปริมาณสูงจากเปลือกมังคุดไทย

งานวิจัยที่นำเสนอในระยะเวลา 1 ปีนี้ ได้นำความรู้และการวิจัยที่ได้จากการศึกษาต่อเนื่องมาในระยะหลายปีที่ผ่านมา นำเปลือกของผลมังคุดที่เป็นขยะที่ไร้มูลค่าและเปลือกเป็นส่วนที่หาได้ง่ายเหลือทิ้งจากการรับประทาน นำมาแยกสารสำคัญที่มีปริมาณมากในเปลือกคือ  $\alpha$ -mangostin มาแยกให้ได้สารบริสุทธิ์ โดยต้องใช้ในปริมาณที่มากไม่ต่ำกว่า 70 กรัม (ราคาที่เคยซื้อจากบริษัทต่างประเทศเมื่อปี พ.ศ. 2553 สาร 1 กรัม ราคา 470 US\$ (ประมาณ 14,100 บาท) ดังนั้น 70 กรัม จะมีราคาประมาณ 987,000 บาท ซึ่งยังไม่รวมค่าจัดส่ง และภาษีมูลค่าเพิ่ม (vat) นอกจากนั้นการเตรียมในปริมาณมากกว่า 10 กรัม ยังไม่รับรองการจัดส่งได้เร็วตามที่ต้องการ) ดังนั้นในแผนงานของโครงการได้จัดการเตรียมแยกสารบริสุทธิ์  $\alpha$ -mangostin ให้เพียงพอในเวลาที่กำหนด เพื่อสามารถนำมาศึกษาด้านโรคมะเร็งตามโครงการวิจัยที่ 1 ศึกษากลไกของสาร  $\alpha$ -mangostin ในด้านต่างๆให้ได้ชัดเจนโดยการศึกษาใน cell lines ชนิดต่างๆ 10 ชนิด ให้ได้ผลครอบคลุมและเปรียบเทียบผลกันได้ โดยเปรียบเทียบกับยาควบคุมที่ใช้ในการรักษามะเร็งชนิดนั้นๆที่ใช้ในปัจจุบัน ก่อนนำข้อมูลมาศึกษาต่อในสัตว์ทดลองและการประยุกต์ใช้ในมนุษย์ต่อไป และโครงการวิจัยที่ 2 จะทำการศึกษารักษาภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็ง ในสัตว์ทดลอง โดยศึกษาผลทางพยาธิวิทยา ผลทางชีวเคมี และผลของการศึกษาลงในระดับชีวโมเลกุล

จึงหวังว่าผลจากการวิจัยจะเป็นส่วนหนึ่งในการนำประโยชน์ของผลไม้ซึ่งเป็นสมุนไพรไทย คือ มังคุด มาใช้ในการรักษาโรคเป็นยาใหม่ได้ และจะมีผลต่อความน่าเชื่อถือของสมุนไพรไทยในระดับสากล

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อนำสารสำคัญ  $\alpha$ -mangostin (แอลฟาแมงโกสติน) ที่แยกได้บริสุทธิ์จากเปลือกมังคุดในปริมาณที่มากพอ นำมาศึกษาฤทธิ์ที่มีผลต่อเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ และ การรักษาภาวะพังผืด และ ภาวะตับแข็งในหนูแรท เพื่อการศึกษาพัฒนาผลึกต่อในอนาคตสำหรับการพัฒนาเป็นยาใหม่ที่ได้จากเปลือกมังคุดที่เป็นสมุนไพรไทย

การศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งจะศึกษาฤทธิ์ทางหลอดทดลอง (*in vitro*) ที่มีผลต่อเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ ได้แก่ เซลล์มะเร็งเต้านม มะเร็งรังไข่ มะเร็งลำไส้ มะเร็งตับ โดยจะศึกษา

- ผลการต้านการแบ่งตัวที่มีต่อเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อเซลล์
- ผลต่อยีนที่เกี่ยวข้องด้าน tumor marker และ ยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิด apoptosis
- ผลของสารที่แยกมาที่มีต่อระบบของภูมิคุ้มกัน เป็นแนวทางการศึกษาในสมุนไพรอื่น ต่อไป

การศึกษาด้านจะนำสาร  $\alpha$ -mangostin มาฉีดในหนูแรท เพื่อรักษาภาวะพังผืด และ ภาวะตับแข็ง โดยจะศึกษา

- การลดการทำลายเซลล์ตับ การลดการสะสมของพังผืด การลดจำนวนของ activated hepatic myofibroblasts การลดการแสดงออกของ clooxygenase 2 (COX2) และของโปรตีน collagen type I และ III ในตับของหนูแรท
- การคงสภาพการแสดงออกและการกระจายตัวของเอนไซม์ที่ใช้เปลี่ยนรูปของแอมโมเนีย ได้แก่ กลูตามีนซินทีเทส (glutamine synthetase) และคาร์บาโมอิลฟอสเฟตซินทีเทส (carbamoyl phosphate synthetase) ในเซลล์ตับของหนูแรท
- การแสดงออกของ ยีนที่เกี่ยวข้องกับภาวะการอักเสบ TNF-a, COX-1, COX-2, collagen ระดับของตัวชี้วัดการทำงานของตับ (liver function test) ที่หลั่งมาในกระแสเลือด ที่เป็น เอนไซม์และโปรตีนต่างๆ ภายหลังจากที่หนูแรทถูกชักนำให้เกิดภาวะตับแข็ง

หากมีผลการทดลองที่ดีจะดำเนินการขอทุน เพื่อศึกษาฤทธิ์ antitumor activity ของสารบริสุทธิ์  $\alpha$ -mangostin ในหนูที่กระตุ้นให้เกิดก้อนมะเร็ง และสำหรับผลที่ได้จากการศึกษาในหนูแรทด้านการรักษาภาวะพังผืด และ ภาวะตับแข็ง จะนำมาการศึกษากลไกละเอียดและการทดลองศึกษาการป้องกัน ภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ ตลอดจนการศึกษา pharmacokinetics และ pharmacodynamics เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในทางคลินิกและการประยุกต์ใช้ในการรักษาต่อไป

### 3. รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย

โครงการ การพัฒนายาใหม่จากสารสำคัญจากมังคุดเพื่อใช้ในการรักษาโรคมะเร็งและ

การรักษาภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็ง

เตรียมแยกสารจากเปลือกมังคุดปริมาณมาก (สำหรับตลอดโครงการ)

- สารสกัด (Crude Extracts)
- สารบริสุทธิ์  $\alpha$ -Mangostin
- จัดทำกำหนดขั้นตอนต่างๆ ของการแยกสาร
- ควบคุมกำหนดการตรวจสอบสารที่ได้

การตรวจสอบฤทธิ์ของสารสกัดและสารบริสุทธิ์ต่างๆ ที่ได้

การทดลองศึกษาการป้องกัน ภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ ด้านการต้านมะเร็ง

ปีที่ 1 *in vitro* :

- antiproliferation ของเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ
- การตรวจฤทธิ์ antioxidant ทางเคมีและในเซลล์
- กระบวนการเกิด apoptosis, signal proteins, gene expression และ tumor markers ที่เกี่ยวข้อง เช่น Bax, Bcl-2, cytokeratin เป็นต้น
- ศึกษาฤทธิ์ immune stimulation หรือ modulation ใช้ Flow cytometry, real time PCR

ปีที่ 2 *in vivo* : antitumor formation

ประเมินผลของค่าต่างๆที่ได้ ขนาดของก้อนเนื้อออก etc. ในสัตว์ทดลอง

การทดลองศึกษาการป้องกัน ภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ

ด้านการรักษาภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็ง

- การลดการทำลายเซลล์ตับ การลดการสะสมของพังผืด
- การลดจำนวนของ activated hepatic myofibroblasts
- การลดการแสดงออกของ cyclooxygenase2 (COX2) และของโปรตีน collagen type I และ III ในตับของหนูแรท
- การคงสภาพการแสดงออกและการกระจายตัวของเอนไซม์ที่ใช้เปลี่ยนรูปของแอมโมเนีย ได้แก่ กลูตามีนซินทิเทส (glutamine synthetase) และคาร์บาโมอิลฟอสเฟตซินทิเทส (carbamoyl phosphate synthetase) ในเซลล์ตับของหนูแรท
- ระดับของตัวชี้วัดการทำงานของตับ (liver function test) ที่หลั่งมาในกระแสเลือด ที่เป็นเอนไซม์และโปรตีนต่างๆ ภายหลังจากที่หนูแรทถูกชักนำให้เกิดภาวะตับแข็ง
- กระบวนการเกิด apoptosis และ protein expression ที่เกี่ยวข้อง
- การแสดงออกของ ยีนที่เกี่ยวข้องกับภาวะการอักเสบ TNF- $\alpha$ , COX-1, COX-2, collagen

แผนโครงการในอนาคต

- ศึกษา Pharmacokinetics
- ศึกษา Pharmacodynamics
- Clinical Trial ในผู้ป่วยมะเร็ง ภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็ง
- ศึกษาปรับเปลี่ยนโครงสร้างของสารบริสุทธิ์ เพื่อเพิ่มการทำปฏิกิริยากับเซลล์เป้าหมาย และ/หรือ เตรียมเป็น Drug Delivery และ/หรือ เชื่อมกับ MAb สำหรับ targeted therapy

#### 4. สรุปผลการวิจัย (ภาพรวมทั้งโครงการ) (รายละเอียดของผลการวิจัยอยู่ประกอบส่วนท้ายของบทนำรวม)

- สามารถเตรียมแยกสารสำคัญ  $\alpha$ -mangostin จากเปลือกมังคุดได้สารที่มีความบริสุทธิ์มากกว่า ร้อยละ 95 ปริมาณ 70 กรัม ซึ่งเพียงพอสำหรับการทดลองได้ทันตามกำหนด ตามที่นำเสนอ
- **การตรวจฤทธิ์ต้านมะเร็ง**
  1. พบว่าสาร  $\alpha$ -mangostin มีฤทธิ์ในการยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ มีค่า  $ED_{50}$  แตกต่างกันระหว่าง 5.45-18.98  $\mu\text{g/ml}$  และบางเซลล์  $\alpha$ -mangostin จะมีฤทธิ์ที่ดีกว่ายาควบคุม
  2. พบว่าสาร  $\alpha$ -mangostin มีฤทธิ์ antioxidant เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH method และวิธี reactive oxygen species (ROS) โดยใช้ cell line แต่ละชนิด แต่ฤทธิ์ไม่แรงเท่าสารควบคุม
  3. สาร  $\alpha$ -mangostin มีผลให้เกิด apoptosis ซึ่งเป็นกลไกหนึ่งของร่างกายที่ใช้กำจัดเซลล์ที่ไม่ต้องการหรือถึงอายุขัย แต่เซลล์มะเร็งสามารถต่อต้านการควบคุมการตายแบบ apoptosis แต่เมื่อเซลล์มะเร็งได้รับสาร  $\alpha$ -mangostin จะมีผลทำให้เซลล์มะเร็งเกิด apoptosis มากขึ้น พบอัตราส่วนของยีน Bax/Bcl-2 มากขึ้น เนื่องจากเซลล์มะเร็ง มีการแสดงออกของยีนที่เหนี่ยวนำกระบวนการเกิด apoptosis (Bax) มากขึ้น ขณะที่ยีนที่มีการแสดงออกที่ยับยั้งกระบวนการเกิด apoptosis (Bcl-2) น้อยลง สาร  $\alpha$ -mangostin มีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ apoptosis ทำให้เซลล์มะเร็งตายได้เช่นเดียวกันกับฤทธิ์ของ Taxol ซึ่งเป็นยาที่ใช้ควบคุมการทดลอง
  4.  $\alpha$ -mangostin มีบทบาทต่อการแสดงออกของยีน CK-19 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้มะเร็งชนิดหนึ่ง โดยการแสดงออกของยีน CK-19 จะลดลงในเซลล์มะเร็งที่ได้รับสาร  $\alpha$ -mangostin เช่นเดียวกันกับเซลล์มะเร็งที่ได้รับยา Taxol
  5. ผลที่ได้จากการตรวจวัด ค่าสัดส่วนของ Bax/Bcl-2 และ cytokerin expression เป็นการช่วยยืนยันศักยภาพของสาร  $\alpha$ -mangostin จากมังคุด ที่จะนำมาใช้เป็นสารต้านมะเร็งได้
  6. จากการทดลอง จึงสรุปได้ว่าสาร  $\alpha$ -mangostin จากมังคุดที่ความเข้มข้นที่เหมาะสม จะมีศักยภาพในการที่จะนำมาใช้เป็นสารต้านมะเร็งได้
- **Immunomodulation ของสาร  $\alpha$ -mangostin โดยใช้ตัวอย่างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดโมโนนิวเคลียส**
  1. การให้สาร  $\alpha$ -mangostin แก่ PBMCs ไม่ทำให้ระดับ IL-2 เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับระดับ T-cells (CD3+) ที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากกลุ่มควบคุมลบ แต่สาร  $\alpha$ -mangostin กลับมีฤทธิ์ยับยั้ง ConA ไม่ให้ PBMCs หลั่ง IL-2 มากขึ้นอีก แสดงว่าสาร  $\alpha$ -mangostin มีฤทธิ์ยับยั้งฤทธิ์ของ ConA ในการกระตุ้น  $\gamma\delta$  T cells, activated conventional CD4+ และ CD8+ T cell
  2. สาร  $\alpha$ -mangostin ไม่ทำให้เซลล์เกิดการอักเสบ; IL-1 $\beta$  และ TNF- $\alpha$  และไม่มีผลในการยับยั้งหรือเสริมฤทธิ์กับ ConA
  3. สาร  $\alpha$ -mangostin อาจมีฤทธิ์ หรือไม่มีฤทธิ์ในด้าน immunomodulation ด้วยฤทธิ์โดยตรงของสาร และไม่มีฤทธิ์ให้เกิดการอักเสบอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตามการศึกษาต่อไป ควรทำการเพิ่มจำนวน

ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ และทำการศึกษากลไกที่มีผลเกี่ยวกับสารชีวโมเลกุลต่างๆเพิ่มเติม เพื่อให้ได้รับคำตอบที่ชัดเจนขึ้น

● การตรวจฤทธิ์  $\alpha$ -mangostin ในการรักษาภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับในหนูแรท

1. จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พอสรุปได้ว่าสาร  $\alpha$ -mangostin มีคุณสมบัติที่ดีพอในการรักษาภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ แต่ยังไม่ดีเพียงพอในการรักษาภาวะตับแข็ง ผลของสาร  $\alpha$ -mangostin ต่อการฟื้นฟูการทำงานของตับ ยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนจากผลค่าดัชนีตัวบ่งชี้การทำงานของตับ (liver function tests) ที่ได้มาจากการทดลองในครั้งนี้
2. แต่ผลจากเนื้อเยื่อวิทยาที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าสาร  $\alpha$ -mangostin มีฤทธิ์ต่อการรักษาฟื้นฟูสภาพของเนื้อเยื่อของตับได้ดีมากภายหลังจากที่ตับเกิดภาวะอักเสบ หรือภาวะพังผืด เพื่อพิสูจน์ประสิทธิภาพของสาร  $\alpha$ -mangostin ต่อการรักษาภาวะตับอักเสบและภาวะพังผืดในตับ ควรต้องทำการศึกษาวิจัยในอนาคตถึง pharmacodynamics และ pharmacokinetics ของสารอัลฟาแมงโกสตินต่อไป
3. การแสดงออกของโปรตีน p53, Bax และ Bcl2 โดยใช้ Western blot analysis พบว่า  $\alpha$ -mangostin มีผลต่อการลดลงของการแสดงออกของโปรตีน p53 และ Bax ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเหนี่ยวนำให้เซลล์เกิดการตาย และเพิ่มการแสดงออกของโปรตีน Bcl2 ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการยับยั้งการตายแบบ apoptosis ที่ระยะเวลา 1 เดือน 2 เดือน และ 4 เดือน ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงระยะแบบฉับพลัน (acute stage)
4. อย่างไรก็ตามกลไกของกระบวนการเกิดภาวะตับแข็ง อาจมีกลไกอื่นนอกเหนือจากกระบวนการ apoptosis มาเกี่ยวข้อง ดังนั้นอาจต้องศึกษากระบวนการยับยั้งการตายแบบ apoptosis ในเชิงลึก และกลไกอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

แนวโน้มของการศึกษาเพื่อการประยุกต์ใช้ในอนาคต

ควรทำการศึกษา *in vivo* antitumor activities ของสารบริสุทธิ์  $\alpha$ -mangostin ตามที่ได้เคยศึกษาได้ผลดีจากสาร crude methanolic extract ของมังคุดที่เป็บสารตั้งต้นในการแยกสารบริสุทธิ์  $\alpha$ -mangostin และมีส่วนประกอบหลักเป็นสาร  $\alpha$ -mangostin ซึ่งอยู่ในระหว่างรอผลการพิจารณาโครงการขอทุนจาก วช. สำหรับปี 2556 เพื่อศึกษาผล antitumor ของสาร  $\alpha$ -mangostin ในหนู ก่อนนำข้อมูลมาใช้ต่อไปในการศึกษาทางคลินิก

สาร  $\alpha$ -mangostin มีคุณสมบัติที่ดีพอในการรักษาภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ ในหนูแรท แต่ยังไม่ดีเพียงพอในการรักษาภาวะตับแข็ง อาจมีกลไกอื่นนอกเหนือจากกระบวนการ apoptosis มาเกี่ยวข้อง ดังนั้นอาจต้องศึกษากระบวนการยับยั้งการตายแบบ apoptosis ในเชิงลึกและกลไกอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป ตลอดจนการทดลองศึกษาใช้สาร  $\alpha$ -mangostin ในการป้องกัน ภาวะตับอักเสบ และภาวะพังผืดในตับ ซึ่งคาดว่าจะมีศักยภาพที่ดีที่ควรศึกษาต่อไป

## 5. ประโยชน์ที่ได้รับ

- ได้ผลงานที่ศึกษาวิจัยได้องค์ความรู้สำหรับการเป็นยาใหม่จากสมุนไพรไทย สามารถดำเนินการวิจัยต่อยอดในรูปแบบต่างๆทางคลินิกในผู้ป่วยโรคมะเร็ง การรักษาภาวะพังผืดในตับและภาวะตับแข็ง
- เป็นข้อมูลในการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มีนักวิจัยรุ่นใหม่ในโครงการ และมีนักศึกษาระดับปริญญาโทที่ใช้จบในโครงการวิจัยนี้บางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์
- มีข้อมูลเตรียมการเผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ
  - นำเสนอข้อมูลในการนำเสนอผลงานในงานประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์ ได้เสนอผลงานแบบ Poster ในการประชุมวิชาการ Princess Congress VII, Cancer : From Basic Research to Cure. November 29-December 3, 2012, Shangri-La Hotel, Bangkok, Thailand.
  - เตรียมต้นฉบับ manuscript เปรียบเทียบการแยกสารและฤทธิ์ของสารสำคัญจากมังคุด: Comparison the biological activities of isolated constituents from mangosteen
  - โครงการการรักษาภาวะพังผืดในตับ และภาวะตับแข็ง ได้ส่งผลงานการตีพิมพ์จำนวน 3 เรื่อง ซึ่งเป็นงานที่ได้รับ การสนับสนุนโครงการวิจัยจาก วช.
  - Montinee Khunvirojpanich BSc\*, Somkiat Wattanasirichaigoon MD\*\*, Wisuit Pradidarcheep PhD\*\*\*. Expressional Changes in Carbamoyl Phosphate Synthetase and Glutamine Synthetase in the Liver of Rat with Thioacetamide-Induced Cirrhosis. J Med Assoc Thai 2013; 96 (Suppl.): Full text. e-Journal: <http://jmat.mat.or.th>
  - Raksawan Poonkhum; Wisuit Pradidarcheep; Somneuk Nilbu-Nga & Suwadee Chaunchaiyakul. Distribution of Hepatic Myofibroblasts and Type I and III Collagen in Rat Liver Cirrhosis Induced by Thioacetamide. Int J Morphol 2011;29(2):501-508.
  - Udomsri Showpittapornchai PhD\*, Somkiat Wattanasirichaigoon MD\*\*, Wisuit Pradidarcheep PhD\*. Predominant Vascular Dilatation with NOS Expression in Lung Lower Lobe of Thioacetamide Induced-Cirrhotic Rat. J Med Assoc Thai 2012; 95 (Suppl. ): Full text. e-Journal: <http://jmat.mat.or.th>
- ได้ขยายงานวิจัยทำงานร่วมมือกับผู้วิจัยในคณะ/มหาวิทยาลัยอื่น แลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อกัน และเป็นประโยชน์ในการวิจัยร่วมกันในอนาคต
- เป็นการเพิ่มมูลค่าและพิสูจน์คุณค่าของสมุนไพรไทย
- เป็นข้อมูลที่ทำให้เชื่อมั่นในการศึกษาต่อยอดทั้งใน vivo และทางคลินิก เพื่อการประยุกต์ใช้สำหรับการเป็นยาใหม่ในอนาคต

## 6. หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สถาบันที่ดำเนินงานวิจัย รวมทั้งวช. ที่สนับสนุนงบการวิจัย ชาวสวนที่ปลูกมังคุดควรมีการขายได้มากขึ้น เพราะมีแนวโน้มที่จะมีการนำมังคุดไปใช้ประโยชน์ มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น และจะมีผู้นิยมในการบริโภคเพิ่มมากขึ้น



โครงการวิจัยที่ 1 การศึกษาฤทธิ์ของสารสำคัญจากมังคุดเพื่อใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง

Study activities of major constituents isolated from mangosteen as  
chemotherapy for cancers