

แป้งแก้คัน “กันเกา” และสเปรย์ระงับกลิ่นกาย “ดีจี” ความสำเร็จจากงานวิจัยต่อยอดสู่ชุมชน
Gun-Gao anti-itch powder and Dee-Ji deodorant spray represent the success of
transitioning research into community-driven innovation

ปิยะมาศ โสมภีร์¹ เฉลิมพล เอี่ยมพลับ² จุฬารัตน์ อ่อนโส¹ กรกนก พิกุลหอม¹

Piyamat Somphee¹ Chalernpol Aiamplub² Jurarat Onso¹ Kornkanog Phikulhom¹

บทคัดย่อ

การแก้ปัญหาวัสดุเหลือทิ้งมังคุดจากแปลงปลูกจนพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์ดับกลิ่นเท้าเพื่อมูลค่าเชิงพาณิชย์ ดำเนินการโดยสกัดสารจากเปลือกมังคุดด้วยเอทานอล อัตรา 1:4 (น้ำหนัก:ปริมาตร) จากนั้นนำมาทดสอบความสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากเท้าอาสาสมัครที่มีกลิ่นเหม็น 22 ไอโซเลท ด้วยวิธี agar disc diffusion พบว่า ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 17 ไอโซเลท มีค่าดัชนีการยับยั้งตั้งแต่ 0.03-0.80 โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ 3.13 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำสารสกัดตามความเข้มข้นดังกล่าวไปผสมเป็นส่วนประกอบในแป้งและสเปรย์ และทดสอบกับอาสาสมัคร พบว่า อาสาสมัครพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ทั้งสองในระดับมาก (4.30 และ 4.12) เมื่อนำไปส่งเสริมให้กับวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้แก่ แป้งแก้คัน “กันเกา” และสเปรย์ระงับกลิ่นกาย “ดีจี” โดยลงทุนเบื้องต้นด้วยงบวิจัย 60,000 บาท เมื่อดำเนินการครบ 1 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มากถึง 1,868,576.77 บาท อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) เท่ากับ 3.81 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ร้อยละ 46.55 นอกจากนี้ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ ถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน นักเรียน ประชาชนทั่วไป และเจ้าหน้าที่ของรัฐ มากถึง 404 คน เกิดการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ แป้งแก้คันสูตรเย็น “คันปะ” โดยวิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี

คำสำคัญ : สารสกัดจากเปลือกมังคุด ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย วิสาหกิจชุมชน

ABSTRACT

The resolution of mangosteen agricultural waste in this project leads to the commercial development of anti-foot odor powder and spray products. To make foot deodorant products, the ethanal-extracted mangosteen peel extract strains isolated from foul smelling volunteers' feet (22 isolates). It can inhibit 17 isolated bacteria sorted from the feet. The antibacterial index

¹ ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี 63 หมู่ 6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110

Chanthaburi Horticultural Research Center, 63 Moo 6, Tapon, Khlong District, Chanthaburi Province 22110

² สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 63 หมู่ 6 ต.ตะปอน อ.ขลุง จ.จันทบุรี 22110

Office of Agricultural Research and Development Region 6, 63 Moo 6, Tapon, Khlong District, Chanthaburi Province 22110

is 0.03-0.08. The minimal bactericidal concentration of the extracts was 3.13 mg/ml mixed into a powder and spray and applied to the volunteers. Of the people, the satisfaction level for use is very high in both products (4.30 and 4.12). Empower the Khlong Nam Khem Tanjai Community Enterprise to commercially develop Gun-Gao anti-itch powder and Dee-Ji deodorant spray, supported by an initial research and development investment of 60,000 Baht. When the operation is complete for 1 year, the economic value of the project was determined. Results showed that the economic worthiness of investment through research of model community enterprises found that NPV 1,868,576.77 baht, BCR = 3.81 and IRR = 46.55%. A workshop was conducted to transfer knowledge to 404 farmers, community enterprise groups, students, and the general public. Following the training session at Chanthaburi Polytechnic College, the project achieved commercial expansion with the launch of Kan-Pa, a cooling anti-itch powder.

Keyword: Mangosteen Peel Extract Antibacterial Community Enterprise

คำนำ

การผลิตมังคุดมีผลร่วงหรือเสียหายจากโรค แผล และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมประมาณร้อยละ 40 ของผลผลิตที่เกิดขึ้นทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีเปลือกมังคุดที่เหลือจากการแปรรูปมากกว่า 20 ตัน/ปี (พนม และคณะ, 2562) จึงเป็นปัญหาต่อการกำจัดเนื่องจากย่อยสลายยาก ขณะที่การเผาทิ้งเป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด แต่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ กระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ และทำลายสิ่งแวดล้อม แต่เปลือกมังคุดมีสารแทนนิน (tannin) และแซนโทน (xanthones) ในปริมาณสูง จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทางการแพทย์ โดยสารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น ส่วนสารแซนโทนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบจากการติดเชื้อ ฆ่าเซลล์มะเร็ง และฆ่าเชื้อก่อโรคทางเดินระบบหายใจร้ายแรง สารสกัดจากเปลือกมังคุดเมื่อสกัดด้วยอะซิโตนมีฤทธิ์ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคได้ เช่น *Bacillus subtilis* *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* (สุคนธ์ และคณะ, 2555) ส่วนการสกัดด้วยเอทานอล 95% มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *S. mutans* ซึ่งเป็นสาเหตุโรคฟันผุ (สิริรัตน์ และคณะ, 2566) และ *S. intermedius* ที่เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อ (วิมลรัตน์ และคณะ, 2565) จึงมีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายในเชิงพาณิชย์หลายชนิดในกลุ่มเวชสำอาง เช่น สบู่ แชมพู ครีมแต้มผิว รวมทั้งอาหารเสริม (อุดมลักษณ์ และคณะ, 2549) แต่มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในกลุ่มดับกลิ่นเท้า เช่น แป้ง และสเปรย์ค่อนข้างน้อย

ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี ได้ศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการเท้าเหม็นจากสารสกัดเปลือกมังคุด และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์ดับกลิ่นเท้าที่มีขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมาะสมสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน สร้างรายได้และลดปัญหาขยะจากการผลิตมังคุด

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสารสกัดเปลือกมังคุด

แช่เปลือกมังคุดบดแห้งกับเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:4 (น้ำหนัก:ปริมาตร) นาน 7 วัน จากนั้นกรองเปลือกมังคุดออกด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่ได้ไปอบด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าจะแห้ง สารสกัดแห้งมีสีน้ำตาลเข้มเคลือบติดที่ผิวภาต ใช้ spatula ชูดออกจากภาต และนำไปเข้าเครื่องบด (IKA MF10, Germany) เพื่อบดให้เป็นผงละเอียด (ขนาด 0.5 มิลลิเมตร)

2. การแยกเชื้อแบคทีเรียจากเท้า

คัดเลือกอาสาสมัครที่มีอาการกลิ่นเท้าแรง (เท้าเหม็น) 6 คน เก็บตัวอย่างจุลินทรีย์จากเท้าด้วยวิธี swab โดยลงไฟฟ้าเชื้อหลอดทดลองก่อน ใช้ไม้ปั่นสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จุ่มลงในสารละลาย NaCl 0.85% ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว (10 มิลลิลิตร) แล้วใช้ไม้ปั่นสำลีเช็ดตามบริเวณนิ้วเท้า ง่ามนิ้วเท้า ซอกเล็บ และนำไม้ปั่นสำลีไปจุ่มลงในหลอดทดลองเดิม นำมาเจือจางเป็นลำดับ (serial dilution) จนถึงความเข้มข้น 10^{-7} ในสารละลาย NaCl 0.85% ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นดูสารละลายตัวอย่างที่ความเข้มข้น 10^{-5} 10^{-6} และ 10^{-7} ตัวอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร หยดลงบนอาหาร nutrient agar (NA) แล้วใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลเกลี่ยให้ทั่วบนผิวหน้าอาหาร (spread plate technique) บ่มที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 24 ± 2 ชั่วโมง

แยกเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ โดยคัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะแตกต่างกันจากจานเพาะเชื้อ นำโคโลนีที่คัดเลือกมาเพาะเชื้อแบบขีดเส้น (streak) บนอาหาร NA นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เมื่อมีการเจริญของโคโลนีบนอาหาร NA นำเชื้อบริสุทธิ์ที่คัดแยกได้ไปย้อมแกรม และส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า บันทึกลักษณะเซลล์และการติดสีแกรม ทำการจัดกลุ่มและเลือกเชื้อตัวแทนส่งวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในอาหาร nutrient broth (NB) เขย่าบนเครื่องเขย่าความเร็วรอบ 120 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส จนอาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น (หรือมีปริมาณเชื้อ 10^5 cfu/ml) จากนั้นใช้ไม้ปั่นสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วชุบแบคทีเรียทำการ swap ให้ทั่วบนผิวอาหาร NA เจาะกระดาษกรองให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที เตรียมสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร โดยละลายในเอทานอล 95% สำหรับ negative control ใช้เอทานอล และ positive control ใช้ออกซีเตตราไซคลิน 1% นำกระดาษกรองที่เจาะมาแช่ในสารละลายต่างๆประมาณ 5 นาที จากนั้นผึ่งให้แห้ง จากนั้นวางแผ่น paper disc ลงบนอาหารแข็ง NA ให้มีระยะห่างกันพอประมาณ บ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง และคำนวณค่าดัชนีการยับยั้งแบคทีเรีย (antibacterial index)

antibacterial index (AI) = $\frac{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณโซนใส} - \text{เส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาศ}}{\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาศ}}$

4. การทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ (minimal inhibitory concentration: MIC) และการทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (minimal bactericidal concentration: MBC)

ละลายสารสกัดเปลือกมังคุดด้วยเอทานอลให้มีความเข้มข้น 25 12.5 6.25 3.13 1.56 0.78 0.40 0.20 และ 0.10 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แต่ละความเข้มข้นนำสารสกัด 1 มิลลิลิตรไปผสมกับอาหาร NB 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลอง แล้วเติมแบคทีเรียที่คัดแยกได้ 10^3 เซลล์/มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง สังเกตความขุ่นของเชื้อที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด

หาค่า MBC โดยนำทุกหลอดของการทดสอบค่า MIC มาทดสอบการเจริญของเชื้อ ด้วยวิธี drop plate บนอาหาร NA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง ตรวจสอบผลการเจริญของเชื้อ โดยสังเกตการเจริญของเชื้อบนอาหาร NA หากสังเกตดูแล้วไม่พบการเจริญของเชื้อ จึงถือว่าความเข้มข้นนั้นคือ ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อได้

5. การทดสอบผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์ดับกลิ่นเท้าจากสารสกัดเปลือกมังคุด

นำสารสกัดเปลือกมังคุดที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดซึ่งสามารถฆ่าเชื้อได้มาผสมกับส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทำแป้ง ได้แก่ ผงทาลค์ (talcum powder) 92.80% ไททาเนียม (TiO₂ CR-50 AS; titanium) 0.5% เซริไซด์ (sericite) 2% แคปโอสิล (CAB O-SIL) 3% ฟีน็อกซีเอทานอล (phenoxyethanol) 0.4% และ น้ำหอม 1% สำหรับสเปรย์มีส่วนประกอบคือ น้ำกลั่น 47.95% ไดโซเดียมอีดีทีเอ (EDTA 2 Na) 0.2% บีเทน (betaine) 0.2% อัลลันโทอิน (allantoin) 0.1% โพลีซอร์เบต (polysorbate 20) 0.15% น้ำหอม 0.2% เอทิลแอลกอฮอล์ (99%) 50% ฟีน็อกซีเอทานอล (phenoxyethanol) 0.4% และเมทิลแลคเตท (methyl lactate) 0.5% นำไปให้อาสาสมัครทดลองใช้และประเมินความพึงพอใจของการยอมรับ โดยกลุ่มอาสาสมัครที่เลือกประกอบด้วย บุคคลที่ใส่รองเท้ามิดชิดตลอดเวลา ได้แก่ นักศึกษา คนงานที่ขณะปฏิบัติงานสวมรองเท้าบูทตลอดเวลา และสุภาพสตรีที่ใส่รองเท้าคัทชูหุ้มส้น โดยมีการสอบถามถึงภาวะกลิ่นเท้าก่อนสวมเลือก

การประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผิวสัมผัส ความสะดวกในการใช้ และความพึงพอใจหลังการใช้งานโดยภาพรวม โดยการสำรวจจากแบบสอบถาม ซึ่งมีระดับคะแนน 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด มีทั้งหมด 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป ความพึงพอใจ และข้อเสนอแนะ จากนั้นนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) วิเคราะห์ผลและแปรผล ดังนี้ 4.50-5.00 หมายถึง มากที่สุด 3.50-4.49 หมายถึง มาก 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง 1.50-2.49 หมายถึง น้อย และ 1.00-1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

6. การขยายผลเทคโนโลยีสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้นแบบและอบรมเชิงปฏิบัติการ

คัดเลือกชุมชนมีการรวมกลุ่มแบบวิสาหกิจชุมชน 1 กลุ่ม โดยเป็นกลุ่มที่มีการแปรรูปมังคุด ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยสอนการทำผลิตภัณฑ์ ทำประชาคมกลุ่ม ออกแบบตราสัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์ วางแผนการผลิต การตลาด การทำบัญชี การขนส่งสินค้า และการดูแลลูกค้าหลังจากซื้อผลิตภัณฑ์ โดยสนับสนุนการลงทุนเบื้องต้นด้วยงบวิจัย 60,000 บาท เมื่อดำเนินการครบ 1 ปี ประเมินผลกระทบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากผลการลงทุน ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบัน ของผลประโยชน์ และมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนของโครงการพิจารณาจาก NPV มีค่ามากกว่าศูนย์หรือมีค่าเป็นบวก แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โดยมีสูตรการคำนวณ คือ

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t}$$

2. อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio: BCR) คือ อัตราส่วน ระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์รวมกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมพิจารณาจาก BCR มีค่า มากกว่าหนึ่งหรือมีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โดยมีสูตรการคำนวณ คือ

$$BCR = \sum_{t=0}^n \frac{B_t(1+r)^{-t}}{C_t(1+r)^{-t}}$$

3. อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน พิจารณาจาก IRR มีค่ามากกว่าต้นทุนของเงินลงทุนแสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน โดยมีสูตรการคำนวณ คือ

$$\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t} = 0$$

โดยกำหนดให้ B_t = ผลตอบแทนของโครงการในปีที่ t C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

n = อายุของโครงการ t = ปีของโครงการ

จากนั้นจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชนต้นแบบและการทำผลิตภัณฑ์แปรรูปและสเปรย์ให้กับกลุ่มเป้าหมายอื่น เช่น เกษตรกรหรือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมังคุด กลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น นักเรียน รวมถึงประชาชนทั่วไปที่สนใจ ในจังหวัดจันทบุรีและตราด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการสกัดเปลือกมังคุด

การสกัดสารจากเปลือกมังคุดด้วยตัวทำละลายเอทานอล อัตราส่วน 1:4 (น้ำหนัก:ปริมาตร) ได้สารสกัดที่มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาลเข้ม โดยเปลือกมังคุดบด 50 กรัม ได้สารสกัด 7.81 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 15.62 ซึ่งวิธีการสกัดนี้เป็นวิธีการที่ง่ายและสารตัวทำละลายเอทานอลนิยมใช้ในการสกัดสารแซนโทนจากเปลือกมังคุด

2. ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียจากเท้าอาสาสมัคร

จากการแยกเชื้อแบคทีเรียจากเท้าของอาสาสมัครที่มีอาการเท้าเหม็น สามารถคัดแยกเชื้อบริสุทธิ์ได้ 22 ไอโซเลท เมื่อนำมาศึกษาการติดสีย้อมแบบแกรม และสังเกตรูปร่างของเซลล์ สามารถแบ่งแบคทีเรียได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม 1 เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างกลม (coccus) ได้แก่ FTM1-1 FTM1-2 FGM2-1 FGM2-2 FYM3-1 FJW4-2 FBW5-2 FBW5-5 FWW6-1 FWW6-2 FWW6-3 และ FWW6-5 กลุ่ม 2 เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างแท่ง (rod) ได้แก่ FYM3-2 FYM3-3 FJW4-1 FJW4-3 FBW5-1 และ FBW5-3 กลุ่ม 3 เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างกลม ได้แก่ FBW5-4 และ กลุ่ม 4 เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างแท่ง ได้แก่ FTM1-3 FJW4-4 และ FWW6-4 (Table 1)

จากนั้นคัดเลือกแบคทีเรียจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ FGM2-2 FJW4-3 FBW5-4 และ FWW6-4 ไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยเกณฑ์การคัดเลือกตัวแทนคือมีลักษณะเซลล์ ขนาดของเซลล์ การจัดเรียงตัวของเซลล์ ขนาดของโคโลนี สีของโคโลนี การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rDNA ในฐานข้อมูล พบว่า FGM2-2 มีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือน (100%) แบคทีเรีย *Staphylococcus edaphicus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการอักเสบของผิวหนัง (สิริรัตน์ และฐิติกร, 2560) ขณะที่ FJW4-3 มีลำดับนิวคลีโอไทด์ใกล้เคียงกับแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* และ *Bacillus siamensis* มากที่สุด 99.86% จึงจำแนกได้แค่เพียง *Bacillus* sp. เท่านั้น ส่วนไอโซเลท FBW5-4 คือ *Mammaliococcus sciuri* (100%) เป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญของมนุษย์ที่ทำให้เกิดเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ เยื่อหุ้มช่องท้องอักเสบ ภาวะช็อกจากการติดเชื้อ การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ โรคเกี่ยวกับกระดูกเชิงกรานอักเสบ และการติดเชื้อที่บาดแผล (Chen *et al.*, 2007) และ FWW6-4 คือ *Staphylococcus lugdunensis* (99.93%) เป็นเชื้อก่อให้เกิดโรคติดเชื้อต่างๆ รวมถึงการติดเชื้อที่ผิวหนังและเนื้อเยื่ออ่อน เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ และกระดูก (Parthasarathy *et al.*, 2020) จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเป็นเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคที่ติดเชื้อและการอักเสบอาจเป็นสาเหตุให้อาสาสมัครทั้ง 6 ราย มีกลิ่นเท้าได้และบางรายมีอาการคันตามง่ามเท้าและซอกเล็บ

3. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธี agar disc diffusion

สารสกัดเปลือกมังคุดเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ 17 ไอโซเลท โดยมีค่าดัชนีการยับยั้งต่ำสุด 0.03 และสูงสุด 0.80 ในขณะที่เอทานอล 95% ไม่สามารถยับยั้งได้ ส่วนยาออกซีเตตราไซคลิน 1% ยับยั้งได้ 20 ไอโซเลท ค่าดัชนีการยับยั้งโดยรวมมากกว่าสารสกัดเปลือกมังคุด ยกเว้นไอโซเลท FWW6-5 ที่มีค่าน้อยกว่าสารสกัดเปลือกมังคุด ค่าดัชนีการยับยั้งของสารสกัดเปลือกมังคุดและยาออกซีเตตราไซคลิน 1% มีค่าแตกต่างกันในเชื้อแต่ละไอโซเลท เนื่องจากแบคทีเรียที่คัดแยกได้นี้มีทั้งที่เป็นแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ (Table 1) ซึ่งแบคทีเรีย แกรมบวกและแกรมลบมีความต้านทานต่อสารทดสอบต่างกัน โดยแบคทีเรียแกรมลบส่วนมากจะต้านทานสารสกัดได้ดีกว่า เนื่องจากแบคทีเรียแกรมลบมีเยื่อชั้นนอก (out membrane) และ periplasmic space ซึ่งไม่พบในแบคทีเรียแกรมบวก และสารไลโปพอลิแซคคาไรด์ที่เป็นองค์ประกอบของเยื่อชั้นนอกจะเป็นตัวกั้นการซึมผ่านของสารได้ดี ขณะที่แบคทีเรียแกรมบวกไม่มีโครงสร้างเหล่านี้ สารต่างๆจึงซึมผ่านเข้าเยื่อหุ้ม

เซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกได้ง่ายกว่าแบคทีเรียแกรมลบ (Shen *et al.*, 2014) สำหรับรายงานฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้ สุนัข และคณะ (2555) พบว่า สารสกัดจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง มังคุดสุก ส้มเขียวหวาน กล้วยน้ำว่าดิบ และหมากสงดิบ สามารถยับยั้ง *B. subtilis* *S. aureus* *E. coli* และ *S. typhimurium* โดยความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่ตรวจพบในเปลือกผลไม้ และยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ส่วน ภาณุวัฒน์ (2563) พบว่า ฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Propionibacterium acnes* มีความสัมพันธ์ทางบวกกับสารประกอบฟลาโวนอยด์และแซนโทน

4. ผลการทดสอบหาค่า MIC และ MBC

การทดสอบค่า MIC ไม่สามารถสังเกตจากความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อได้ชัดเจน เนื่องจากสีของสารสกัดมีสีเข้มจึงไม่สามารถระบุค่า MIC ได้ เมื่อนำไปทดสอบ MBC พบว่า สารสกัดมังคุดความเข้มข้น 0.1-3.13 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้เกือบทุกไอโซเลท ยกเว้น ไอโซเลท FTM1-3 ที่ต้องใช้ความเข้มข้นของสารสกัดมากกว่า 25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Table 1) สารสำคัญในสารสกัดเปลือกมังคุดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดี คือ สารแซนโทน ซึ่งโดยส่วนใหญ่คือ α -mangostin และ β -mangostin เป็นสารสีเหลือง (Chomnawang *et al.*, 2005) และยังมีสารแทนนินที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานการติดเชื้อ โดยมีการศึกษาและให้ข้อสันนิษฐานในการต้านทานไว้ 3 กลไก ได้แก่ 1) การยับยั้งการเกาะติดของเชื้อ (adherence of bacterial cell) 2) การยับยั้งกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์กลูโคซิลทรานส์เฟอเรส (glucosyltransferase, GTF) และ 3) ฤทธิ์ในการยับยั้งจุลชีพ (antimicrobial activity) เกิดขึ้นเมื่อมีการเข้าจับของสารโพลีฟีนอล แล้วสร้างคอมเพล็กซ์กับโปรตีนและโพลีแซคคาไรด์บนผิวเซลล์ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของโมเลกุลบนผิวเซลล์ โดยสามารถยับยั้งเอนไซม์ที่เกาะอยู่ด้านนอกผิวเซลล์ (envelope transport proteins) รวมทั้งแอดฮีซิน (adhesins) ของเซลล์แบคทีเรีย (Haslam, 1996; Stern *et al.*, 1996; Smullen *et al.*, 2007) จากผลการทดสอบค่า MBC คัดเลือกสารสกัดความเข้มข้น 3.13 มิลลิกรัม/มิลลิลิตรซึ่งสามารถควบคุมเชื้อได้มากที่สุดไปพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์

5. ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์ดับกลิ่นเท้าจากสารสกัดเปลือกมังคุด

ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์แป้งและสเปรย์ดับกลิ่นเท้าจากอาสาสมัครจำนวน 39 คน แบ่งเป็น เพศหญิง 21 คน เพศชาย 18 คน พบว่าผลิตภัณฑ์แป้งหลังจากใช้ติดต่อกัน 7 วัน ทุกหัวข้อการประเมินทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่าอยู่ในระดับเดียวกันทั้งหมด คือ ความรู้สึกแห้งสบายหลังการใช้ประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นหลังการใช้ ความรู้สึกในการอยากใช้ผลิตภัณฑ์ และความสะดวกในการใช้ บรรจุภัณฑ์โดยค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก 4.28 4.13 4.05 และ 4.30 ตามลำดับ ส่วนส่งเสริมทัศนคติต่อการทำของเสียเหลือศูนย์อยู่ในระดับมากที่สุด (4.63) ความพอใจในการใช้โดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.30) (Table 2) ผลิตภัณฑ์สเปรย์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับแป้ง คือ ความรู้สึกแห้งสบายหลังการใช้ประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นหลังการใช้ ความรู้สึกในการอยากใช้ผลิตภัณฑ์ และความสะดวกในการใช้ บรรจุภัณฑ์อยู่ในระดับมาก (3.95 4.08 3.95 และ 4.34 ตามลำดับ) ส่วนส่งเสริมทัศนคติต่อการทำของเสียเหลือศูนย์อยู่ในระดับมากที่สุด (4.61) ความพอใจในการใช้โดยรวมอยู่ในระดับมาก (4.13) (Table 2)

เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเพศชายและเพศหญิงจะเห็นว่าค่าส่วนใหญ่ผลิตภัณฑ์แบ่งมีค่าที่มากกว่าสเปรย์ ยกเว้นความสะดวกในการใช้บรรจุภัณฑ์ สเปรย์มีค่ามากกว่า โดยเพศชายชอบแบบสเปรย์มากกว่าในขณะที่เพศหญิงชอบแบ่งมากกว่า เนื่องจากเพศชายส่วนใหญ่ชอบความง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน การพกพาขวดสเปรย์มีความสะดวกมากกว่าพกกระป๋องแบ่ง

6. ผลการขยายผลเทคโนโลยีสู่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนต้นแบบและอบรมเชิงปฏิบัติการ

คัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน คลองน้ำเค็มทันใจ ตำบลคลองน้ำเค็ม อำเภอสทิงพระ จังหวัดจันทบุรี เพราะมีการแปรรูปมังคุดเป็นอาหาร จึงมีเปลือกมังคุดเหลือทิ้งปริมาณมากและต้องการหาวิธีการกำจัดหรือนำไปใช้ประโยชน์ ลงทุนเบื้องต้นด้วยทุนวิจัยแบบให้เปล่าจำนวน 60,000 บาท จากนั้นบูรณาการร่วมกับสำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรีและสำนักงานเกษตรอำเภอสทิงพระได้รับทุนสนับสนุนเพิ่มเติม 300,000 บาท โดยอบรมสมาชิกกลุ่มฯ สอนทำผลิตภัณฑ์ จัดทำเวทีวิเคราะห์ พัฒนาตราสัญลักษณ์สินค้าฉลากสินค้า จนได้ผลิตภัณฑ์สำหรับจำหน่าย ได้แก่ แบ่งแก้วกัน “กันเกาะ” และสเปรย์ระงับกลิ่นกาย “ดีจี” ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้น่าสนใจและสื่อถึงมังคุดด้วยการใส่สีม่วงในเนื้อแบ่งและแต่งกลิ่นมังคุดทั้งในแบ่งและสเปรย์ (Figure 1)

การจำหน่ายสินค้าของกลุ่มฯเป็นการผลิตสินค้าตามคำสั่งผลิตของบริษัทสมอจันทร์ ซึ่งทำหน้าที่หาตลาดและจำหน่ายผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์: ThailandPostMart เฟซบุ๊กเพจ: ขนมนุญยายของฝากเมืองจันทร์ LINE ID: n8685 Shopee และ Bugaboo Shop ซึ่งปีแรกมียอดสั่งผลิตแบ่งและสเปรย์อย่างละ 1,000 ชิ้น ส่วนในปีที่ 2 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนเองลงทุนเพิ่มเติมอีก 50,000 บาท สามารถขายแบ่งและสเปรย์ได้เพิ่มขึ้นเท่าตัว อย่างละ 2,000 ชิ้น (Table 3)

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์คำนวณต้นทุนในระยะเริ่มต้นโครงการ (ปีที่ 0) ใช้บวกรวมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสกสว. 136,535 บาท งบประมาณค่าเสียโอกาสนักวิจัย 72,000 บาท รวมเป็น 208,535 บาท ปีที่ 1 เป็นการขยายผลสู่วิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจใช้งบประมาณจากสกสว.ในการลงทุน 60,000 บาท งบประมาณค่าเสียโอกาสนักวิจัย 72,000 บาท งบจากกรมส่งเสริมการเกษตร 300,000 บาท รวมเป็น 432,000 บาท ปีที่ 2 เป็นการลงทุนด้วยงบของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ 50,000 บาท ดังนั้นคิดมูลค่าปัจจุบันรวมของต้นทุน (total present value of cost) เป็น 665,315 บาท ผลประโยชน์ของกลุ่มฯในการจำหน่ายแบ่งได้รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีไม่มีโครงการ กำไรเมื่อเทียบแล้ว 30 บาท/ขวด (เมื่อเทียบกับกำไร 35 บาท/ขวด จากราคาขาย 50 บาท/ขวด ต้นทุน 15 บาท/ขวด ทั้งนี้การคิดต้นทุนได้คำนวณจากผลรวมต้นทุนวัตถุดิบ+ค่าแรงงาน+ค่าใช้จ่ายในการผลิตทั้งหมดหารด้วยจำนวนสินค้าที่ผลิตในงวดนั้น) ในปีที่ 1 ถึง 6 มียอดจำหน่ายได้ 1,000 2,000 4,000 8,000 16,000 และ 32,000 บาท (Table 3) ทั้งนี้ ปีที่ 1 และปีที่ 2 เป็นยอดจำหน่ายได้จริง ส่วนปีที่ 3-6 เป็นการคาดการณ์ตามหลักเศรษฐศาสตร์ ซึ่งโดยคาดการณ์ว่าผลิตภัณฑ์จะเติบโต 1-5 ปี แล้วถดถอย บริษัทจำเป็นต้องวางกลยุทธ์การตลาดเพื่อต่ออายุผลิตภัณฑ์เดิม หรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ตามวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (product life cycle) โดยเน้นปรับปรุงคุณภาพ รูปลักษณ์ เข้าตลาดใหม่ ลดราคา หรือเพิ่มช่องทางจำหน่ายเพื่อชะลอการถดถอยและสร้างยอดขายต่อเนื่อง (ธนวัฒน์,

2563) สำหรับผลประโยชน์ของกลุ่มฯในการจำหน่ายสเปรย์ได้รายได้สุทธิเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีไม่มีโครงการกำไรเมื่อเทียบแล้ว 27 บาท/ขวด (เมื่อเทียบกับกำไร 32 บาท/ขวด จากราคาขาย 50 บาท/ขวด ต้นทุน 18 บาท/ขวด) กำไรต่อปีจากการใช้ผลงานวิจัยของผลิตภัณฑ์แบ่งกันเกา คือ 30,000 60,000 120,000 240,000 480,000 และ 960,000 บาท ส่วนกำไรต่อปีของสเปรย์ดีจี่น้อยกว่าแบ่งเล็กน้อย (27,000 54,000 108,000 216,000 432,000 และ 864,000 บาท) (Table 3)

จากการนำเปลือกมังคุดที่เหลือจากการแปรรูปไปสกัดเพื่อทำผลิตภัณฑ์แบ่งและสเปรย์ของกลุ่มฯ ในปีแรกที่มีการรับซื้อมังคุดประมาณ 4,500 กิโลกรัม เป็นเปลือกสดประมาณ 2,835 กิโลกรัม คิดเป็นเปลือกมังคุดแห้ง 1,927.80 กิโลกรัม หรือประมาณ 2 ตัน เมื่อนำมาประเมินผลประโยชน์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมจากการนำเปลือกมังคุดไปแปรรูป สามารถลดปริมาณขยะเปลือกมังคุดลงได้ 2 4 6 8 และ 11 ตัน/ปี โดยได้ค่าจัดการขยะลดลง 500 บาท/ตัน ทำให้ได้ผลประโยชน์ในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมในแต่ละปีเป็น 500 1,025 1,600 2,120 2,644 และ 3,173 บาท/ปี คิดมูลค่าปัจจุบันรวมทางสังคมและสิ่งแวดล้อม 2,533,892 บาท (Table 3)

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากผลการลงทุนด้วยงบวิจัยของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ พบว่า มีค่า NPV เท่ากับ 1,868,576.77บาท ซึ่งมากกว่า 0 ถือว่าผ่านเกณฑ์ชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุน มีค่า BCR 3.81 ซึ่งค่า BCR ต้องมีค่าตั้งแต่ 1 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับข้อเสนอโครงการ ค่า BCR สามารถคิดเป็นมูลค่าของผลประโยชน์ร้อยละ 3.81 เท่า ของงบวิจัยที่ลงทุนไป และค่า IRR ของงานวิจัยนี้สูงถึง 46.55% ซึ่งหมายถึงมีผลประโยชน์สุทธิเกิดขึ้นเฉลี่ยปีละ 46.55% เมื่อเทียบกับค่าเสียโอกาสของงบประมาณวิจัยที่ใช้ไป (Table 3)

การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความสำเร็จของวิสาหกิจชุมชนต้นแบบคลองน้ำเค็มทันใจและการทำผลิตภัณฑ์แบ่งและสเปรย์ จำนวน 15 ครั้ง รวม 404 คน แบ่งเป็นในเขตจังหวัดจันทบุรีจำนวน 14 ครั้ง จำนวน 389 คน ได้แก่ กลุ่มแปลงใหญ่ตำบลบ่อ อำเภอลอง (15 คน) กลุ่มแปลงใหญ่มังคุดตำบลซึ้ง (15 คน) กลุ่มแปลงใหญ่มังคุดตำบลแสง (18 คน) ศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) อำเภอน้ำใหม่ (20 คน) ศพก.อำเภอบางขัน (17 คน) ศพก.อำเภอนายายอาม (15 คน) วิสาหกิจชุมชน (วสช.) ตรอกนองเมืองเกษตรสีเขียว (15 คน) วสช.แปรรูปสินค้าเกษตรองค์การบริหารส่วนตำบลวังใหม่ (15 คน) วสช.ถั่วดี (30 คน) วสช.มังคุดแปลงใหญ่เขาหินซ้อน (51 คน) นักเรียนโรงเรียนวัดบุญญาวาสวิหารและโรงเรียนหนองบัว (78 คน) ประชาชนทั่วไป และเจ้าหน้าที่ของศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้อำเภอแหลมสิงห์ และอำเภอเกาะกูด (100 คน) ในจังหวัดตราดอบรม 1 ครั้ง ผู้เข้าอบรม 15 คน กลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่มังคุดเขาสมิง (Figure 2) ผลการประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการอยู่ในระดับมากที่สุด

หลังจากอบรมเกิดการต่อยอดเชิงพาณิชย์จากวิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี นำแบ่งไปต่อยอดเป็นแบ่งแก้คันสูตรเย็น “คันปะ” โดยสินค้าวางจำหน่ายที่ร้านกาแฟอินทิลจันทร์ ร้านนวดแผนไทย อินทิลจันทร์ ร้านเสริมสวยวาฟแฟร์ชาลอน ชนิกานต์คลินิกแพทย์จีน และนำไปประกวดสุดยอดนวัตกรรมและเทคโนโลยีสิ่งประดิษฐ์อาชีวศึกษา การประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ประเภทสิ่งประดิษฐ์ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ โดยได้รับรางวัลชนะเลิศระดับกลุ่ม

จังหวัด (ระยอง จันทบุรี และตราด) และรางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 3 ระดับภาคตะวันออกและ กรุงเทพฯ ประจำปีการศึกษา 2568 (Figure 3)

สรุปผลการทดลอง

การสกัดสารจากเปลือกมังคุดด้วยเอทานอล 95% อัตราส่วน 1:4 (น้ำหนัก:ปริมาตร) ได้สารสกัดร้อยละ 15.62 ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากเท้าของอาสาสมัครที่มีกลิ่นเหม็นได้ 17 ไอโซเลท มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อได้ค่าเท่ากับ 3.13 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อนำสารสกัดเปลือกมังคุดที่ความเข้มข้นนี้มาผสมในส่วนประกอบของแป้ง และสเปรย์ ผลการสำรวจทั้งเพศชายและเพศหญิงหลังการใช้ติดต่อกัน 7 วัน เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ความรู้สึกแห้งสบายหลังการใช้ ประสิทธิภาพในการระงับกลิ่นหลังการใช้ ความรู้สึกในการอยากใช้ผลิตภัณฑ์ และความสะดวกในการใช้บรรจุภัณฑ์ ความพอใจในการใช้โดยรวมค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก แต่การส่งเสริมทัศนคติต่อการทำของเสียเหลือศูนย์อยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อนำไปขยายผลให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ 2 ชนิด ได้แก่ แป้งแก้คัน “กันเกา” และสเปรย์ระงับกลิ่นกาย “ดีจี” ด้วยการลงทุนเบื้องต้นจากงบวิจัย 60,000 บาท และลงทุนเพิ่มจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมกับหน่วยงานอื่นๆ มูลค่าของผลประโยชน์ในปัจจุบันคิดเป็น 1,868,576.77 บาท มีอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน 3.81 มีอัตราผลตอบแทนภายในเกิดขึ้นเฉลี่ยปีละ 46.55% เมื่อเทียบกับค่าเสียโอกาสของงบประมาณวิจัยที่ใช้ไป นอกจากนี้ได้ขยายผลไปยังกลุ่มต่างและผู้สนใจอย่างต่อเนื่องจนได้ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ แป้งแก้คันสูตรเย็น “คันปะ” โดยวิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ต่อยอดเชิงพาณิชย์เป็นแป้งแก้คัน “กันเกา” และ สเปรย์ระงับกลิ่นกาย “ดีจี” โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนคลองน้ำเค็มทันใจ ตำบลคลองน้ำเค็ม อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี และแป้งแก้คันสูตรเย็น “คันปะ” โดย วิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี ตำบลวัดใหม่ อำเภอเมืองฯ จังหวัดจันทบุรี
2. นำเสนอผลงานทางวิชาการ 2 ครั้ง ดังนี้
 - 2.1 นำเสนอผลงานวิชาการภาคโปสเตอร์ในงานประชุมสัมมนาวิชาการพืชสวน นวัตกรรมพืชสวน พร้อมใช้ ประจำปี 2567 วันที่ 20-22 สิงหาคม 2567 ณ โรงแรม เอ็ม บูทีค รีสอร์ท จังหวัดเชียงราย
 - 2.2 นำเสนอผลงานวิชาการภาคบรรยายในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 22 วันที่ 3-4 ธันวาคม 2567 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
3. อบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดความรู้ให้กับ เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน นักเรียน ประชาชนทั่วไป และเจ้าหน้าที่ของรัฐ จำนวน 404 คน
4. โครงการวิจัยร่วมกับคณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จัดทำโครงการยุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นสู่ความยั่งยืน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ขยายผลโครงการต่อยอดให้แก่ผู้สูงอายุ อาสาสมัครสาธารณสุขหมู่บ้าน (อสม.) สมาชิกสหกรณ์การเกษตรพลับพลาและเกษตรกร

5. โครงการวิจัยถูกบรรจุอยู่ในแผนพัฒนาจังหวัดจันทบุรีทางการเกษตร แผนพัฒนาจังหวัดจันทบุรี BCG Model ด้านพืช (ทุเรียน และมังคุด) 2566-2570
6. นำผลงานเข้าร่วมการประกวดการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน “จังหวัดสะอาด” ระดับประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2566-2568 ณ โถงแสงจันทร์ ศาลากลางจังหวัดจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี
7. จัดนิทรรศการต่างๆ เช่น
 - 7.1 5 ทศวรรษ แห่งการพัฒนาวិชาการเกษตรไทยและการก้าวไปในทศวรรษที่ 6 กรมวิชาการเกษตร ณ เฮลิคส์ การ์เด้น ชั้น 5 ศูนย์การค้าเอ็มคووทีย์ กรุงเทพฯ วันที่ 19-20 สิงหาคม พ.ศ.2566
 - 7.2 งานประชุมวิชาการและการจัดแสดงผลงานวิจัยและนวัตกรรมด้านการเกษตร ภายใต้หัวข้อ "เปลี่ยนวิถีเกษตรไทยด้วยงานวิจัยและนวัตกรรม" (AgriTech and Innovation Moving Forward : From Local to Global) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) ณ ฮอลล์ 5 ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ กรุงเทพฯ วันที่ 20-21 พฤศจิกายน พ.ศ.2566
 - 7.3 มหกรรมการเกษตรและท่องเที่ยวถนนสายดอกไม้บ้านริมกว๊านพะเยา ณ กว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา วันที่ 24 ธันวาคม 2566 -3 มกราคม พ.ศ.2567
 - 7.4 นิทรรศการ “Fruit Innovation Fair 2024” ณ Chanthaburi Hall ชั้น 2 ศูนย์การค้าเซ็นทรัลจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี วันที่ 2-4 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2567

คำขอบคุณ (ถ้ามี)

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับทำงานวิจัยนี้ และขอบคุณ รศ.ดร.ภญ. ปองทิพย์ สิริธินสาร และ ผศ.ดร.ภก. วีรวัฒน์ ติरणะชัยดีกุล จากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และคุณรุ่ง พาพิณิจ จากบริษัท เอ็มไอเอ็ม คอสแกล๊ป แมนูแฟคเจอร์ริง จำกัด ที่คอยให้คำปรึกษา จนกระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ธนวัฒน์ ชูวัน. 2563. การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ต่อการนำระบบไร้กระดาษ (paperless) มาใช้ในบริษัท พี.ซี.ทาเคชิมา (ประเทศไทย) จำกัด. รายงานการค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม) สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- พนม จงกล ศาสตรพันธ์ บุญน้อย ณภัค แสงจันทร์ และกรรณก สนิทการ. 2562. การศึกษาการย้อมผ้าโดยใช้สีย้อมผ้าจากเปลือกมังคุดด้วยวิธีการย้อมเย็นผ่านเทคนิคบาติก. หน้า 614-621. ใน: การประชุมวิชาการระดับชาติวิจัยรำไพพรรณี ครั้งที่ 13 โรงแรมเชนดูนส์ เจ้าหลาวบิซริสอร์ท จันทบุรี.
- ภาณุวัฒน์ คงหนู. 2563. การยับยั้งเชื้อ *Propionibacterium acnes* ของสารสกัดส้มแขก. บทความวิจัยวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

- วิมลรัตน์ อินศวร นันทิยา หาญสกุลลักษณ์ และ ทิพย์รัตน์ ขาหอมชื่น. 2565. การสกัดเปลือกมังคุดด้วยคลื่นอัลตราโซนิคร่วมกับตัวทำละลาย: ปริมาณแอลฟา-แมงโกสตินและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย. หน้า 18-126. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 60 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- สิริรัตน์ บุญดีเรก ปริมาณ จิวพัฒนกุล แก้วมณี ญัฐพล กิตติคุณเดชา ณภัทร บุนนาค ดนุธิดา สาเซตร และ สิริลักษณ์ ตีรณธนากุล. 2566. ผลของสารสกัดแทนนินจากเปลือก *Garcinia mangostans* L. และ คลอเฮกซีดินในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสเตรปโตคอคคัส มิวแทนส์. ว.พันตมศว. 16(1): 89-101.
- สิริรัตน์ เลหาประภานนท์ และ จูติกร จันทร์วุ่น. 2560. การศึกษาฤทธิ์ต้าน *Staphylococcus epidermidis* ของตำรับยาสมุนไพรพื้นบ้าน. รายงานการวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 63 หน้า.
- สุคนธ์ ดันดีไพบุลย์วุฒิ เทียนชัย น่วมเศรษฐี และ เพชรลดา เดชาเย็นยง. 2555. ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด. วารสารวิจัยมข. 17(6): 880-94.
- อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์ ประภัสสร รักถาวร สิริพร ศิริวรรณ และพจมาน พิศเพ็ญจันทร. 2549. การสกัดและการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด. หน้า 529-536. ใน: การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 (สาขาวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- Chen, S., Y. Wang, F. Chen, H. Yang, M. Gan and S.J. Zheng. 2007. A highly pathogenic strain of *Staphylococcus sciuri* caused fatal exudative epidermitis in piglets. PLOS ONE. 1(e147): 1-6.
- Chomnawang, M.T., S. Surassmo, V.S. Nukoolkarn and W. Gritsanapan. 2005. Antimicrobial effects of Thai medicinal plants against acne-inducing bacteria. Journal Ethnopharm. 101: 330-333.
- Haslam, E. 1996. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. J Nat Prod. 59(2): 205-215.
- Parthasarathy, S., S. Shah, A. R. Sager, A. Rangan and S. Duragu. 2020. *Staphylococcus lugdunensis*: Review of epidemiology complications and treatment. Cureus. 12(6): 1-8.
- Shen, X., X. Sun, Q. Xie, H. Liu, Y. Zhao, Y. Pan, C. Hwang and V. Wu. 2014. Antimicrobial effect of blue berry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enteritidis*. Food Control. 35(1): 159-165.
- Smullen, J., G.A. Koutsou, H.A. Foster, A. Zumbé and D.M. Storey. 2007. The antibacterial activity of plant extracts containing polyphenols against *Streptococcus mutans*. Caries Res. 41(5): 342-349.
- Stern, J.L., A.E. Hagerman, P.D. Steinberg and P.K. Mason. 1996. Phlorotannin-protein interactions. J Chem Ecol. 22(10): 1887-1899.

Table 1 Characteristic of gram' stain of bacterial strains isolated and antibacterial index and MBC of mangosteen peel extract with bacterial strains isolated from foul-smelling volunteers' feet

isolate	gram' stain	shape	antibacterial index			MBC (mg/ml)
			mangosteen peel extract	ethanol	oxytetracycline	
			(100 mg/ml)	95%	1%	
FTM1-1	positive (+)	coccus	0.03	0.00	0.86	0.2
FTM1-2	positive (+)	coccus	0.05	0.00	4.60	0.2
FGM2-1	positive (+)	coccus	0.44	0.00	2.90	3.13
FGM2-2	positive (+)	coccus	0.00	0.00	0.00	3.13
FYM3-1	positive (+)	coccus	0.18	0.00	3.92	0.1
FJW4-2	positive (+)	coccus	0.00	0.00	4.26	0.78
FBW5-2	positive (+)	coccus	0.80	0.00	4.96	0.1
FBW5-5	positive (+)	coccus	0.18	0.00	4.64	0.1
FWW6-1	positive (+)	coccus	0.03	0.00	4.44	0.1
FWW6-2	positive (+)	coccus	0.00	0.00	4.68	0.2
FWW6-3	positive (+)	rod	0.59	0.00	2.17	0.2
FWW6-5	positive (+)	rod	0.57	0.00	0.27	0.1
FYM3-2	positive (+)	rod	0.22	0.00	2.40	3.13
FYM3-3	positive (+)	rod	0.34	0.00	0.61	0.1
FJW4-1	positive (+)	rod	0.21	0.00	0.73	0.39
FJW4-3	positive (+)	rod	0.43	0.00	0.62	0.39
FBW5-1	positive (+)	rod	0.35	0.00	1.94	0.1
FBW5-3	positive (+)	rod	0.58	0.00	0.88	0.1
FBW5-4	negative (-)	coccus	0.00	0.00	4.14	0.39
FTM1-3	negative (-)	rod	0.00	0.00	0.00	>25
FJW4-4	negative (-)	rod	0.41	0.00	0.65	0.1
FWW6-4	negative (-)	rod	0.40	0.00	0.85	3.13

Table 2 Customer satisfaction with foot deodorant powder and spray products from mangosteen peel extract (n=39)

List	Feeling after use		Deodorizing effect after use		Feeling of wanting to use the product		The convenience of using the packaging		The promotion of attitude towards zero waste		Overall satisfaction with use	
	powder	spray	powder	spray	powder	spray	powder	spray	powder	spray	powder	spray
males	4.17	4.00	4.22	4.15	4.00	4.05	4.17	4.30	4.50	4.55	4.22	4.10
female	4.29	3.90	4.05	4.00	4.10	3.86	4.43	4.38	4.76	4.67	4.38	4.14
mean	4.23	3.95	4.13	4.08	4.05	3.95	4.30	4.34	4.63	4.61	4.30	4.12
SD	0.08	0.07	0.12	0.11	0.07	0.14	0.19	0.06	0.19	0.08	0.11	0.03
priority level	high	high	high	high	high	high	high	high	high	highest	high	high

Table 3 Economic value analysis of Gun-Gao anti-itch powder and Dee-Ji deodorant spray for their development into Klong Nam Kem Tanjai community enterprise products

t				Contribution	0	1	2	3	4	5	6
Year					2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571
PV Factor					1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75
Cost											
The first cost is the budget from the National Science and Technology Development Agency (NSTDA).					136,535.00	60,000.00	-				
The second cost is the opportunity cost for two researchers, at 3,000 baht per person for 12 months.					72,000.00	72,000.00					
The third cost is the budget from the Department of Agricultural Extension.						300,000.00					
The fourth cost is the budget of the Khlong Nam Khem Than Jai community enterprise group.							50,000.00				
Total Cost					208,535.00	432,000.00	50,000.00	0	0	0	0
Present Value of Cost					208,535.00	411,428.57	45,351.47	0	0	0	0
Total Present Value of Cost					665,315.05						
Benefit											
Item 1	With Project	Item 1: The KhLong Nam Khem Than Jai Community Enterprise Group generated increased net income from selling foot powder compared to the case without the project	unit								
		Based on the research project (With and/or After Project)									
		Adoption : Sales of foot powder	bottle/year			1,000.00	2,000.00	4,000.00	8,000.00	16,000.00	32,000.00
		Benefit : Profit is 30 baht/bottle (compared to a profit of 35 baht/bottle from a selling price of 50 baht/bottle, with a cost of 15 baht/bottle)	baht/bottle			30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	Without Project	Annual profit from the use of research findings	baht/year		0	30,000.00	60,000.00	120,000.00	240,000.00	480,000.00	960,000.00
		Comparison (Without and/or Before Project)									
		Adoption :	XXX/year								
		Benefit :	baht/XXX								
		Annual profit of the competitor	baht/year		0	0	0	0	0	0	0
		Benefit Item 1 With subtract Without Project and/or After subtract Before Project	baht/year	0.9	0	27,000.00	54,000.00	108,000.00	216,000.00	432,000.00	864,000.00
Item 2	With Project	Item 2: The Khlong Nam Khem Tan Jai Community Enterprise Group saw an increase in net income from selling deodorant spray	unit								
		Based on the research project (With and/or After Project)									
		Adoption : Sales of deodorant spray	bottle/year			1,000.00	2,000.00	4,000.00	8,000.00	16,000.00	32,000.00
		Benefit : Profit per unit is 27 baht/bottle (compared to a profit of 32 baht/bottle from a selling price of 50 baht/bottle, with a cost of 18 baht/bottle)	baht/bottle			27	27	27	27	27	27
	Without Project	Annual profit from the use of research findings	baht/year		0	27,000.00	54,000.00	108,000.00	216,000.00	432,000.00	864,000.00
		Comparison (Without and/or Before Project)									
		Adoption :	XXX/year								
		Benefit :	baht/XXX								
		Annual profit of the competitor	baht/year		0	0	0	0	0	0	0
		Benefit Item 2 With subtract Without Project and/or After subtract Before Project	baht/year	0.9	0	24,300.00	48,600.00	97,200.00	194,400.00	388,800.00	777,600.00
Social and environmental benefits compared to having no project	Social and environmental benefits compared to having no project: Reduced agricultural waste	kg/year			2,000.00	4,100.00	6,400.00	8,480.00	10,576.00	12,691.20	
	Adoption : The amount of mangosteen peel used for processing.	ton/year			2.00	4.10	6.40	8.48	10.58	12.69	
	Benefit : Waste management costs are reduced by 500 baht per ton	baht/ton			500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	
	Annual benefits	baht/year	0.5	0	500.00	1,025.00	1,600.00	2,120.00	2,644.00	3,172.80	
Item 1: The Khlong Nam Khem Than Jai Community Enterprise Group generated increased net income from selling foot powder compared to the case without the project					0	27,000.00	54,000.00	108,000.00	216,000.00	432,000.00	864,000.00
Item 2: The Khlong Nam Khem Tan Jai Community Enterprise Group saw an increase in net income from selling					0	24,300.00	48,600.00	97,200.00	194,400.00	388,800.00	777,600.00
Social and environmental benefits compared to having no project: Reduced agricultural waste					0	500.00	1,025.00	1,600.00	2,120.00	2,644.00	3,172.80
Total Benefit				0	51,800.00	103,625.00	206,800.00	412,520.00	823,444.00	1,644,772.80	
Present Value of Benefit					0	49,333.33	93,990.93	178,641.62	339,381.22	645,189.92	1,227,354.79
Total Present Value of Benefit					2,533,891.81						
	Total Benefit - Total Cost				- 208,535.00	- 380,200.00	53,625.00	206,800.00	412,520.00	823,444.00	1,644,772.80
	Total Present Value of Benefit - Total Present Value of Cost				- 208,535.00	- 362,095.24	48,639.46	178,641.62	339,381.22	645,189.92	1,227,354.79
	Indicator										
	NPV				1,868,576.77	baht					
	BCR (SROI)				3.81	ratio					
	IRR				46.55	%/year					



a) Training was provided to members of the Khlong Nam Khem Tan Jai community enterprise group



b) Creating an analysis platform



c) Product development design

Figure 1 Extending the technology to the Khlong Nam Khem Tan Jai community enterprise group



Figure 2 A workshop was conducted to transfer knowledge to 404 people, including farmers, community enterprise groups, students, the general public, and government officials



Figure 3 Commercial development of “Kan Pa” anti-itch powder by Chanthaburi Polytechnic College