



วารสารวิชาการ กัญชา กัญชง และสมุนไพร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ฉบับปีที่ 2 เดือนมกราคม – ธันวาคม 2566 Vol.2 January - December, 2023 ISSN 2985-0177 (Online)

RMUTI Sakonnakhon Campus | Journal of Cannabis ,Hemp and Herbs

- การยกระดับของความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์
เชียงใหม่ 84-2 หลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *Bacillus subtilis*
นรรัตน์ ทาวงค์ จักรพงษ์ กาวโสภา
- การศึกษาประสิทธิภาพการสกัดเย็นน้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบ่มและองค์ประกอบทางเคมี
บุษราคัม สิงห์ชัย ประวีณา ปานเนียม มนูญชา พิมพา สุภาภรณ์ ขุนดำ
- การวิเคราะห์หาปริมาณกรดคลอโรจีนิคและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าจากหมู่บ้านหนองน้ำดำและภายใต้การดำเนิน
ของโครงการหลวงในภาคเหนือ
บุษราคัม สิงห์ชัย เวรภา เข้าเจริญ เกศลิณี ศรีตากุล ขนิกันต์ บัวล้อม
- การผลิตเบียร์จากข้าวเหนียวท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์
นภิตี ธรรมรักษา สุพรรณษา สิงห์สุข ประภัสสร รั้งวรรณ ธนาวรรณ สุขเกษม กานต์ แยมพงษ์
- ผลของการเสริมมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลา ในอาหารโคนมตอกุมิคุ้มกัน และการให้ผลผลิตน้ำนม
พิพัฒน์ วงศ์กาฬสินธุ์ ธีระพัฒน์ อินทร์ลี พิทักษ์พล พรเอนก จุฬาสินี แมนสถิตย์ นิคม ศรีรักษา ชเวง สารคล่อง
อนัญญา พรหมโคตร ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร
- การยกระดับความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงที่มีคุณภาพต่ำ
โดยวิธีการทำไฮโดรไพรมมิ่ง
ธีรดา ธงวิสัย จักรพงษ์ กาวโสภา เนตรนภา อินสูล
- ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกดาวเรือง
บุษราคัม แซ่ตั้ง ปกัสสร สุขรี ศุภรัตน์ ด่านอุดมรักษ์ พรประภา ขุนถนอม กรรณิการ์ สมบุญ จารุวรรณ ตรีเถื่อน
- ผลของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี
ชนิดา ผู้มีทรัพย์ ทองทศ เจริญธัญพิทักษ์ พิไล ขวัญเลิศ สราลี พรหมมายะกุล จุฑามาศ อาจนาเสียว
- คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน (*Tagetes erecta* L.) ผสมพืชสมุนไพรแต่งกลิ่นรส
บุษราคัม แซ่ตั้ง ปกัสสร สุขรี ศุภรัตน์ ด่านอุดมรักษ์ จารุวรรณ ตรีเถื่อน วิวัฒน์ ศรีวิชา หทัยรัตน์ หอมไกรลาส อรุณฯ สีหามาลา
พรประภา ขุนถนอม
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์และการส่งเสริมการตลาดดิจิทัล
ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่
บงกช สุทัศน์ ณ อยุธยา สุชาดา เมฆพัฒน์ นีรนาท ตาจุมปา พรประภา ขุนถนอม
- Impact of incorporating golden shower supplements into the laying hen diet on egg productive
performance

Khakhanang Ratananikom Tanitpan Pongjongmit Kantapon Premprayoon Jittawan Kubola

คำนำ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพรมีจุดมุ่งหมายเพื่อตีพิมพ์บทความและเผยแพร่ความรู้ของนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัย และผู้ที่มีความสนใจที่เป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการ โดยมีกลุ่มผลงาน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพรม 2) ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีการบูรณาการความรู้กับงานด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพรม 3) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีการบูรณาการความรู้กับงานด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพรม โดยวารสารฉบับนี้ได้เผยแพร่ผลงานที่มีเนื้อหาด้านวิชาการ การบูรณาการองค์ความรู้ ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีความสนใจและเชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยมีบทความ 11 เรื่อง คือ 1) การยกระดับของความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดกลั่นหอมพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 หลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *Bacillus subtilis* 2) การศึกษาประสิทธิภาพการสกัดเย็นน้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบ่มและองค์ประกอบทางเคมี 3) การวิเคราะห์หาปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าจากหมู่บ้านหนองน้ำดำและภายใต้การดำเนินของโครงการหลวงในภาคเหนือ 4) การผลิตเบียร์จากข้าวเหนียวท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ 5) ผลของการเสริมมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลา ในอาหารโคนมต่อภูมิคุ้มกันและการให้ผลผลิตน้ำนม 6) การยกระดับความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงที่มีคุณภาพต่ำโดยวิธีการทำไฮโดรไพรมมิ่ง 7) ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกดาวเรือง 8) ผลของแบคทีเรีย *Bacillus spp.* ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี 9) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน (*Tagetes erecta* L.) ผสมพืชมสมุนไพรมแต่งกลิ่นรส 10) การพัฒนาผลิตภัณฑ์โยกัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์และการส่งเสริมการตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ และ 11) Impact of incorporating golden shower supplements into the laying hen diet on egg productive performance ซึ่งบทความนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณนักวิจัยทุก ๆ ท่านที่ได้ส่งบทความเข้ามาขอรับการตีพิมพ์ในวารสาร และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความในวารสารฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

กองบรรณาธิการ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพรม

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้ของนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัย และผู้สนใจ ได้มีการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ งานวิจัยและผลงานสร้างสรรค์ความรู้รวมถึงวิทยาการด้านกัญชา กัญชงและสมุนไพร ด้านการบูรณาการกับงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความเกี่ยวข้อง กับงานด้านพลังงานทดแทน พลังงานสะอาด การอบแห้ง การแปรรูปหรือแม้แต่โรงเรือนอัจฉริยะที่มีการบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับกัญชา กัญชงและสมุนไพร

เจ้าของ/สำนักงานวารสาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 199 ถนนพังโคน-วาริชภูมิ ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

E-mail: jchh.rmuti@gmail.com Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JCHH/index>

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษาบรรณาธิการ

รศ.ดร.โฆษิต ศรีภูธร อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ผศ.น.สพ.ดร.เชวง สารคล่อง รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำวิทยาเขตสกลนคร

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.นำพน พิพัฒน์ไพบุลย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รองบรรณาธิการ

ผศ.ดร.สุรเชษฐ สีชำนาญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ดร.โสภิตา สัมปัตติกร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา
อ.สยาม ประจักษ์ตะศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ดร.ภก.อนันต์ชัย อัสวเมธิน มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ธัญญา ประเมธฐานวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขต
ปราจีนบุรี
ผศ.ดร.ภก.บรรลือ สังข์ทอง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร.วัชรพงษ์ เรือนคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

กองบรรณาธิการประจำวารสาร

รศ.ดร.วิวัฒน์ หาญวงวงศ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ข้าราชการบำนาญ)
ผศ.ดร.วิยะดา มงคลธนารักษ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ลือชัย บุตุคุป มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.คณางค์ รัตนานิคม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ดร.ปัญญูศา ชารีรักษ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ปริญดา แข็งขัน มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ดร.อยุธย์ คงปั้น มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ปฎิภา ฉายเสมอแสง มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
อ.ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ฐิติมา นรโศก มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
รศ.ดร.นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราจีนบุรี
รศ.ดร.สกุลตลา วรรณปะเข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราจีนบุรี

กองบรรณาธิการประจำวารสาร (ต่อ)

ดร.กรวิชัย สมคิด นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สถาบันวิจัยสมุญไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ดร.รัตญา ยานะพันธุ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ดร.วีรวัตร นามานุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา

ผศ.อัมพร ภูศรีฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.พิเชษฐ เวชวิฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.สุริยา แก้วอาษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รศ.น.สพ.ดร.ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสกลนคร

ดร.เพ็ญแข วงศ์สุริยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จรรุวรรณ ดรเถื่อน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.ไกรศรี ศรีทัพไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.จกมล พูลสวัสดิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จันทิมา พรหมเกษ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.เพชรไพรริน อุปิง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ดร.อนุชาวดี ไชยทองศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ.ศิริวงศ์ บุตรเพ็ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.พรเทพ ปัญญาแก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

พิมพ์เผยแพร่ปีละ 1 ฉบับ ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม

พิมพ์ที่

คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพรร และบทความในวารสารเป็นแนวคิดของผู้แต่ง มิใช่เป็นความคิดของคณะกรรมการจัดทำวารสาร และมีใช่เป็นความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความปีที่ 2 ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2566

ผศ.ดร.วิยะดา มงคลธนาธิกร ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร.บุญญาพร ชารีรักษ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผศ.ดร.ปริญญา แห้งขัน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผศ.ดร.คณางค์ รัตนานิคม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผศ.ดร.ฐิติมา นรโภค สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

อ. ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ดร.อรรถชัย คงปั้น สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

ผศ.ดร.ปณิกา ฉายเสมอแสง สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

รศ.ดร.ลือชัย บุตุคบุ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผศ.ดร.ภก.บรรลือ สังข์ทอง สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

อ. ดร.เพ็ญแข วงศ์สุริยา สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จันทิมา พรหมเกษ สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.เพชรไพรพริน อุปปิง สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ. ดาวิกา ศักดิ์กำปัง สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ. ดวงพร เทียนถาวร สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความปีที่ 2 ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2566 (ต่อ)

อ. อติตยา อุ่ณจันท์ สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร (ผู้ประเมินที่มีความเชี่ยวชาญด้านการตรวจภาษาอังกฤษ)

อ. ดร.เรืองชัย ตาแสง สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ. ดร.นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รศ.น.สพ.ดร.ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร (Journal of Cannabis, Hemp and Herbs) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร เป็นวารสารที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้และผลงานวิชาการทางด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร รวมทั้งเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้ของนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัยและผู้ที่มีความสนใจ ทำการเผยแพร่ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ฐานข้อมูลระบบออนไลน์ จำนวนปีละ 1 ฉบับต่อปีระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม เปิดรับบทความที่เกี่ยวข้องกับ โดยมีกลุ่มและขอบเขตของงานที่เปิดรับแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1) ด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร กลุ่มที่ 2) ด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกัญชา กัญชงและสมุนไพร กลุ่มที่ 3) ด้านบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ การค้า และเชิงพาณิชย์ที่เกี่ยวข้องกับกัญชา กัญชงและสมุนไพร ให้เป็นไปตามรูปแบบของวารสาร

กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะสำหรับในแต่ละบทความ ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้ส่งบทความอันเป็นประโยชน์ เผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์

บรรณาธิการ

สารบัญ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร ฉบับปีที่ 2 ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2566
Journal of Cannabis, Hemp and Herbs Vol.2 January - December, 2023

การยกระดับของความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2 หลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ <i>Bacillus subtilis</i>	1
การศึกษาประสิทธิภาพการสกัดเย็นน้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบ่ม และองค์ประกอบทางเคมี	11
การวิเคราะห์หาปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอาราบิก้า จากหมู่บ้านหนองน้ำดำและภายใต้การดำเนินของโครงการหลวงในภาคเหนือ	20
การผลิตเบียร์จากข้าวเหนียวท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์	28
ผลของการเสริมมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลา ในอาหารโคนมต่อภูมิคุ้มกัน และการให้ผลผลิตน้ำนม	39
การยกระดับความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชง ที่มีคุณภาพต่ำโดยวิธีการทำไฮโดรโปรมิ่ง	47
ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกดาวเรือง	56
ผลของแบคทีเรีย <i>Bacillus</i> spp. ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี	63
คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน (<i>Tagetes erecta</i> L.) ผสมพืชสมุนไพรแต่งกลิ่นรส	74
การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบ เชิงสร้างสรรค์และการส่งเสริมการตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่	88
Impact of incorporating golden shower supplements into the laying hen diet on egg productive performance	103

บทความวิจัย

การยกระดับของความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์เชียงใหม่ 84-2 หลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *Bacillus subtilis*

Enhancing of Germination and Seedling Growth of Aroma Vegetable Soybean Cultivar Chiang Mai 84-2 after Seed Coating with *Bacillus subtilis*

นรารัตน์ ทาวงค์¹ จักรพงษ์ กางโสภา^{1*}

¹สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Nararat Thawong¹ Jakkrapong Kangsopa^{1*}

¹Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University.

*Corresponding author. E-mail address: jakkrapong_ks@mju.ac.th ; Telephone: 094-737-4598

วันที่รับบทความ 20/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 20/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 6/เมษายน

บทคัดย่อ

งานทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *B. subtilis* ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2 ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพทราย โดยมีผลการทดลองดังนี้ เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า เมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและการเคลือบเมล็ดด้วย *B. subtilis* อัตรา 2 %v/v มีความงอกสูงสุด คือ 85 % ส่วนในสภาพทรายการเคลือบเมล็ดด้วย *B. subtilis* อัตรา 2 %v/v มีความงอกและความเร็วในการงอกสูงสุด อีกทั้งการเคลือบเมล็ดด้วย *B. subtilis* อัตรา 2 %v/v ยังคงมีความยาวต้น ความยาวรากมากกว่าและแตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่เคลือบ ส่วนในสภาพทรายพบว่าการเคลือบทุกกรรมวิธีมีความยาวต้นกล้ามากกว่าเมล็ดที่ไม่ถูกเคลือบ และการเคลือบเมล็ดทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลให้น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้นแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ ดังนั้นการเคลือบเมล็ดด้วย *B. subtilis* อัตรา 2 %v/v เป็นอัตราแนะนำที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้เคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2

คำสำคัญ: การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ *Bacillus subtilis* ถั่วเหลืองฝักสด

Abstract

This experiment aims to study the effect of coating seeds with *B. subtilis* on the germination and growth of the Chiang Mai 84-2 variety of aromatic vegetable soybean seeds. The experiment was conducted at the Seed Technology Unit, Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University. Completely Randomized Design (CRD) was used as an experimental design in laboratory conditions and Sand conditions and the results are as follows, seeds coated with the coating substance without *B. subtilis* and seeds coated with the coating substance with 2 %v/v of *B. subtilis* showed the highest rate of germination at 85 % of the total number of seeds. Regarding seeds grown in sand as a nursery material, those coated with 2 %v/v of *B. subtilis* had the highest germination and speed of germinations.

It was also found that seeds coated with 2%v/v of *B. subtilis* had longer shoot lengths and root lengths and the differences were statistically significant compared to uncoated seeds when examined under laboratory conditions. For the seeds grown in the tray using sand as a nursery material, it was found that those in all treatment groups had longer shoot lengths than uncoated seeds. None of the seed coating methods affected shoot fresh weight and shoot dry weight when compared to uncoated seeds. Therefore, 2%v/v of *B. subtilis* is the recommended ratio to be used for coating the Chiang Mai 84-2 variety of aromatic vegetable soybean seeds.

Keywords; Seedqualityseedenhancement, Seed coating, Bacillus subtilis, Vegetablesoybean

1. บทนำ

ถั่วเหลืองฝักสด (*Glycine max* (L) Merrill.) หรือถั่วแระญี่ปุ่น เป็นพืชชนิดเดียวกับถั่วเหลืองทั่วไปแต่จะแตกต่างกันที่การเก็บเกี่ยวในระยะฝักที่จะเต่งและยังมีสีเขียวอยู่ (Fehr and Caviness, 1977) ถั่วเหลืองฝักสดจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยซึ่งนิยมส่งออกในรูปแบบฝักสดแช่แข็ง โดยส่งออกในประเทศญี่ปุ่นเป็นหลัก ในปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสมในการเพาะปลูกในประเทศ คือ ถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2 เป็นพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานสำหรับการส่งออกพันธุ์แรกของประเทศไทย มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย เมื่อต้มในน้ำเดือด 5 นาที (พิมพ์ภา, 2555) ซึ่งสารหอมในถั่วเหลืองฝักสดเกิดจากยีนด้อยGmBADH2(*Glycine max* betaine aldehyde dehydrogenase 2) ที่มีบทบาทในการสังเคราะห์สารประกอบทางชีวภาพ คือสารระเหยที่มีกลิ่นหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) ซึ่งยีน GmBADH2 ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลำดับเบสและหยุดก่อนกำหนด (premature stop codon) ทำให้การสังเคราะห์เอนไซม์ทำได้ไม่สมบูรณ์และเกิดการสร้างโปรตีนที่ผิดปกติจนไม่สามารถทำงานได้ (Qian et al., 2022) จึงทำให้เกิดการสร้างสารหอมขึ้นมา จากข้อดีของการสร้างสารหอมในถั่วเหลืองฝักสดดังกล่าว จึงทำให้การเพาะปลูกถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่ได้รับคามนิยมนิยมเพาะปลูก อย่างไรก็ตามในการเพาะปลูกถั่วเหลืองฝักสดเกษตรกรต้องใช้เมล็ดพันธุ์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดมีความงอกเริ่มต้นไม่น้อยกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เกษตรกรมีต้นทุนเพิ่มขึ้นจากการใช้เมล็ดพันธุ์เป็นจำนวนมากสำหรับการเตรียมต้นกล้า

จากปัญหาดังกล่าวทำให้การยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดก่อนทำการเพาะปลูกสามารถช่วยลดปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีมูลค่าสูงของเกษตรกรได้ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับจุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting microorganisms) ซึ่งเป็นหนึ่งในทางปฏิบัติของการแก้ปัญหาด้านเมล็ดที่ให้ประสิทธิภาพสูงและเหมาะสมสำหรับพืชที่ต้องนำไปรับประทาน ลดการใช้สารเคมี ลดต้นทุนการผลิตและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Kesan, 2007) โดยการเคลือบเมล็ดเป็นวิธีการนำพาสารสะสมที่มีลักษณะบางเบาจำพวกพอลิเมอร์ (Thin polymer) มาฉาบยึดเกาะให้สม่ำเสมอ ทั่วผิวของเมล็ดพันธุ์ (จักรพงษ์, 2563) โดยสารเคลือบเป็นตัวกลางนำพาสารออกฤทธิ์ชนิดต่าง ๆ ให้ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ เช่น ธาตุอาหารพืช จุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ฮอร์โมนพืช สารเคมีป้องกันแมลงศัตรูพืช และสารป้องกันกำจัดวัชพืช เป็นต้น (บุญมี, 2558) การใช้จุลินทรีย์ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเช่น *Bacillus subtilis* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบได้ในธรรมชาติสามารถสร้างเอนโดสปอร์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อม สารเคมีและความร้อนได้ (Kloepper et al., 2004) อีกทั้ง *B. subtilis* มีคุณสมบัติสามารถผลิตฮอร์โมนพืชและส่งเสริมให้พืชหาอาหารและการดูดซึมจากดินผ่านกลไกต่าง ๆ เช่น การตรึงไนโตรเจนในบรรยากาศ

(Lakshminarayana et al., 1992) การกระตุ้นการละลายของฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำ (Kundu and Gaur, 1980) การผลิตกรดอินทรีย์กรดอะมิโน (IAA) ซึ่งช่วยเพิ่มการเจริญของรากและลำต้น (Oteino et al., 2015) จึงมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น *B. subtilis* จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อเตรียมความพร้อมเมล็ดพันธุ์ก่อนนำไปใช้เพาะปลูก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด หลังการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *B. subtilis* ที่อัตราแตกต่างกัน ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์สำหรับเพาะปลูกถั่วเหลืองฝักสดให้มีผลผลิตและคุณภาพเพิ่มมากขึ้น

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมสูตรสารเคลือบเมล็ดพันธุ์

การทดลองนี้ใช้สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ทางการค้า (บริษัทเซเรส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด) (อัตราการเตรียมสารเคลือบทางการค้าและน้ำกลั่นคือ 80:20) จากนั้นนำมาผสมร่วมกับ *Bacillus subtilis* MBI 600 (Integral®, BASF) (ความเข้มข้นของจำนวนเชื้อ 2.2×10^{10} สปอร์/มิลลิลิตร) ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยการทดลองนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 6 กรรมวิธี ดังนี้ เมล็ดไม่เคลือบ (T1), เมล็ดเคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้าเพียงอย่างเดียว (T2), เมล็ดเคลือบร่วมกับ *B. subtilis* ที่ความเข้มข้น 0.5%v/v (T3), 1%v/v (T4), 1.5%v/v (T5) และ 2%v/v (T6) จากนั้นนำสูตรสารเคลือบแต่ละกรรมวิธีมาเคลือบร่วมกับเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด 145 กรัม แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการเคลือบไปลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบลมแห้ง (KKU40-2) จึงนำไปตรวจสอบลักษณะต่าง ๆ ในสภาพห้องปฏิบัติการและในสภาพทราย

2.2 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

เพาะทดสอบด้วยวิธี Between of paper (BP) ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปไว้ที่ตู้เพาะความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ มีความเข้มแสง 180 μE ให้แสงตลอด 24 ชั่วโมงและนำมาประเมินลักษณะของเมล็ดต่าง ๆ ดังนี้

การงอกรากแรก ประเมินจากจำนวนรากที่งอกใน

แต่ละกรรมวิธี โดยเริ่มนับเมื่อเมล็ดมีการงอกรากที่มีความยาว 2 มิลลิเมตร ในวันที่ 1 และ วันที่ 4 หลังจากการเพาะทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกรากตามสูตรคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละการงอกรากแรก} = \frac{\text{จำนวนรากที่โผล่พ้นเมล็ด}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (1)$$

ความเร็วในการงอกรากแรก ตรวจนับรากที่มีความ ยาว 2 มิลลิเมตร ในทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังการเพาะ จากนั้นคำนวณหาความเร็วในการงอกรากแรก คำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\text{ความเร็วในการงอกราก} = \frac{\text{ผลรวมของรากที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (2)$$

ความงอก ประเมินจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้า ปกติในวันที่ 5 และวันที่ 8 จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกตามวิธีของ ISTA (2019) คำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\text{ร้อยละการงอก} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (3)$$

ความเร็วในการงอกประเมินจำนวนเมล็ดที่สามารถงอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 5 ถึงวันที่ 8 จากนั้นคำนวณหาความเร็วในการงอก (AOSA, 1983) สำหรับความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ (ต้น/วัน) คำนวณได้ดังนี้ คำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (4)$$

เวลาเฉลี่ยในการงอก ประเมินต้นกล้าปกติโดยทำการนับความงอกต้นกล้าปกติในทุก ๆ วันโดยนับทุกวันตั้งแต่วันที่ 1-8 วันหลังเพาะ (Ellis and Roberts, 1980) เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน) คำนวณได้จากสมการที่ (5)

$$\text{เวลาเฉลี่ยในการงอก} = \frac{G_1 \times D_1 + G_2 \times D_2 + \dots + G_n \times D_n}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}} \quad (5)$$

เมื่อ $G_1, G_2, \dots, G_n$ คือ จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกวันที่ 1, 2, ..., n ($n = \dots$) และ $D_1, D_2, \dots, D_n$ คือ จำนวนวันที่ 1, 2, ..., n ($n = \dots$) หลังจากวันเพาะเมล็ด

สำหรับความยาวต้น ความยาวราก และความยาวต้นกล้า ทำการวัดความยาวต้นและความยาวรากที่ 8 วันหลังเพาะ (final count) สุ่มมาข้างละ 10 ต้น โดยประเมินความยาวต้นวัดจากโคนลำต้นอ่อนจนถึงปลายใบ ส่วนความยาวรากวัดจากโคนรากแก้วจนถึงปลายราก ส่วนความยาวต้นกล้าตรวจวัดตั้งแต่ปลายรากจนถึงปลายใบ โดยใช้ไม้บรรทัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ในส่วนของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นกล้า สุ่มชั่งน้ำหนักต้นกล้าที่มีอายุ 8 วันหลังเพาะ สุ่มมากรรมวิธีละ 10 ต้น โดยใช้เครื่องชั่งมีหน่วยเป็นกรัม

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ด้วยทราย (Sand test) เตรียมทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอโดยร่อนผ่านตะแกรงขนาดแตกต่างกัน พบว่า เมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและเมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ที่ความเข้มข้น 2%v/v ส่งผลให้เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 มิลลิเมตร แล้วนำทรายไปอบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นเพาะเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด

การตรวจสอบความงอก ประเมินผลต้นกล้าปกติครั้งแรกที่ 5 วัน (First count) และ 8 วันหลังเพาะ (Final count) เช่นเดียวกันกับวิธีการตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการตามวิธีของ ISTA (2019) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (%) คำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$\text{ร้อยละความงอกของเมล็ดพันธุ์} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \times 100 \quad (6)$$

การตรวจสอบการโผล่พื้นดิน ประเมินการงอกของ Cotyledon ของต้นกล้าถั่วเหลืองที่โผล่พื้นดินขึ้นมาจากระเบทราย ในวันที่ 1 และ วันที่ 4 จากนั้นนำไปคำนวณหาร้อยละการโผล่พื้นดินคำนวณได้จากสมการที่ (7)

$$\text{ร้อยละการโผล่พื้นดิน} = \frac{\text{จำนวนของ Cotyledon ที่โผล่พื้นดิน}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (7)$$

การตรวจสอบความเร็วในการโผล่พื้นดินสู่ตรวจนับการงอกของ Cotyledon ของต้นกล้าถั่วเหลืองที่โผล่พื้นดินขึ้นมาบนทุกวัน ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 4 หลังการเพาะ จากนั้นคำนวณหาความเร็วในการโผล่พื้นดินคำนวณได้จากสมการที่ (8)

$$\text{ความเร็วในการโผล่พื้นดิน} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวน Cotyledon ที่โผล่พื้นดินในแต่ละวัน)}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (8)$$

สำหรับความยาวต้นกล้า ทำการวัดความยาวต้นกล้า สุ่มมาซ้ำละ 10 ต้น โดยประเมินความยาวต้นวัดจากปลายใบ ถึงปลายราก โดยใช้ไม้บรรทัดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร ซึ่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต้นกล้า สุ่มชั่งน้ำหนักต้นกล้าที่มีอายุ 8 วันหลังเพาะ สุ่มมากรรมวิธีการละ 10 ต้น โดยใช้เครื่องชั่งมีหน่วยเป็นกรัม

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองตามลักษณะต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แปลงข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอกแรก ความงอกของเมล็ดเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Arcsine Transformation และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดหลังเคลือบเมล็ดร่วมกับ *Bacillus subtilis* ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพทราย

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดหลังเคลือบเมล็ดร่วมกับ *B. subtilis* ที่ความเข้มข้นมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีการอื่น ๆ และเมื่อตรวจสอบความเร็วในการงอกและเวลาเฉลี่ยในการงอก พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนการทดสอบในสภาพทรายพบว่า เมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v ส่งผลให้มีความงอก และความเร็วในการงอกมากกว่าทุกกรรมวิธี นอกจากนี้พบว่าเมล็ดที่เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวส่งผลให้เมล็ดถั่วเหลืองใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกมากกว่าเมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 0.5%v/v เมื่อตรวจสอบในสภาพทราย (ตารางที่ 1)

แสดงให้เห็นว่าการเคลือบเมล็ดถั่วเหลืองร่วมกับ *B. subtilis* 2 %v/v มีผลส่งเสริมต่อความงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ แต่การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไม่ได้ส่งผลต่อความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ แต่สภาพทรายพบว่าเมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v มีความเร็วในการงอกมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เคลือบ แสดงให้เห็นว่าการเคลือบเมล็ดถั่วเหลืองร่วมกับ *B. subtilis* ในอัตรา 2%v/v สามารถช่วยส่งเสริมให้เมล็ดถั่วเหลืองมีความแข็งแรงที่สูงเพิ่มขึ้นได้เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเนื่องจาก *B. subtilis* สร้างเอนโดสปอร์ที่มีความสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้สามารถออกฤทธิ์ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดี โดย *B. subtilis* มีความสามารถแสดงออกของยีนและฮอโมนจำเพาะ คือ 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) deaminase เพื่อควบคุมระดับเอทิลีนโดยจะเผาผลาญ ACC แล้วเปลี่ยนไปเป็น α -ketobutyric และแอมโมเนียที่มีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ด (Arshad et al., 2007; Glick et al., 2007) ผลการทดลองสอดคล้องกับ จักรพงษ์ และคณะ (2564) พบว่าการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองร่วมกับ *Bacillus thuringiensis* อัตรา 0.1, 0.2 และ 0.3 มิลลิลิตร พบว่ามีความงอกดีมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (จักรพงษ์ และคณะ, 2564)

ตารางที่ 1 การงอก ความเร็วในการงอก และเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด หลังเคลือบร่วมกับ *Bacillus subtilis* ที่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการและสภาพทราย

กรรมวิธี	สภาพห้องปฏิบัติการ ²			สภาพทราย ²		
	การงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)	การงอก (%)	ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)	เวลาเฉลี่ยในการงอก (วัน)
เมล็ดไม่เคลือบ	78 ^b	15.43	4.45	60 ^b	11.90 ^{bc}	5.38 ^{ab}
เมล็ดเคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว	85 ^a	16.48	4.60	55 ^c	11.00 ^c	5.48 ^a
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 0.5%v/v	79 ^b	15.50	4.49	62 ^b	12.30 ^b	5.39 ^{ab}
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 1%v/v	79 ^b	15.40	4.51	60 ^b	12.00 ^b	5.37 ^{ab}
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 1.5%v/v	79 ^b	15.63	4.36	62 ^b	12.30 ^b	5.34 ^b
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 2%v/v	85 ^a	16.24	4.30	70 ^a	14.00 ^a	5.37 ^{ab}
F-test	*	ns	ns	*	*	*
CV. (%)	8.16	8.52	4.50	4.57	6.50	3.44

ns, *: ไม่แตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ $P \leq 0.05$ ตามลำดับ, ^{1/} แปลงข้อมูลความงอกก่อนนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิธี arcsin

^{2/}หมายถึงภายในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ โดย DMRT

3.2 การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสดหลังเคลือบเมล็ดร่วมกับ *Bacillus subtilis* ในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพทราย

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองฝักสด ที่อายุ 8 วันหลังเคลือบเมล็ดร่วมกับ *B. subtilis* พบว่าเมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v มีความยาวต้นกล้าสูงที่สุด คือ 13.21 เซนติเมตร และส่งผลให้ความยาวรากมีแนวโน้มที่มากกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบและแตกต่างกันในทางสถิติ (รูปที่ 1)

อย่างไรก็ตามพบว่าผลการเคลือบเมล็ดพันธุ์ทุกกรรมวิธีไม่ส่งผลให้น้ำหนักแห้งต้นและน้ำหนักสดต้นแตกต่างกันกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้เมื่อตรวจสอบในสภาพทราย พบว่าเมล็ดที่ผ่านการเคลือบทุกกรรมวิธีมีความยาวต้นที่มากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่เคลือบ และเมื่อตรวจสอบน้ำหนักสดต้นกล้าและน้ำหนักแห้งต้นกล้าพบว่าทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการเคลือบ (ตารางที่ 2)



รูปที่ 1 ผลของการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวเหลืองที่อายุ 8 วัน หลังพกร่วมกับ *Bacillus subtilis* เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการโดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้ T1 = เมล็ดไม่เคลือบ, T2 = เมล็ดเคลือบด้วยสารเคลือบทางการค้าเพียงอย่างเดียว, T3 = เมล็ดเคลือบ + *Bacillus subtilis* 0.5%v/v, T4 = เมล็ดเคลือบ + *Bacillus subtilis* 1%v/v, T5 = เมล็ดเคลือบ + *Bacillus subtilis* 1.5%v/v, T6 = เมล็ดเคลือบ + *Bacillus subtilis* 2 %v/v

ตารางที่ 2 ความยาวต้นกล้า ความยาวราก น้ำหนักแห้งราก น้ำหนักสดต้นกล้า และน้ำหนักแห้งต้นกล้าของเมล็ดพันธุ์ข้าวเหลืองฝักสดหลังเคลือบเมล็ดร่วมกับ *Bacillus subtilis* ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน เมื่อทดสอบในห้องปฏิบัติการและสภาพทราย

กรรมวิธี	สภาพห้องปฏิบัติการ ¹				สภาพทราย ¹		
	ความยาวต้นกล้า	ความยาวราก	น้ำหนักแห้งต้น	น้ำหนักแห้งราก	ความยาวต้นกล้า	น้ำหนักสดต้น	น้ำหนักแห้งต้น
	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)	(กรัม)	(กรัม)	(เซนติเมตร)	(กรัม)	(กรัม)
เมล็ดไม่เคลือบ	10.84 ^b	13.17 ^b	1.41	0.29	21.39 ^b	24.78	2.32
เคลือบด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียว	10.62 ^{bc}	14.39 ^{ab}	1.50	0.32	23.00 ^{ab}	25.45	2.42
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 0.5%v/v	10.16 ^c	13.94 ^{ab}	1.57	0.29	22.86 ^{ab}	25.35	2.48
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 1%v/v	10.39 ^{bc}	13.96 ^{ab}	1.56	0.26	24.90 ^a	25.75	2.52
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 1.5%v/v	11.29 ^b	13.99 ^{ab}	1.54	0.29	24.90 ^a	26.83	2.50
เมล็ดเคลือบ + <i>B. subtilis</i> 2%v/v	13.21 ^a	15.25 ^a	1.48	0.30	25.13 ^a	26.90	2.51
F-test	*	*	ns	ns	*	ns	ns
CV. (%)	9.47	10.19	12.62	47.14	3.57	4.81	6.08

ns, *: ไม่แตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ $P \leq 0.05$ ตามลำดับ, ¹หมายถึงภายในคอลัมน์ที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่มีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.05$ โดย DMRT

จากผลการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองในสภาพห้องปฏิบัติการและสภาพทรายแสดงให้เห็นว่า การเคลือบเมล็ดร่วมกับ *B. subtilis* ทุกความเข้มข้นส่งผลให้ความยาวต้นและความยาวรากมากกว่าเมล็ดที่ไม่เคลือบโดยเฉพาะการเคลือบเมล็ดร่วมกับ *B. subtilis* 2%v/v มีแนวโน้มให้ความยาวต้นและความยาวรากดีกว่าการเคลือบเมล็ดร่วมกับ *B. subtilis* ที่ความเข้มข้นอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเคลือบเมล็ดที่มีการนำสารสะสมมาห่อหุ้มรอบ ๆ ผิวของเมล็ดพันธุ์ซึ่งการเคลือบเมล็ดพันธุ์เป็นตัวนำพา *B. subtilis* ให้ติดไปกับเมล็ดได้ โดยการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v มีปริมาณของ *B. subtilis* ติดไปกับเมล็ดพันธุ์ที่มากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ทำให้มีโอกาสรอดชีวิต และติดอยู่กับเมล็ดได้ยาวนานมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถออกฤทธิ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้เพิ่มมากขึ้นจากเดิม โดย *B. subtilis* มีบทบาทสำคัญที่สามารถสังเคราะห์ Phytohormone ในกลุ่มออกซิน จิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินที่มีบทบาทต่อการกระตุ้นการงอกและการรวมตัวของเซลล์ส่งเสริมการพัฒนาการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Glick, 2012) ซึ่งออกซินเป็นฮอร์โมนที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ โดย indole-3-acetic acid (IAA) เป็นออกซินที่พืชสังเคราะห์ได้จากกรดอะมิโนทริปโตเฟน มีบทบาทสำคัญต่อการกระตุ้นการแบ่งเซลล์ เร่งการขยายขนาดเซลล์ ควบคุมการแตกราก และยับยั้งการเจริญของตา เป็นต้น (Martinez et al., 2013) นอกจากนี้ IAA ยังทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญที่ปลายรากพืชทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสเพิ่มขึ้นและเพิ่มความสามารถในการลำเลียงธาตุอาหาร (Yang et al., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ อนุเทพ (2558) รายงานว่าการแช่เมล็ดข้าวในสารละลาย *B. subtilis* ที่ความเข้มข้น 10^6 , 10^7 และ 10^8 CFU/ml เป็นเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า ความยาวราก ความยาวลำต้น น้ำหนักแห้งของข้าวมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลการทดลองของ จักรพงษ์ และคณะ (2561) ที่เคลือบเมล็ดพันธุ์ฝักกาดหอมร่วมกับ *B. subtilis* พบว่าความยาวต้น และน้ำหนักสดลำต้นสูงกว่าเมล็ดไม่เคลือบ

5. สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคลือบเพียงอย่างเดียวและเมล็ดที่เคลือบด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v มีความเมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ส่วนในสภาพทรายการเคลือบเมล็ดด้วย *B. subtilis* ความเข้มข้น 2%v/v ส่งผลให้เมล็ดมีความงอก และความเร็วในการงอกมากกว่าทุกกรรมวิธี ดังนั้นการเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *B. subtilis* ที่ความเข้มข้น 2%v/v เป็นอัตราแนะนำสำหรับยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดกลั่นหอมพันธุ์เชียงใหม่ 84-2

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรายวิชา พร521 สรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ ปีการศึกษา 2565 สำหรับการช่วยเตรียมต้นฉบับบทความวิจัยเรื่องนี้ และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้อำนวยความสะดวกพื้นที่ดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จักรพงษ์ กางโสภา, Russell. K.H., และบุญมี ศิริ. (2561). ผลของการทำ seed treatment ร่วมกับแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อความงอกและการเติบโตของฝักกาดหอม. วารสารเกษตร. 34(3): 385-397.
- จักรพงษ์ กางโสภา. (2563). การเคลือบเมล็ดพันธุ์. ว. ผลิตกรรมการเกษตร. 1(2): 63-76.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- จักรพงษ์ กางโสภา, พสธร สมโภชน์, สมใจ ยศศรี และเพชรรัตน์ จีเพชร. (2564). การเปลี่ยนแปลงความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองหลังการเคลือบเมล็ดด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus thuringiensis* และ *Beauveria bassiana*. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 6(1) .
- จักรพงษ์ กางโสภา, เพชรรัตน์ จีเพชร และ สุริมาศ จันทะอินทร์. (2565). ความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วเหลืองหลังการเคลือบและพอกเมล็ดพันธุ์ร่วมกับ *Bacillus subtilis*. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 14(1): 266-281.
- บุญมี ศิริ. (2558). การยกระดับและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์. โรงพิมพ์คลังนานา. ขอนแก่น.
- พิมพ์นภา ขุนพิลึก. (2555). ถั่วเหลืองฝักสดกลิ่นหอมพันธุ์ เชียงใหม่ 84-2. กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร
- อนุเทพ ภาสุระ. (2558). การใช้ชีวภัณฑ์จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวที่ปลูกในสภาวะดินเค็มจากน้ำทะเล. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Arshad., M.,Saleem., M. and Hussain., S. (2007). Perspectives of bacterial ACC deaminase in phytoremediation. Trends in Biotechnology. 25(8): 356-362.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). (1983). Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No.32.
- Ellis, R. H., and E. H. Roberts. (1980). The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley. (*Hordeum distichum* L.). Ann. Bot. 45. 31-37.
- Fehr, W.R., and Caviness, C.E. (1977). Stages of soybean development. Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Glick, B.R. (2012). Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. Scientifica. 1-15.
- Glick, B.R. Cheng, Z., Czarny, J. and Duan, J. (2007). Promotion of plant growth by ACC deaminase -producing soil bacteria. European Journal of Plant Pathology. 119(3): 329-339.
- ISTA. (2019). International Rules for Seed Testing, Edition 2019. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Kesan, J.P. (2007). Agricultural Biotechnology and Intellectual Property: Seeds of Change. CAB International. Wallingford. UK.
- Kloepper, J.W., Ryu, C.M. and Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus spp.* The American Phytopathological Society. 94(11): 1259- 1266.
- Kundu, B.S. and Gaur, A.C. (1980). Establishment of nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria in rhizosphere and their effect on yield and nutrient uptake of wheat crop. Plant and Soil. 57(1980): 223-230.
- Lakshminarayana, K., Narula, N., Hooda, I.S. and Faroda, A.S. (1992). Nitrogen economy in wheat (*Triticum aestivum*) through use of *Azotobacter chroococcum*. Indian Journal of Agricultural Sciences. 62(1): 75-76.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Martínez, L.L., Peniche, R.M., Iturriaga, M.H. and Arvizu-Medrano, S.M. (2013). Characterization of rhizobacteria isolated from tomato and their effect on tomato and bell pepper growth. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36(1): 63- 69.
- Oteino, N., Lally, R.D., Kiwanuka, S., Lloyd, A., Ryan, D., Germaine, K.J. and Dowling, D.N. (2015). Plant growth promotion induced by phosphate solubilizing endophytic *Pseudomonas* isolates. *Frontier in Microbiology*. (6): 745.
- Qian, L., Jin, H., Yang, Q., Zhu, L., Yu, X., Fu, X., Zhao, M. and Yuan, F. (2022). A Sequence Variation in GmBADH2 Enhances Soybean Aroma and Is a Functional Marker for Improving Soybean Flavor. *Int. J. Mol. Sci.* (23): 4116.
- Yang, O., Li, C., Li, H., Li, Y. and Yu, N. (2009). Degradation of synthetic reactive azo dyes and treatment of textile wastewater by a fungi consortium reactor. *Biochemical Engineering Journal*. 43(3): 225-230

บทความวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการสกัดเย็นน้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบ่มและองค์ประกอบทางเคมี

Study of efficiency of cold coconut oils extraction from incubator and its chemical constituents

บุษราคัม สิงห์ชัย^{1*} ประวีณา ปานเนียม¹ มนูญชยา พิมพา¹ สุภาภรณ์ ขุนคำ¹

¹สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000

Butsarakham Singchai^{1*} Praweena Panniam¹ Mananchaya Phimpha¹ Suphaphon Khundam¹

¹Division of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Meoung district, Phetchaburi 76000

* Corresponding author. E-mail address: sbung13@yahoo.com ; Telephone: 0-81995-0713

วันที่รับบทความ 20/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 10/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 24/มีนาคม/2566

บทคัดย่อ

น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นประกอบด้วยวิตามินและสารอาหารหลายชนิดจึงสามารถนำน้ำมันนี้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอางและยาต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยเครื่องบ่มและจากการสกัดแบบดั้งเดิม มะพร้าวชุดซื้อจากตลาดนัดในจังหวัดเพชรบุรีเดือนเมษายน 2565 สกัดด้วยวิธี 2 ภายใต้สภาวะที่แตกต่างกัน น้ำมันที่ได้นำไปเตรียมเป็นเอสเทอร์ของกรดไขมันแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS สถิติที่ใช้ได้แก่ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าที่ ผลการวิจัยพบว่าการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยเครื่องบ่ม ที่กำหนดอุณหภูมิ 40 °C ใช้เวลาเพียง 11 ชั่วโมง โดยพบว่าน้ำมันจะถูกสกัดออกมามากที่สุดที่ชั่วโมงที่ 4 ได้ น้ำมันปริมาตร 41.00±1.00 ml รองลงมาช่วงชั่วโมงที่ 5-7 ได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 32.00-32.67 ml ปริมาตรรวมของน้ำมันมะพร้าวที่ได้ทั้งหมดที่ได้จากบ่มมีปริมาณใกล้เคียงกับกระบวนการสกัดแบบดั้งเดิม โดยไม่แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 น้ำมันมะพร้าวจากเครื่องบ่มมีองค์ประกอบทางเคมีอยู่ในช่วงกำหนดมาตรฐานของน้ำมันมะพร้าว โดยองค์ประกอบหลักได้แก่กรดไขมัน คือ กรดไมริสติกและกรดลอริก ประมาณ 22.19 และ 56.36 % ตามลำดับ มีค่าสูงกว่ากระบวนการสกัดแบบดั้งเดิม และน้ำมันที่ได้มีกลิ่นหอมของมะพร้าว ดังนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของเครื่องบ่มและประสิทธิภาพของกระบวนการสกัดที่สามารถลดเวลาแต่ให้ผลผลิตสูงและคงคุณภาพไว้ได้

คำสำคัญ: น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น GC-MS องค์ประกอบทางเคมี กรดไมริสติก กรดลอริก

Abstract

Virgin coconut oil contains many vitamins and nutrients that can be utilized specifically as cosmetic and medical gradients. So these purposes were to analyze the chemical quality of the virgin coconut oil from the incubator and natural extraction. The meat was purchased at the local market in Phetchaburi province, Thailand in April 2022. There were 2 methods to extract oil under different conditions. The fatty acid composition was determined by GC-MS after esterification. The available statistical data were mean, percentage, standard deviation, and T-test. The research results showed that the coconut oil from the incubator at 40 °C was completely extracted in 11 hours. The most oil volume was extracted at the 4th hour about 41.00±1.00 ml, followed by the 5th-7th hour determined an average volume of

32.00-32.67 ml. Both total coconut oils volume was not significantly different. The oil from the incubator had chemical constituents that were in the range of good-quality coconut oil standards. There were myristic acid and lauric acid as major chemical components about 22.19 and 56.36%, respectively. The oil from the incubator had more than the oil from natural extraction and had an odor of coconut smell. Therefore, this research showed the ability of the incubator and effective processes can reduce the time and give high yield and chemical qualities also.

Keywords; Virgin coconut oil, GC-MS, Chemical constituents, Myristic acid, Lauric acid

1. บทนำ

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย เนื่องจากเป็นพืชที่มีการเพาะปลูกในปริมาณมาก หาบริโภคได้ง่าย โดยผลผลิตสามารถบริโภคและนำไปแปรรูปเป็นสินค้าได้หลากหลายโดยเฉพาะน้ำและเนื้อมะพร้าวที่นอกจากจะมีรสชาติดีและมีกลิ่นเฉพาะตัว ซึ่งเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภคในการนำไปปรุงอาหารแล้ว ยังมีสรรพคุณและให้ประโยชน์ต่อสุขภาพผู้บริโภค ทั้งนี้ มะพร้าวเป็นพืชที่เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในเขตร้อนชื้นอีกด้วย (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ, 2562) น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็นมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันขนาดสายปานกลาง (Kesonkan et al., 2022) มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์หากนำมาบริโภคทดแทนน้ำมันพืชชนิดอื่น ๆ สามารถลดการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ (Chomchalow, 2011) เนื่องจากกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่พบในน้ำมันมะพร้าวมีฤทธิ์ด้านการเกิดออกซิเดชัน ลดการอักเสบ มีส่วนช่วยเหนี่ยวนำการนำพลังงานมาใช้จึงช่วยลดน้ำหนักได้ (Oseni et al., 2017) และวิตามินต่าง ๆ จึงนิยมนำไปใช้เป็นส่วนประกอบอาหาร ยาและเครื่องสำอางต่าง ๆ (Chan and Elevitch, 2006) ในอดีตการสกัดน้ำมันมะพร้าวจะใช้วิธีตากแดดทำให้ใช้เวลาสกัดน้ำมันหลายวันนอกจากนี้สภาพภูมิอากาศอาจทำให้น้ำมันที่ได้มีกลิ่นไม่พึงประสงค์เนื่องจากอุณหภูมิต่ำเกินไปจึงจำเป็นต้องสกัดหลายวันทำให้น้ำกะทิบูด (พงศกร คชาพงศ์กุล, 2561) น้ำมันที่ได้จึงเหม็นเปรี้ยวทำให้ ประชาชนไม่นิยมบริโภคเพราะการสกัดยุ่งยากและน้ำมันที่ได้มีขุ่นนำไปใช้อุปโภคและบริโภค (Agarwal and Bosco, 2017) การสกัดน้ำมันมะพร้าวมีหลายวิธีเช่น การสกัดวิธีดั้งเดิมซึ่งมีการใช้มานาน โดยนำกะทิวางไว้ที่อุณหภูมิ 35 °C จะใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมงในการสกัด (Kesonkan et al., 2022) การแช่เยือกแข็ง (ศุภมาศ ปันปัญญา และ ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์, 2559) การสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร (พงศกร คชาพงศ์กุล, 2561) ซึ่งงานวิจัยที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้สกัดในชีวิตประจำวันหรือการใช้ในครัวเรือนยังมีน้อยมาก คณะผู้วิจัยจึงคิดว่าปัจจุบันยังคงต้องมีการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการสกัดน้ำมันมะพร้าวเพื่อสามารถนำไปใช้ได้อย่างทั่วถึงและสามารถประยุกต์ใช้ในครัวเรือนได้ ดังนั้นคณะผู้ทำวิจัยจึงได้คิดออกแบบเครื่องบ่มที่สามารถนำมาใช้ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวได้โดยเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดแบบดั้งเดิมที่เคยใช้กันมา

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

ในการศึกษานี้แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.1 เครื่องบ่ม

เครื่องบ่ม ประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเบื้องต้นดังนี้ สวิตช์ไฟ ขดลวด แผงควบคุมอุณหภูมิ แผงควบคุมพัลส์ ตัวต้านทานและหลอดไฟ อาศัยหลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานความร้อน เมื่อเปิดสวิตช์ไฟ กระแสไฟฟ้าจะส่งผ่านขดลวดไปยังแผง

ควบคุมอุณหภูมิและแรงควบคุมพัลส์ จากนั้นสวิตช์พัลส์จะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังตัวต้านทาน ส่งไปยังหลอดไฟเพื่อทำการสกัดน้ำมัน หากอุณหภูมิถึงจุดที่กำหนด ตัวของสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ จะตัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปคลัทช์แม่เหล็กของ

คอมเพรสเซอร์ และเมื่ออุณหภูมิภายในเครื่องเพิ่มขึ้นเกินจุดอุณหภูมิที่กำหนดแรงควบคุมพัลส์จะทำงานระบายความร้อนพร้อมกับการทำงานของสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ กระแสไฟฟ้าจะถูกควบคุมโดยสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภายนอกและภายในเครื่องบ่ม

2.2 การสกัดน้ำมันมะพร้าว

ในการสกัดน้ำมันมะพร้าว มี 2 วิธี เริ่มจากเตรียมน้ำกะทิ โดยผสมน้ำต่อน้ำมันมะพร้าวชุด ในอัตราส่วน 1:1 ที่น้ำอุณหภูมิ 50 °C (โดยดัดแปลงจากศุภมาส ปันปัญญา และ ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์, 2559) คั้นกะทิ อีกประมาณ 10 นาที จากนั้นนำน้ำกะทิที่ได้ใส่ในตู้เย็น เป็นเวลาประมาณ 30 นาที แบ่งน้ำกะทิใส่ขวดน้ำดื่ม จำนวน 4 ใบ ๆ ละ 300 ml แบ่งภาชนะออกเป็น 2 ชุด ทำการทดลองโดยใช้วิธีที่ 1 (ใช้เครื่องบ่มน้ำมัน ที่อุณหภูมิ 40 °C) และวิธีที่ 2 (วิธีดั้งเดิม) ในระหว่างทดลองให้เก็บน้ำมันที่เกิดขึ้นทุก ๆ 1 ชั่วโมง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกระทำโดยศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง Gas chromatography – mass spectroscopy (GC-MS) ก่อนวิเคราะห์ให้เตรียมสารตัวอย่างโดยใช้วิธี KOH–MeOH methylation โดย เตรียม 20 ml ของน้ำมันมะพร้าว ลงใน 0.5 M KOH ในเมทานอล 300 ml แล้วให้ความร้อน อุณหภูมิที่ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นวางให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง สกัดด้วย hexane : น้ำ อัตราส่วน 3:2 โดยปริมาตร นำสารสกัดเอสเทอร์ในชั้นอินทรีย์ไประเหยให้เหลือแต่สารสกัด แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS เก็บที่อุณหภูมิเย็นจัดดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ (Wang et al., 2015)

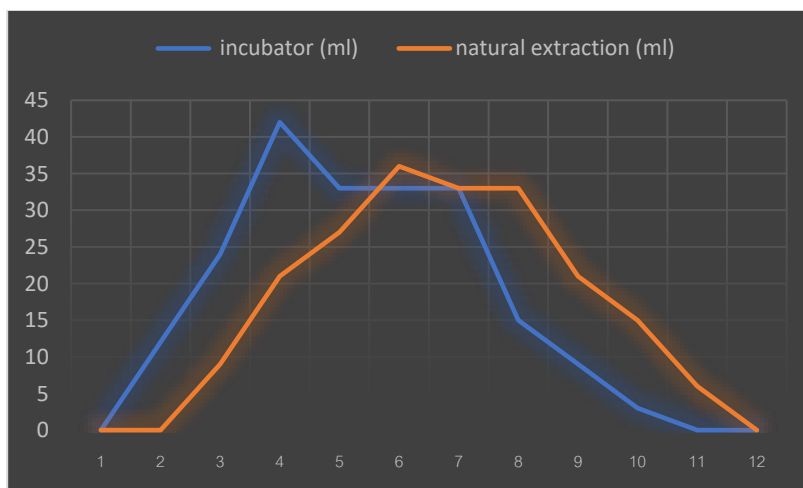
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

เมื่อบ่มกะทิโดยใช้เครื่องบ่มและวิธีดั้งเดิม พบว่า น้ำมันที่ได้จากการบ่มด้วยเครื่องมีปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 204.00 ± 1.00 ml ส่วนน้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีดั้งเดิม มีปริมาณน้ำมันเฉลี่ย 201.33 ± 1.52 ml ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 (ตารางที่ 1) แต่การสกัดด้วยการบ่มด้วยเครื่องพบว่า น้ำมันมะพร้าวถูกสกัดออกมามากที่สุดในชั่วโมงที่ 4 มีปริมาณเฉลี่ย 41.00 ± 1.00 ml และมีปริมาณลดลงในชั่วโมงที่ 5-7 ปริมาณเฉลี่ย 32.45 ml ส่วนการสกัดแบบดั้งเดิมพบว่า น้ำมันมะพร้าว ถูกสกัดออกมามากที่สุดที่ชั่วโมงที่ 6 มีปริมาณเฉลี่ย 35.00 ± 1.00 ml (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ปริมาตรรวมน้ำมันมะพร้าวที่ได้

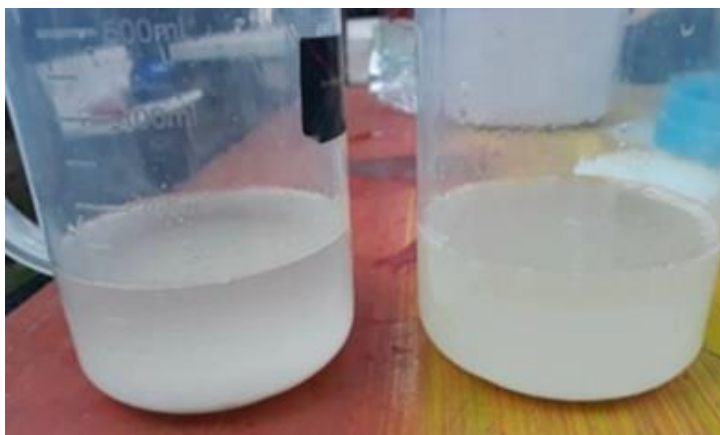
รายละเอียด	ปริมาณน้ำมัน (ml)	
	เครื่องบ่ม	วิธีดั้งเดิม*
ค่าเฉลี่ย (S.D.)	204.00 ± 1.00	201.33 ± 1.52

* ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 28 ± 3 °C

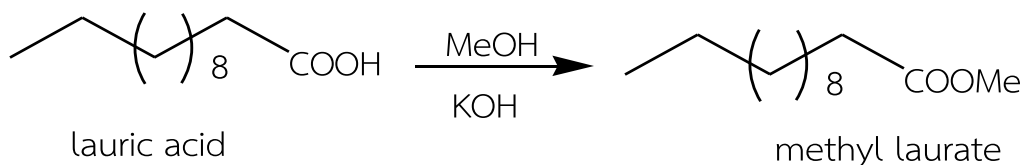


รูปที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการสกัดด้วยการบ่มและวิธีดั้งเดิมทุกชั่วโมง

น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการสกัด (รูปที่ 3) ก่อนนำไปทำปฏิกิริยาเมทิลเลชัน ดังสมการในรูปที่ 4

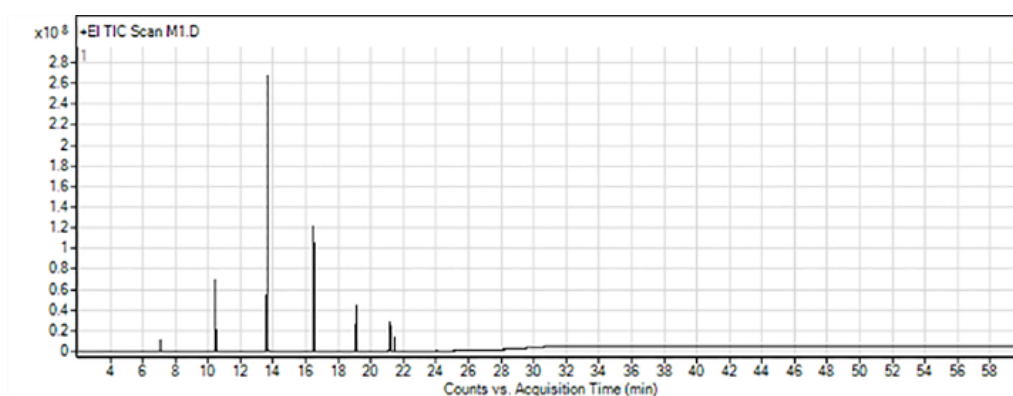


รูปที่ 3 น้ำมันที่สกัดจากเครื่องบ่ม (ซ้าย) แบบดั้งเดิม (ขวา)



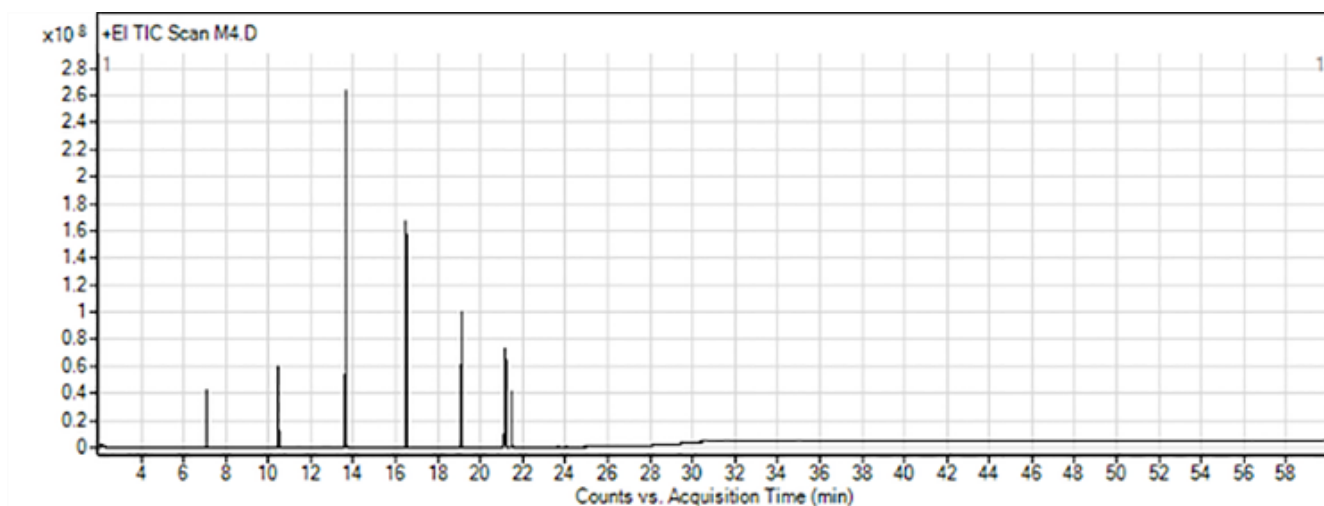
รูปที่ 4 ปฏิกิริยาเมทิลเลชันของกรดลอริก

เมื่อนำเอสเทอร์ที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าชนิดกรดไขมันชนิดอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอน 8-20 อะตอม จำนวน 7 ชนิดได้แก่กรดคาปริลิก กรดคาปริก กรดลอริก กรดไมริสติก กรดปาล์มิติก กรดสเตียริก และ กรดอร่าซิก โดยรวมคิดเป็น 90.39 % สำหรับการสกัดดั้งเดิม (รูปที่ 5) และ 95.21 % สำหรับการสกัดแบบบ่มด้วยเครื่องบ่ม (รูปที่ 6) ตามลำดับ



รูปที่ 5 โครมาโทแกรมของน้ำมันจากวิธีดั้งเดิม

โดยองค์ประกอบหลักคือ กรดลอริก (C12:0) มีจำนวนคาร์บอน 12 อะตอม 43.94 และ 56.36 % และองค์ประกอบรองลงมา ได้แก่กรดไมริสติก (C14:0) 22.19 และ 18.77 % ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวอีก 2 ชนิด ได้แก่กรดโอเลอิก (C18:1) และ กรดลิโนเลอิก (C18:2) 4.68 และ 9.52 % ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3



รูปที่ 6 โครมาโทแกรมของน้ำมันจากเครื่องบ่ม

การวิจัยนี้ดำเนินการสร้างเครื่องบ่มอย่างง่ายนี้เหมาะกับการสกัดแบบเปียกที่แตกต่างจากการสกัดน้ำมันมะพร้าวแบบเปียกที่อาศัยการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิต่ำมากของ ศุภมาศ ปันปัญญา และ ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ (2559) และการสกัดด้วยเครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกรของ พงศกร คชาพงศ์กุล, 2561 เนื่องจากทั้ง 2 วิธีที่เคยรายงานไว้จะต้องอาศัยทุนทรัพย์เพื่อซื้อเครื่องทำความเย็นที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำและใช้ในการสร้างเครื่องมือสกัดแห้งที่ทันสมัยแต่มีข้อดีได้ปริมาณน้ำมันสกัดได้อย่างรวดเร็วและปริมาณมากเหมาะสำหรับการผลิตเชิงพาณิชย์ในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตที่มากและมีความพร้อม ส่วนการวิจัยนี้พบว่าเครื่องบ่มอาศัยหลักการคล้ายกับการทำตู้ฟักไข่ของสัตว์ปีก (อัสมี ลือมาสือนิ และคณะ, 2560) โดยการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ แต่การสกัดน้ำมันมะพร้าวไม่ต้องการความชื้นสัมพัทธ์เหมือนตู้ฟักไข่ อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การสกัดคือ 35-40 °C (Kesonkan et al., 2022) ซึ่งในธรรมชาติปกติในวันหนึ่งๆ อุณหภูมิจะเฉลี่ยไม่เท่ากัน ขึ้นกับปัจจัยเรื่องสภาพแวดล้อม และอากาศทำให้การสกัดไม่สามารถควบคุมได้ และส่งผลให้ผู้บริโภครู้สึกยุ่งยากโดยอาจใช้ระยะเวลาหลายวัน จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความไม่นิยมบริโภค รวมถึงการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์หากการสกัดใช้เวลานานเกินไปจะเหม็นกลิ่นมะพร้าวบูด เช่นเดียวกับการสกัดจากมะพร้าวตากแห้ง (พงศกร คชาพงศ์กุล, 2561) ซึ่งการวิจัยนี้สามารถสร้างเครื่องบ่มขนาด 20 l ที่สามารถลดระยะเวลาการบ่มให้น้ำมันในระยะเวลาสั้นโดยการประยุกต์การสกัดจากการแช่แข็งมาเป็นการแช่เย็นเพื่อให้ง่ายต่อการเกิดการแยกชั้น น้ำออกจากชั้นไขมันก่อนนำไปบ่มด้วยเครื่อง จะใช้เวลาสกัดไม่นาน แต่ทั้งนี้วิธีนี้ก็มีความใช้จ่ายเรื่องการใช้กระแสไฟฟ้าเพื่อให้เกิดความร้อน ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้เมื่อเทียบกับการสกัดโดยใช้กระบวนการเริ่มต้นจากกะทิแช่เย็นมาตากกลางแดดจ้าของการประยุกต์การสกัดแบบธรรมชาติก็พบว่าปริมาณไม่แตกต่าง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันด้วยเทคนิค สเปกโทรสโกปี ชนิด GC-MS โดยการหามวลต่อประจุของเมทอลเอสเทอร์ของกรดไขมันพหุองค์ประกอบสำคัญ คือ กรดลอริก 43-56 % และ กรดไมริสติก 18-22 % ทั้งสองชนิดนี้รวมอยู่ในกลุ่มกรดไขมันอิ่มตัวมีความยาวสายขนาดปานกลาง ทั้งหมดร้อยละประมาณ 92-95 และกลุ่มกรดไขมันไม่อิ่มตัวอีกประมาณ 5-8 % ซึ่งเป็นลักษณะทางเคมีของน้ำมันมะพร้าว สกัดเย็น ตามมาตรฐาน APCC และ Codex (Chowdhury et al., 2007, Seneviratne and Jayathilaka, 2016, Sundrasegaran & Mah, 2020) ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันมะพร้าวจะแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐานเรื่องสายพันธุ์ (Kumar & Krishna, 2015) หรืออายุผลมะพร้าว (da Fonseca et al., 2014)

ดังนั้นในการวิจัยนี้เป็นการสุ่มซื้อมะพร้าวชุดซึ่งอาจจะได้มะพร้าวที่มาจากแหล่งปลูกหรือคนละสายพันธุ์ที่คละกัน จึงส่งผลให้ลักษณะทางเคมีที่แตกต่างกันเล็กน้อย จะเห็นว่าในงานวิจัยนี้ค้นพบเครื่องบ่มขนาด 20 l สามารถสกัดน้ำมันมะพร้าวได้และมีคุณภาพน้ำมันเป็นไปตามค่ามาตรฐานของน้ำมัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาความจุสูงสุดหรือวิธีการสกัดด้วยเครื่องนี้ให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นกว่านี้ต่อไป

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารสำคัญของน้ำมันมะพร้าวด้วยเทคนิค GC-MS ที่สกัดด้วยกระบวนการที่แตกต่างกัน

ชนิดกรดไขมัน	% Area	
	เครื่องบ่ม	วิธีดั้งเดิม
กรดไขมันอิ่มตัว		
Caprylic acid (8:0)	1.38	1.51
Capric acid (10:0)	10.03	6.00
Lauric acid (12:0)	56.36	43.94
Myristic acid (14:0)	18.77	22.19
Palmitic acid (16:0)	6.60	12.15
Stearic acid (18:0)	2.05	4.56
Arachidic acid (20:0)	0.02	0.04
total	95.21	90.39
กรดไขมันไม่อิ่มตัว		
Oleic acid (18:1)	4.31	8.41
Linoleic acid (18:2)	0.37	1.11
total	4.68	9.52
Total FFA	99.91	99.94

4. สรุป

เครื่องบ่มสกัดน้ำมันมะพร้าวที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมอุณหภูมิ ที่ 40 °C แล้วสกัดน้ำมันมะพร้าวโดยการบ่มที่อุณหภูมิที่กำหนดได้ปริมาณน้ำมัน 204.00 ± 1.00 ml ในเวลา 10 ชั่วโมง น้ำมันที่สกัดได้มีค่าร้อยละองค์ประกอบกรดไขมันอยู่ในระดับที่กำหนดในค่ามาตรฐานสากล มีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิ่มตัวขนาดสายปานกลางได้แก่กรดลอริก 56.36 % รองลงมากรดไมริสติก 18.77 % และกรดไขมันชนิดอิ่มตัวอื่น ๆ รวม 20.08 % มีองค์ประกอบกรดไขมันไม่อิ่มตัว 4.68 % ปริมาตรร้อยละขององค์ประกอบของกรดไขมันอิ่มตัวสูงกว่าการสกัดแบบดั้งเดิมและร้อยละของกรดไขมันไม่อิ่มตัวต่ำกว่าการสกัดแบบดั้งเดิม แต่ปริมาณโดยรวมขององค์ประกอบกรดไขมันทั้งหมดใกล้เคียงกัน 91.91 และ 99.94 % ของน้ำมันจากเครื่องบ่มและวิธีดั้งเดิม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าน้ำมันที่ได้จากเครื่องบ่มมีกลิ่นหอมมะพร้าวเล็กน้อยเหมาะในการอุปโภคบริโภคมากกว่าการสกัดแบบดั้งเดิมที่มีกลิ่นบูดเปรี้ยวเล็กน้อยของกลิ่นกะทิบูด ดังนั้นเครื่องบ่มที่ออกแบบไม่ซับซ้อนนี้สามารถนำไปใช้สกัดน้ำมันมะพร้าวในครัวเรือนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- พงสกร คชาพงศ์กุล. (2561). เครื่องสกัดน้ำมันมะพร้าวประหยัดพลังงานแบบครบวงจรเพื่อเกษตรกร. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- ศุภมาศ ปั่นปัญญา และ ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. (2559). ศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ด้วยวิธีการแช่เยือกแข็ง. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 22 (1): 1-6.
- สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ. (2562). รายงานสินค้าน้ำมันมะพร้าวในตลาดสหรัฐอเมริกา (HS Code 1513.) สืบค้นจาก https://www.ditp.go.th/contents_attach/567745/567745pdf
- อัสมะ ลือมาลี, ลติฟา สมานพิทักษ์ และชุลลิกพิไล กาซอ. (2560). การศึกษาและออกแบบตู้ควบคุมอุณหภูมิในการฟักไข่ไก่แบบกลบไข่อัตโนมัติ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร. 2 (1): 39-49.
- Agarwal R. K., and Bosco S. J. D. (2017). Extraction processes of virgin coconut oil. MOJ Food Processing & Technology. 4 (2): 54-56.
- Chan E. and Elevitch C.R. (2006). *Cocos nucifera* (coconut) Arecaceae (palm family) ver.2.1. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Hawaii: Permanent Agricultural Resource (PAR).
- Chomchalow N. (2011). Health and Economic Benefits of Coconut Oil Production Development in Thailand. AU J.T., 14 (3):181-187.
- Chowdhury K., Banu L.A., Khan S. And Latif A. (2007). Studies on the fatty acid composition of edible oil. Bangladesh J. Sci. Ind. Res., 42 (3): 311-316.
- Kesonkan K., Yeerum C.m Kiwfo K., Grudpan K. and Vongboot M. (2022). Green Downscaling of Solvent Extractive Determination Employing Coconut Oil as Natural Solvent with Smartphone Colorimetric Detection: Demonstrating the Concept via Cu (II) Assay Using 1,5-Diphenylcarbazide. Molecule. 27 (8622): 1-11.
- Da Fonseca A.M., Lemos T.L.G., Aguiar G.A. and Bizerra A.M.C.(2014).Fatty Chemical composition and antioxidant activities of coconut oil (*Cocos nucifera* L.). *Journal of Medicinal Plant Research*, 8 (34): 1081-1085
- Kumar P.K.P. and Krishna A.G.G. (2015). Physicochemical characteristics of commercial coconut oil produced in India. Grasas Aceites., 66 (1): 1-11.
- Oseni N.T., Fernando W.M.A.D.B., Coorey R., Gold I. and Jayasena V. (2017). Effect of extraction techniques on the quality of coconut oil. African Journal of Food Science. 11 (3): 58-66.
- Seneviratne K.N. and Jayathilaka N. (2016). Coconut oil: Chemistry and nutrition. Lakva: Battaramulla.
- Sundrasegaran S. and Mah S.H. (2020). Extraction Methods of Virgin Coconut Oil and Palm-pressed Mesocarp Oil and their Phytonutrients. eFood. 1 (6): 381-391.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Wang J., Wu W., Wang X., Wang M. and Wu F. (2015). An effective GC method for the determination of the fatty acid composition in silkworm pupae oil using a two-step methylation process. J. Serb. Chem. Soc., 80 (1): 9-20.

บทความวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟอาราบิก้าจากหมู่บ้านหนองน้ำดำ และภายใต้การดำเนินของโครงการหลวงในภาคเหนือ

Analysis of Amounts of Chlorogenic Acid and Caffeine in Arabica Coffee Beans from Nong Nam Dam Village and Operated under the Royal Project Foundation in the North

บุษราคัม สิงห์ชัย^{1*} เวธกา เช้าเจริญ¹ เกศสินี ศรีตากุล¹ ชนิกันต์ บัวล้อม¹

¹สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000

Butsarakham Singchai^{1*} Wethaka Chaocharoen¹ Ketsani Sridakul¹ Chanikan Bualom¹

¹Division of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Meoung district, Phetchaburi 76000

* Corresponding author. E-mail address: sbung13@yahoo.com ; Telephone: 081-995-0713

วันที่รับบทความ 20/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 17/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 27/มีนาคม/2566

บทคัดย่อ

กาแฟหนองน้ำดำเป็นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าที่เพิ่งเก็บเกี่ยวครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2565 นั้นยังไม่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลาย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในเมล็ดดิบและคั่วของกาแฟหนองน้ำดำและกาแฟสายพันธุ์เดียวกันที่ปลูกภายใต้การดำเนินของมูลนิธิโครงการหลวงในภาคเหนือ ตัวอย่างกาแฟนำมาสกัดด้วยหม้อกาต้มน้ำแล้วตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 330 และ 272 nm ด้วยเทคนิคยูวีวิซ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยใช้ 70% เอทานอลในน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย ค่าความหาปริมาณสารสำคัญจากการเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน และปริมาณกรดคลอโรจีนิกในสารสกัดกาแฟทุกชนิดในเมล็ดดิบ 2.46-3.82% ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในเมล็ดคั่วที่มีปริมาณ 0.78-1.78% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสูงกว่าปริมาณคาเฟอีนประมาณ 4-5 เท่า ส่วนปริมาณคาเฟอีนในสารสกัดเมล็ดคั่วทุกชนิดมีปริมาณ 1.76-4.15% สูงกว่าในเมล็ดดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมล็ดกาแฟคั่วทุกชนิดรวมทั้งกาแฟหนองน้ำดำมีปริมาณคาเฟอีนเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (กาแฟคั่ว) ดังนั้นการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าควรส่งเสริมกาแฟหนองน้ำดำให้เป็นสินค้าทางการเกษตรและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกาแฟหนองน้ำดำต่อไป

คำสำคัญ: กรดคลอโรจีนิก คาเฟอีน กาแฟอาราบิก้า การวิเคราะห์

Abstract

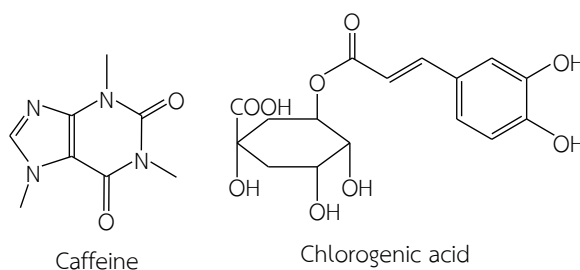
Nong Nam Dam coffee was an Arabica coffee species that had been harvested the first time in 2022. This coffee is not well known yet. Therefore, this research aimed to study the total amounts of chlorogenic acid and caffeine in green and roasted coffee beans, including Nong Nam Dam coffee and five the same type of coffee strains under the Royal Project Foundation in the North. The coffee samples were extracted by using moka pot. Quantities of bioactive compounds in samples were analyzed using spectrophotometer at the wavelengths 330 and 272 nm as well as using 70% ethanol and water as extraction solvent. The percentage of chlorogenic acid in all coffee extracts from green

beans was in the range of 2.46- 3.82%, which was higher than those of roasted beans (0.78-7.78%) and also 4-5 time higher than caffeine content ($p<0.05$). The caffeine content of all roasted coffee beans were in the range of 1.76-4.15% which has significantly higher than those of green beans ($p<0.05$). Pass the THAI community product standard (Roasted Coffee) or meet the THAI community product standard (Roasted Coffee). Therefore, this research suggests that Nong Nam Dam coffee should be promoted as an agricultural product and used to further development for products from Nong Nam Dam coffee.

Keywords; Chlorogenic acid, Caffeine, Arabica coffee, Analysis

1.บทนำ

กาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าเริ่มปลูกในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2493 และต่อมาในปี พ.ศ.2516 โครงการปลูกพืชทดแทนและพัฒนาเศรษฐกิจชาวไทยภูเขาร่วมกับสหประชาชาติได้นำกาแฟพันธุ์อาราบิก้ามาให้เกษตรกรชาวเขาในภาคเหนือของประเทศปลูกทดแทนฝิ่น ทำให้ชาวเขามีรายได้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้พื้นที่และปริมาณการปลูกฝิ่นลดลง ภาคเหนือจึงเป็นแหล่งสำคัญของผลผลิตกาแฟอาราบิก้าที่สำคัญของประเทศเนื่องจากสายพันธุ์อาราบิก้ามีราคาแพง และมีรสชาติดี จึงเป็นที่นิยมในท้องตลาดมากกว่าสายพันธุ์อื่น (นิรมล ปัญญาบุษยกุล และ สุทธิวิทย์ สีทา, 2554) ประกอบกับสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมของกาแฟสายพันธุ์นี้คือพื้นที่ในระดับความสูงมากกว่า 1,000 m จากระดับน้ำทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 18-22 °C จะช่วยให้เมล็ดกาแฟเจริญเติบโต ดินที่สามารถระบายน้ำได้ดีและความเป็นกรดด่างของดิน (pH) อยู่ระหว่าง 5.0 -5.5 ปริมาณน้ำฝนควรอยู่ระหว่าง 1,500 - 1,800 mm ต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 70-80 % ระยะเวลาการเจริญเติบโตที่ต้นกาแฟจะสามารถให้ผลผลิตเก็บเกี่ยวที่ประมาณ 8-9 เดือน (กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557)



รูปที่ 1 โครงสร้างของคาเฟอีนและกรดคลอโรจีนิก

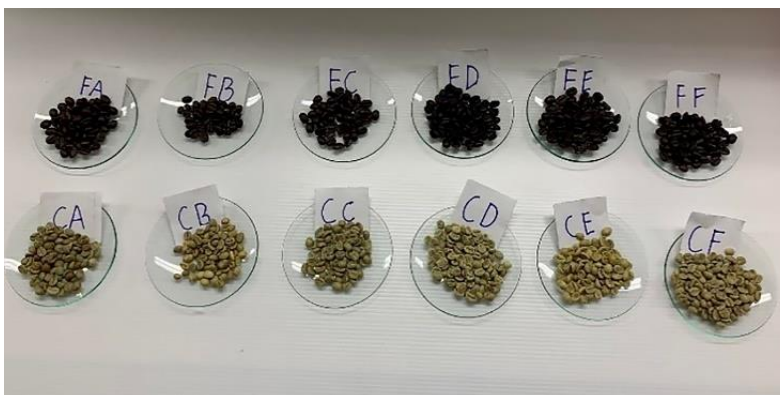
เมล็ดกาแฟมีสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิดที่มีผลต่อสุขภาพและเป็นสารกำหนดคุณภาพของเมล็ดกาแฟนั้น ได้แก่คาเฟอีน (caffeine) และกรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid, CGA) มีโครงสร้างทางเคมีดังรูปที่ 1 นอกจากนี้เมล็ดกาแฟยังประกอบด้วยแร่ธาตุต่าง ๆ น้ำตาล กรดไขมัน และสารระเหยให้กลิ่นเฉพาะตัว โดยสารเหล่านี้จะมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละสายพันธุ์และมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณตามกระบวนการคั่วหรือการผ่านความร้อน (ชัชวาล เมฆโหรา, 2558) เนื่องจากชุมชนบ้านหนองน้ำดำ ตำบลห้วยแม่เพรียง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี เป็นชุมชนที่ตั้งเชิงเขาที่เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี มีความสูงมากกว่า 1,000 m จากระดับน้ำทะเล มีอ่างเก็บน้ำหนองน้ำดำเก็บกักน้ำไว้ใช้ตลอดปี สภาพโดยทั่วไปเป็นป่าดิบชื้น มีความชื้นสูงเนื่องจากมีฝนตกชุก ไม้ร้อนอบอ้าว ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีเฉลี่ย 1,000 mm (ธรรมนูญ เต็มไชย, 2561)

ประชาชนมีอาชีพหลักเป็นเกษตรกร และได้เริ่มจัดตั้งกลุ่มกาแฟอินทรีย์ขึ้นพร้อมกับทำการทดลองปลูกกาแฟแบบอินทรีย์จากวัสดุเหลือใช้จากก้อนเห็ดของการเกษตรหลัก ในปี 2565 กาแฟอาราบิก้าของหนองน้ำดำได้ถูกเก็บออกจำหน่ายไปยังจังหวัดใกล้เคียงครั้งแรกเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ประชาชนหันมาปลูกกาแฟอาราบิก้าเป็นพืชเศรษฐกิจเพื่อสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจในการวิเคราะห์หากรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในกาแฟอาราบิก้าของหนองน้ำดำ เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพทางเคมีของกาแฟอาราบิก้าของหนองน้ำดำ และเปรียบเทียบกับกาแฟสายพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในประเทศ

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมกาแฟตัวอย่าง

โดยนำเมล็ดกาแฟดิบ (green coffee bean) และกาแฟคั่ว (roasted coffee bean) (รูปที่ 2) ตัวอย่างกาแฟหนองน้ำดำสายพันธุ์อาราบิก้าได้รับความอนุเคราะห์จากผู้นำกลุ่มกาแฟของชุมชนหนองน้ำดำ ส่วนกาแฟอีก 5 ชนิดเป็นกาแฟจากการซื้อในร้านค้าที่รับซื้อกาแฟจากสายพันธุ์อาราบิก้าที่ปลูกภายใต้การดูแลของมูลนิธิโครงการหลวงในภาคเหนือ ให้มีรหัสตัวอย่างกาแฟดิบเป็น CA-CF และตัวอย่างกาแฟคั่วเป็น FA-FF ตัวอย่างที่ได้มา มีการอบแห้งและคั่วมาแล้ว ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงนำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดสำหรับกาแฟคั่ว ส่วนกาแฟดิบนำมาบดหยาบ แล้วนำไปสกัดตามข้อ 2.2



รูปที่ 2 ตัวอย่างเมล็ดกาแฟดิบและคั่ว

2.2 การเตรียมสารสกัดกาแฟ

ด้วยการใช้หม้อกาพ็อต (moka pot) ดังแสดงในรูปที่ 3 ตามการทดลองของ Mitek et al. (2021) ที่นิยมใช้ในการเตรียมกาแฟสดเป็นเทคนิคการสกัดแบบ percolation ในการวิจัยนี้ นำตัวอย่างกาแฟ 12 g สกัดด้วยน้ำ 120 ml ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 6 นาที นำสารสกัดที่ได้กรองขณะร้อนแล้ววางให้เย็นอุณหภูมิห้อง ละลายด้วย 70% เอทานอลปริมาณ 5 ml ด้วยอัตราส่วน 1:100 และ 1:200 ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer (รุ่น SP8001 ของ Metertech) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟดิบและคั่วของแต่ละชนิดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีน

ซึ่งเป็นการดัดแปลงจาก Belay and Gholap (2009) การเตรียมกราฟมาตรฐานกรดคลอโรจีนิก ระหว่างความเข้มข้น 2.5-20 g/ml ใน 70% เอทานอลในน้ำ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 330 nm การเตรียมกราฟมาตรฐาน คาเฟอีนระหว่างความเข้มข้น 5-20 20 g/ml ใน 70% เอทานอลในน้ำ นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 272 nm

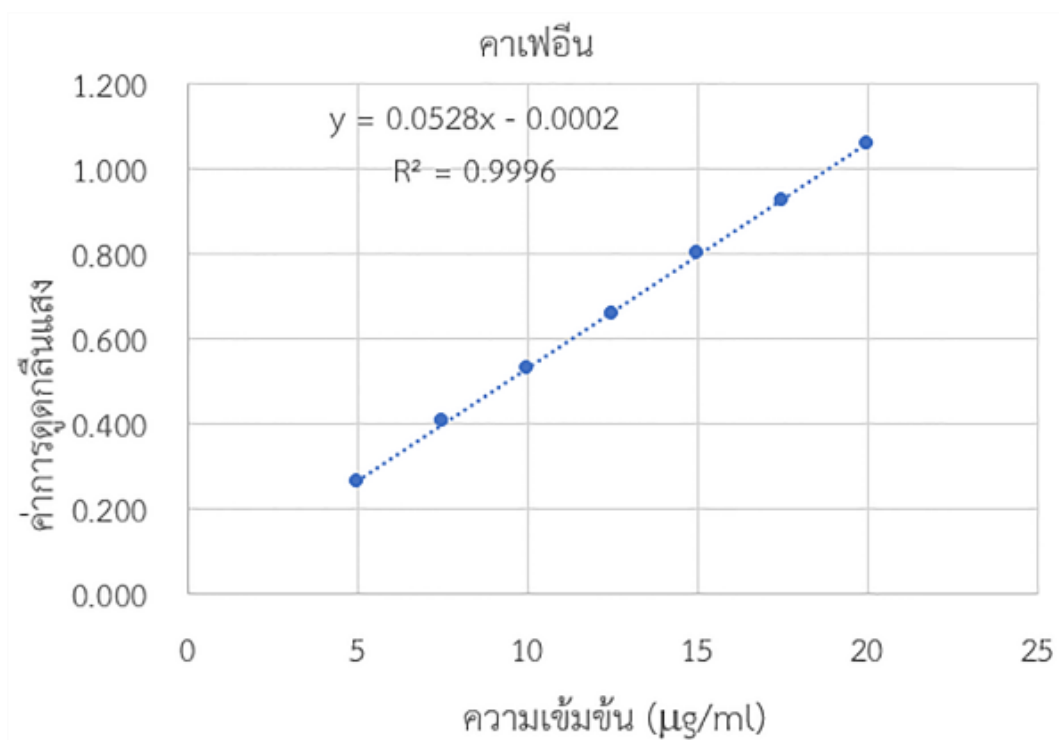
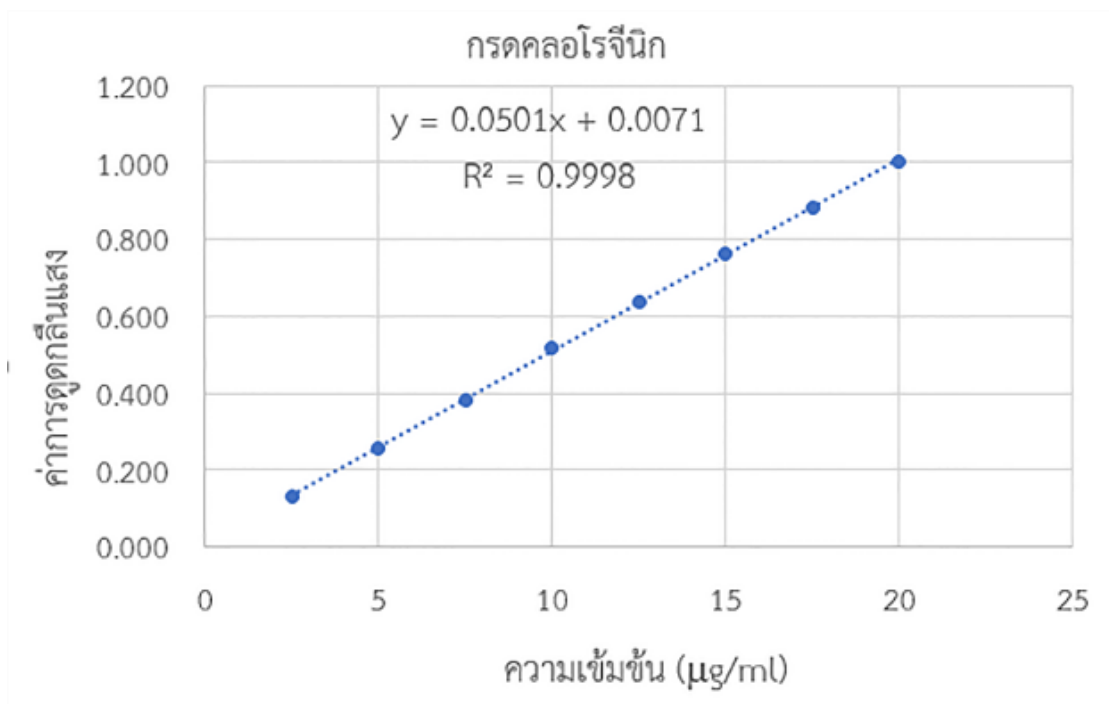


รูปที่ 3 มอกกาพ็อต

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การสร้างกราฟมาตรฐานกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีน ในตัวทำละลาย 70% เอทานอล ในช่วงความเข้มข้น 2.5-20 g/ml โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวี ความยาวคลื่น 330 และ 272 nm (Navarra et al., 2017) (รูปที่ 4) พบว่ากราฟของสารมาตรฐาน มีค่า $R^2 = 0.9998$ และ $R^2 = 0.9996$ ตามลำดับ

กาแฟดิบและกาแฟคั่วทั้ง 6 ชนิดมีปริมาณกรดคลอโรจีนิกไม่แตกต่างกันมาก อยู่ระหว่าง 2.46-3.82 และ 0.78-1.75% ตามลำดับ ทุกตัวอย่างกาแฟดิบจะมีปริมาณร้อยละกรดคลอโรจีนิกสูงกว่าเมล็ดคั่วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ความเป็นกรดต่างด้วยเครื่องวัดพีเอชพบว่า ทุกชนิดกาแฟดิบและกาแฟคั่วจะมีความเป็นกรดอ่อนในช่วงค่าพีเอชระหว่าง 5.34-6.03 ตัวอย่างกาแฟ 6 ชนิดของเมล็ดดิบและคั่วมีปริมาณคาเฟอีนไม่แตกต่างกันมาก อยู่ระหว่าง 0.43-0.82 และ 1.76-4.15% ตามลำดับ ทุกตัวอย่างกาแฟคั่วจะมีปริมาณร้อยละคาเฟอีนสูงกว่าเมล็ดดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 2 การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีนโดยใช้เทคนิคยูวีวิซ สเปกโตรสโคปีเป็นการวิเคราะห์ที่สะดวก ง่าย และไม่สิ้นเปลืองงบประมาณมาก



รูปที่ 4 กราฟมาตรฐานของกรดคลอโรจีนิกและคาเฟอีน

โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการของ Navarra et al. (2007) เป็นการลดขั้นตอนการสกัดทำให้ไม่สิ้นเปลืองสารเคมีและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวิธีเดิมในการจะหาปริมาณคาเฟอีนนิยมสกัดด้วยคาเฟอีนแยกจากกรดคลอโรจีนิกด้วยไดคลอโรมีเทน ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางสเปกโตรสโกปี (Adnan et al., 2020) (การศึกษาปริมาณสารสำคัญทั้งสองนี้เริ่มจากนำเมล็ดกาแฟดิบและคั่วมาบดหยาบและบดละเอียดตามลำดับ และสกัดด้วยเมกกาพ็อต พบว่ากาแฟดิบมีปริมาณกรด คลอโรจีนิกสูงกว่ากาแฟคั่วเพราะกรดคลอโรจีนิกถูกทำลายเมื่อโดนความร้อนที่ใช้ในการคั่ว การคั่วจะมีระดับความเข้มของการคั่วแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิที่ใช้) Belay and Gholap, 2009 (โดยทั่วไปกรดคลอโรจีนิกควรมีปริมาณ 4.0-8.4 % ในเมล็ดกาแฟดิบ)

แต่ในการทดลองนี้มีปริมาณต่ำกว่าอาจเนื่องจากวิธีการเตรียมสารตัวอย่างครั้งนี้ใช้ความร้อนสูงแต่ในงานวิจัยของ Belay and Gholap (2009) นำเมล็ดกาแฟดิบแช่ในน้ำกลั่นแล้วคนสม่ำเสมอเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยให้ความร้อนอุ่น ๆ เพื่อเตรียมตัวอย่าง แต่การวิจัยครั้งนี้ใช้เมกกาพ็อต ใช้เวลาประมาณ 6 นาทีในการเตรียมและอุณหภูมิที่ใช้ในขณะที่เตรียมน้ำจะต้องเดือด อาจส่งผลต่อความเสถียรของกรดคลอโรจีนิกได้ แต่ทั้งนี้ปัจจัยเรื่องสายพันธุ์ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวและสิ่งแวดล้อมที่ปลูกมีผลต่อปริมาณสารสำคัญด้วย (Navarra et al., 2017, ประชา เชนันท์, 2560) ส่วนปริมาณคาเฟอีนในเมล็ดดิบจะน้อยกว่าเมล็ดคั่ว พบปริมาณในเมล็ดดิบประมาณ 0.97-1.22 % (Belay et al., 2008) ส่วนในเมล็ดคั่วจะมีปริมาณคาเฟอีนสูงเนื่องจากน้ำหนักของเมล็ดกาแฟที่เบา

เนื่องจากคั่วที่อุณหภูมิสูงทำให้ได้ปริมาณของเมล็ดกาแฟจำนวนมากขึ้นจึงพบปริมาณคาเฟอีนสูงเมื่อเทียบกับน้ำหนักเมล็ดกาแฟแห้ง กาแฟคั่วสายพันธุ์อาราบิก้าทุกชนิดที่ศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยกาแฟที่เพิ่งเก็บครั้งแรกของหมู่บ้านหนองน้ำดำและกาแฟที่ขายในท้องตลาดที่มีชื่อเสียงมีปริมาณคาเฟอีนใกล้เคียงกันในช่วงที่อยู่ในค่ามาตรฐานของกาแฟคั่วตามมาตรฐานชุมชน (มผช. 268/2558) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2558) ข้อ 4.8 หน้า 2 ว่าเมล็ดกาแฟคั่วต้องมีร้อยละคาเฟอีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 1 และมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขเรื่องกาแฟ ฉบับที่ 197 พ.ศ. 2543 (ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป (2544) ข้อ 4 (3) ว่ากาแฟที่มีร้อยละคาเฟอีนไม่น้อยกว่า 1 % ทั้งนี้การกำหนดมาตรฐานกาแฟคั่วหรือกาแฟดิบไม่ได้มีข้อกำหนดใดที่เกี่ยวข้องกับกรดคลอโรจีนิกแต่อย่างใด แต่โดยทั่วไปกาแฟดิบจะพบกรดคลอโรจีนิกมากกว่าคาเฟอีนประมาณ 4-5 เท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยชนิดกาแฟด้วย (ชูษณา เมฆโหรา, 2558) และในการควบคุมมาตรฐานเมล็ดกาแฟดิบก็ไม่ได้กำหนดปริมาณกรดคลอโรจีนิกไว้ แต่หากผู้บริโภคต้องการกาแฟที่มีผลดีต่อสุขภาพควรบริโภคกาแฟที่มีปริมาณกรดชนิดนี้ด้วย หากรับประทานปริมาณที่เหมาะสมสามารถทำให้ผู้บริโภคมีสุขภาพที่ดี เนื่องจากสามารถช่วยลดระดับน้ำตาล ลดการอักเสบ ด้านอนุมูลอิสระและลดไขมันได้ (ชูษณา เมฆโหรา, 2558)

ตารางที่ 1 ร้อยละของกรดคลอโรจีนิกในเมล็ดกาแฟดิบและคั่ว

Code	%CGA	S.D.	Code	% CGA	S.D.
CA	2.75 ^a	0.05	FA	1.55 ^b	0.02
CB	3.82 ^a	0.04	FB	0.95 ^b	0.01
CC	3.69 ^a	0.05	FC	1.29 ^b	0.09
CD	3.09 ^a	0.07	FD	0.78 ^b	0.01
CE	2.46 ^a	0.02	FE	1.66 ^b	0.02
CF	3.06 ^a	0.06	FF	1.75 ^b	0.04

หมายเหตุ: อักษรที่ต่างกันแถวหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 2 ร้อยละคาเฟอีนในเมล็ดกาแฟดิบและคั่ว

Code	%caffeine	S.D.	Code	%caffeine	S.D.
CA	0.71 ^a	0.01	FA	3.44 ^b	0.02
CB	0.59 ^a	0.03	FB	3.19 ^b	0.13
CC	0.57 ^a	0.01	FC	3.41 ^b	0.10
CD	0.43 ^a	0.02	FD	1.76 ^b	0.08
CE	0.46 ^a	0.01	FE	4.06 ^b	0.07
CF	0.82 ^a	0.02	FF	4.15 ^b	0.20

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวหมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

4. สรุป

ตัวอย่างเมล็ดกาแฟทั้ง 6 ชนิดที่ศึกษาพบว่ามีปริมาณกรดคลอโรจีนิกในเมล็ดดิบ 2.46-3.82% ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในเมล็ดคั่ว ส่วนปริมาณคาเฟอีนพบว่ามีปริมาณ 1.76-4.15% ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในเมล็ดดิบทุกตัวอย่าง และทุกตัวอย่างกาแฟมีปริมาณคาเฟอีนมากกว่า 1 % อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกาแฟที่ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นจากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่ากาแฟหนองน้ำดำสามารถนำไปสร้างหรือผลิตเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญหรือส่งเสริมการผลิตในทางอุตสาหกรรมทางกาแฟได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกาแฟ. เอกสารวิชาการที่ 3/2557. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.
- ชูชนา เมฆโหรา. (2558). กาแฟเพื่อสุขภาพ. *อาหาร*. 45(4), 15-21.
- ธรรมบุญ เต็มไชย. (2561). การศึกษาปริมาณน้ำทำในระบบนิเวศ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. *วารสารนภาเพชร*. 2(1). 46-65.
- นิรมล ปัญญบุษยกุล, และสุทธิวิทย์ สีทา. (2554). ผลของการทำแห้งต่อองค์ประกอบและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อผลกาแฟ. *รายงานวิจัย*.
- ประชา เทชนันท์. (2560). คุณภาพเมล็ดกาแฟอาราบิก้าและคุณสมบัติบางประการภายใต้รูปแบบการปลูกแบบต่างๆของชาวเขาชาติพันธุ์อาข่า บ้านใหม่พัฒนา ตำบลลาววี อำเภอมะสอย จังหวัดเชียงราย. *ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2558). *ประกาศสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม ฉบับที่ 2032 (พ.ศ. 2558)*. ลงวันที่ 3 กันยายน พ.ศ. 2558.
- ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป. (2544). กาแฟสปีคันจา .n [http://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_103 . pdf](http://fic.nfi.or.th/law/upload/file1/TH_103.pdf).

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Adnan A., Naumann M., Mörlein D., & Pawelzik E. (2021). Reliable Discrimination of Green Coffee Beans Species: A Comparison of UV-Vis-Based Determination of Caffeine and Chlorogenic Acid with Non-Targeted Near-Infrared Spectroscopy. *Foods*, 9, 788 doi:10.3390/foods9060788.
- Belay A., & Gholap A. V. (2009). Characterization and determination of chlorogenic acids (CGA) in coffee beans by UV-Vis spectroscopy. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(11), 234-240.
- Belay, A., Ture, K., Redi, M., & Asfaw, A. (2008). Measurement of caffeine in coffee beans with UV/vis spectrometer. *Food Chemistry*, 108, 310–315.
- Mitek, M., Mtodecki, T., & Dzigan, M. (2021). Caffeine content and antioxidant activity of various brews of specialty grade coffee. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 20(2), 179-188.
- Navarra G., Moschetti M., Guarrasi V., Mangione M.R., Militello V., & Leone M. (2017). Simultaneous. Determination of caffeine and chlorogenic Acids in Green Coffee by UV/Vis Spectroscopy. *Hindawi Journal of Chemistry*, 1-8.

บทความวิจัย

การผลิตเบียร์จากข้าวเหนียวท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์

Production of beer from local glutinous rice in Phetchabun

นภิตี ธรรมรักษา¹ สุพรรณฯ สิงห์สุข¹ ประภัตร รังวรณนา¹ ธนาวรรณ สุขเกษม¹ กานต์ แยมพงษ์^{1*}

¹หลักสูตรสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

Napatidee Tommaraksa¹ Suphansa Singsuk¹ Prapatsone Rangwanna¹ Tanawan Sukkasem¹

Karn Yaempongsa^{1*}

¹Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajapath University, Mueang district, Phetchabun 67000

* Corresponding author. E-mail address: karn.yae@pcru.ac.th ; Telephone: 056-717-0000

วันที่รับบทความ 20/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 10/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 1/เมษายน/2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตเบียร์จากข้าวเหนียวท้องถิ่นในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้แก่ ข้าวเหนียว กข6 ข้าวเหนียวเขี้ยวงู และข้าวเหนียวดำลิ้มผัว โดยนำมาผสมกับมอลต์ข้าวสาลีในอัตราส่วน 2:1 (ข้าวเหนียว : มอลต์ข้าวสาลี) ทำการหมักด้วย *Saccharomyces cerevisiae* (SafAle S-04) เป็นเวลา 15 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C ทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนอิสระ (FAN) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) น้ำตาลรีดิวซ์ในรูปของกลูโคส และแอลกอฮอล์ ผลผลิตที่ได้นำไปประเมินทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน แบ่งการทดสอบเป็นเบียร์ที่ไม่เติมน้ำตาล และเติมน้ำตาล ผลการศึกษพบว่าเบียร์ที่ผลิตจากข้าวเหนียว กข6 (RD6) มีปริมาณ FAN TSS และกลูโคส สูงที่สุด โดยมีแนวโน้มที่จะลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก และมีปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีปริมาณสูงสุด โดยมีลักษณะสีเหลืองสว่าง จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ชิมมีความชอบ RD6 ที่เติมน้ำตาลกลูโคส 4 % (RD6G) มากที่สุด ซึ่งมีคะแนนสูงที่สุดจากการประเมินทางประสาทสัมผัสในทุกด้าน โดยจากข้อเสนอแนะผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า มีกลิ่นที่ไม่แรงจนเกินไป รสชาติที่ไม่ขมมากเกินไป และมีความซ่ามากกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้รับประทานได้ง่ายกว่าตัวอย่างอื่น จากผลการศึกษแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของข้าวเหนียวในท้องถิ่นซึ่งสามารถนำมาแปรรูปเป็นเบียร์ ซึ่งเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของข้าวท้องถิ่นให้แก่เกษตรกร

คำสำคัญ; เบียร์ ข้าวเหนียว ข้าวเหนียว กข6 ข้าวเหนียวดำลิ้มผัว ข้าวเหนียวเขี้ยวงู

Abstract

This research was to study the production of beer from local glutinous rice in Phetchabun province, were RD6, Kiaw ngoo and Lum Pua, was made by mixing it with wheat malt in a ratio of 2:1 (glutinous rice: wheat malt) fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* (SafAle S-04) for 15 days at 20°C. Free amino nitrogen (FAN), total soluble solid (TSS), reducing sugar (glucose) and alcohol content were examined. The products used for sensory evaluation using 12 untrained panelists, were divided into no-sugar-added and add sugar beer. The results showed that beers produced made from glutinous rice RD6 (RD6) had the highest content of FAN, TSS and glucose, with a tendency to decrease over the fermentation period and has the highest alcohol content with a bright yellow appearance. Sensory tests revealed that the tasters had the highest preference for RD6 added 4% glucose (RD6G), which scored the highest among all

assessed topics. Sensory tests revealed that the panelists had the highest preference for 4% glucose-enriched RD6 (RD6G), which scored the highest among all assessed subjects. From the suggestions, the testers commented that there is a smell that is not too strong, the taste is not too bitter and more sparkling than other samples. The study shows the potential of local glutinous rice that can be processed into beer, which will provide farmers to increase the economic value of local rice.

Keywords: Beer, Glutinous rice, RD6 glutinous rice, Lum Pua glutinous rice, Kiaw ngoo glutinous rice

1. บทนำ

เบียร์เป็นหนึ่งในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่เก่าแก่และมีการบริโภคกันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก โดยได้รับการจัดอันดับว่าเป็นเครื่องดื่มยอดนิยมอันดับสาม รองจากน้ำดื่มและชา โดยเบียร์นั้นถูกผลิตขึ้นโดยกระบวนการต้มและหมักของแป้งตั้ง นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันคนทุกชาติรู้จักและนิยมชมชอบการดื่มเบียร์ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ประชาชนนิยมในการดื่มเบียร์ เมื่อพิจารณาในเชิงมูลค่าทางการตลาดพบว่าเบียร์มีส่วนในเชิงมูลค่าทางการตลาดสูงที่สุดในกลุ่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยมีสัดส่วน 71.3% และ 54.3% ในเชิงปริมาณและมูลค่าของตลาดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทั้งหมด รองลงมาคือสุรา ซึ่งมีสัดส่วน 26.7% และ 37.9% ในเชิงปริมาณและมูลค่า ตามลำดับ (วรรณา, 2565) วัตถุดิบหลักในการหมักเบียร์ส่วนมากจะนิยมใช้ข้าวบาร์เลย์ ซึ่งในปัจจุบันมีการปลูกในประเทศไทย อย่างไรก็ตามก็ยังคงจัดว่ามีราคาสูงเมื่อเทียบกับข้าวชนิดอื่นๆ ที่ผลิตในประเทศ

เนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรภายในประเทศมีปริมาณมากและหลากหลาย โดยข้าวนั้นเป็นหนึ่งในผลผลิตที่มีการเพาะปลูกมากที่สุดในประเทศไทย ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการแปรรูปข้าวไทยให้เป็นผลิตภัณฑ์เบียร์นั้นมีความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าว ซึ่งเป็นการสนับสนุนทรัพยากรในประเทศเพื่อลดต้นทุนการผลิตรวมทั้งลดปริมาณการนำเข้าทรัพยากรจากต่างประเทศ ทั้งนี้ยังส่งเสริมการผลิตและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในประเทศให้มากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยมีแหล่งของวัตถุดิบหลักที่สามารถใช้ในกระบวนการผลิตเบียร์ได้มีหลากหลายชนิด เช่น มอลต์ข้าวเหนียวดำ ซึ่งสามารถนำมาผลิตเบียร์ได้ใกล้เคียงกับมอลต์บาเลย์ (นาริรัตน์, 2554) ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาหาวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น ได้แก่ ข้าวเหนียว กข6 ข้าวเหนียวดำ ลิ้มผั่ว และข้าวเหนียวเขี้ยวงู ซึ่งมีการปลูกเป็นจำนวนมากในจังหวัดเพชรบูรณ์ มาทดแทนวัตถุดิบที่นำเข้าจากต่างประเทศ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตและนำไปสู่การผลิตเบียร์ในท้องถิ่นต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 วัตถุดิบ

2.1.1 ข้าวที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้าวเหนียว กข6 (RD6) ข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว (LP) ข้าวเหนียวเขี้ยวงู (KN) จากจังหวัดเพชรบูรณ์ และข้าวสาลีจากจังหวัดนครราชสีมา

2.1.2 เชื้อจุลินทรีย์ สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* SafAle S-04 (Fermentis, France)

2.1.3 ฮอปส์อัดเม็ด Amarillo PELLET HOPS (T90) (Amarillo, USA)

2.1.4 การเตรียมมอลต์ เตรียมเมล็ดข้าวสาลี 375 กรัม มาแช่น้ำเป็นเวลา 5 ชม. จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางที่วางอยู่บนตะกร้า รดน้ำทุก 8 ชม. จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบางที่วางอยู่บนตะกร้า รดน้ำทุก 8 ชม. เมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง จะพบว่ารากของเมล็ดข้าวสาลีจะเริ่มงอก (รูปที่ 1) จากนั้นนำไปทำให้แห้งเพื่อใช้ในขั้นตอนการหมัก



รูปที่ 1 ลักษณะของมอลต์หลังผ่านการเพาะเป็นเวลา 72 ชม.

2.2 การเตรียมข้าวเหนียวนึ่งและหัวเชื้อยีสต์

2.2.1 นำข้าวเหนียวที่ใช้ในการทดลองชนิดละ 750 กรัม มาป่นให้แตก แช่น้ำ 2 ชม. ทำการนึ่งจนข้าวสุก

2.2.2 การเตรียมยีสต์ 2.15 กรัม ลงในน้ำเวิร์ท ที่ได้จากขั้นตอนการหมักเบียร์ (ขั้นตอน 2.3) 5 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นเวลาทิ้งไว้ 15 นาที หลังจากนั้นทำการแฉกให้ยีสต์กับน้ำเวิร์ทเข้ากันแล้วทิ้งไว้อีก 15 นาที

2.3 วิธีการหมักเบียร์

ทำการผลิตเบียร์ โดยดัดแปลงจากวิธีของ Born to beer (2021) และ Born to beer (การสื่อสารส่วนบุคคล, 23 พฤษภาคม 2565) โดยทำการต้มน้ำปริมาตร 4.5 ลิตร จนอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จากนั้นให้เทข้าวเหนียวที่นึ่งแล้วลงและคนเพื่อไม่ให้จับตัวเป็นก้อน ความคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 66-67 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแยกกากโดยใช้ผ้าขาวบางทำการล้างเศษน้ำตาลที่ติดอยู่กับข้าว (ในผ้าขาวบางที่มีกากอยู่) โดยใช้ น้ำที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ปริมาณ 1.25 ลิตร จากนั้นผสมน้ำทั้งสองส่วนรวมกันต้มให้เดือดทิ้งไว้จนฟองยุบตัว แล้วทำการต้มต่อเป็นเวลา นาที 40 จากนั้นเติมฮอปส์ ครั้งที่ 1 ปริมาณ 1.6 กรัม แล้วทำการต้มต่ออีก 20 นาที เมื่อครบเวลาควบคุมอุณหภูมิหม้อต้มให้ลดลงอยู่ระหว่าง 74-75 องศาเซลเซียส แล้วทำการเติมฮอปส์ ครั้งที่ 2 เพิ่ม 4.8 กรัม ผสมให้เข้ากันให้ ปิดฝาทิ้งไว้ 20 หลังจากนั้นทำการปรับอุณหภูมิของน้ำเวิร์ทให้เข้าใกล้อุณหภูมิห้องโดยการแช่หม้อต้มลงในน้ำแล้วนำไปกรองด้วยผ้าขาวบาง ลงในถังหมักขนาด 5 ลิตร เติมน้ำยีสต์ที่เตรียมไว้ (2.2.3) จากนั้นทำการติด air-lock แล้วนำไป หมักที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วัน



รูปที่ 2 การต้มมอลต์ เพื่อเตรียมน้ำเวิร์ท

หลังจากผ่านไป 15 วัน นำเบียร์ที่ได้ไปบรรจุขวดขนาด 330 มิลลิลิตร โดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง โดย ชุดที่ 1 นำไปบรรจุขวดทำการฆ่าเชื้อ แล้วนำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส 15 วัน และชุดที่ 2 จะทำการเติมสารละลายน้ำตาลเดกซ์โตรส 30 % ขวดละ 4 มิลลิลิตร นำไปบรรจุขวด หมักต่อที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน เมื่อครบ 15 วัน นำทั้ง 2 ชุดการทดลองไปทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสของเบียร์

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.4.1 ปริมาณไนโตรเจนอิสระ (Free amino nitrogen; FAN) เติร์มสารละลาย S1 ประกอบด้วย Na_2HPO_4 25 กรัม, K_2HPO_4 15 กรัม ninhydrin 1.25 กรัมและ fructose 0.75 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร สารละลาย S2 ประกอบด้วย KIO_3 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร จากนั้นเติม ethanol 95% 100 มิลลิลิตร ทำการปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น และสารละลายไกลซีนมาตรฐาน ไกลซีน 26.8 มิลลิลิตร ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 25 มิลลิลิตร ทำการเจือจาง 1:100 ก่อนนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยการนำตัวอย่างเบียร์มาเจือจาง 1:50 ดูดสารละลายตัวอย่าง 2 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาดกลาง เติร์มสารละลาย S1 จำนวน 1 มิลลิลิตร ปิดฝา นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 16 นาที ทำให้เย็นโดยการแช่ในน้ำ ประมาณ 20 นาที จากนั้นเติร์มสารละลาย S2 จำนวน 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร การทำ blank test โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณ free α -amino nitrogen ในสารละลายไกลซีนมาตรฐาน (นาริรัตน์, 2554) ตามสมการที่ (1)

$$\text{ปริมาณ FAN (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A_{570} \text{ ของตัวอย่าง} \times 2 \times \text{การเจือจาง})}{(A_{570} \text{ ของสารละลายไกลซีนมาตรฐาน})} \quad (1)$$

2.4.2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS)

วิเคราะห์โดยใช้ Hand-held refractometer (N-1 α , Japan)

2.4.3 น้ำตาลรีตีวซ์ในรูปของกลูโคส

เตรียมสารละลาย 3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) 1.0% เตรียมโดยใช้ DNS 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 125 มิลลิลิตร NaOH 8 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปอุ่นในอ่างน้ำร้อน จากนั้นเติม potassium sodium tartrate 150 กรัม จากนั้นเติม Na_2SO_3 0.25 กรัม ปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง

วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีตีวซ์ โดยดูดสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำตาล DNS ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดโดยคลายเกลียวให้หลวม แล้วนำหลอดไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที นำมาแช่น้ำเย็นทันทีเป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร ทำการคำนวณปริมาณน้ำตาลรีตีวซ์ในรูปของกลูโคสโดยใช้กราฟมาตรฐานสารละลายกลูโคส ที่ความเข้มข้น 5 10 15 20 25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (รจิตรา และคณะ, 2559)

2.4.4 ปริมาณแอลกอฮอล์

วิเคราะห์โดยใช้ Alcohol Refractometer (TI-RWA0025A, Singapore)

2.4.5 ค่าสี

ทำการศึกษาค่าสีด้วยเครื่อง Konica Minolta CR- มิลลิลิตร เทล่งภาชนะสีขาวย ทำการวัดค่าสี 10 โดยการนำตัวอย่างเบียร์ 400 โดยจุ่มหัววัดให้แนบกับตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ ช้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย 3

2.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ประสาทสัมผัสของเบียร์จะใช้ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 12 คน ที่มีประสบการณ์ในการดื่มเบียร์ โดยจะทำการให้คะแนน โดยวิธี 9-Point hedonic scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบชิม (12 คน ให้คะแนน ปัจจัยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ รสสัมผัสในปาก และความชอบโดยรวม

2.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของเบียร์ที่ผลิตจากข้าวเหนียว 3 สายพันธุ์

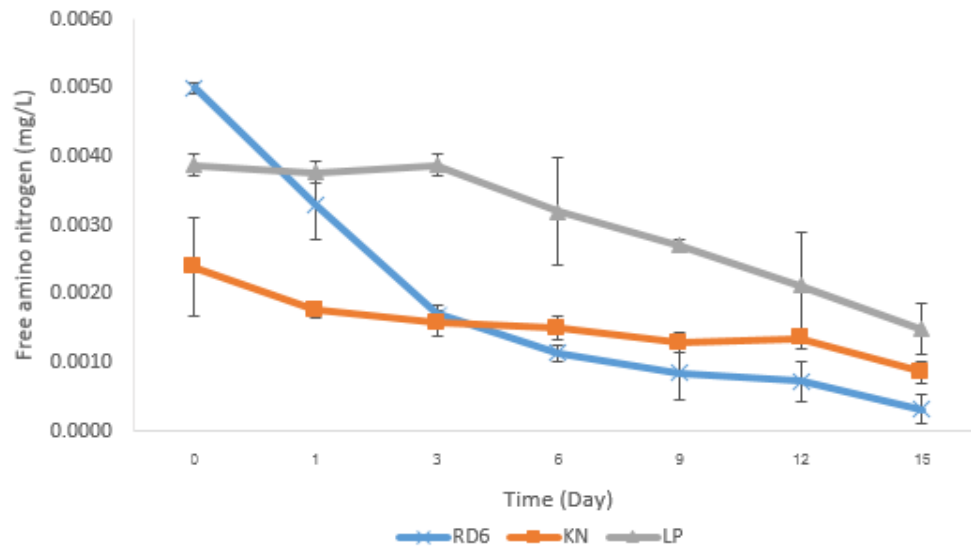
2.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนอิสระ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีตีวซ์ วิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าสี

2.6.2 การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่างทำการทดลอง 3 ช้ำ และวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

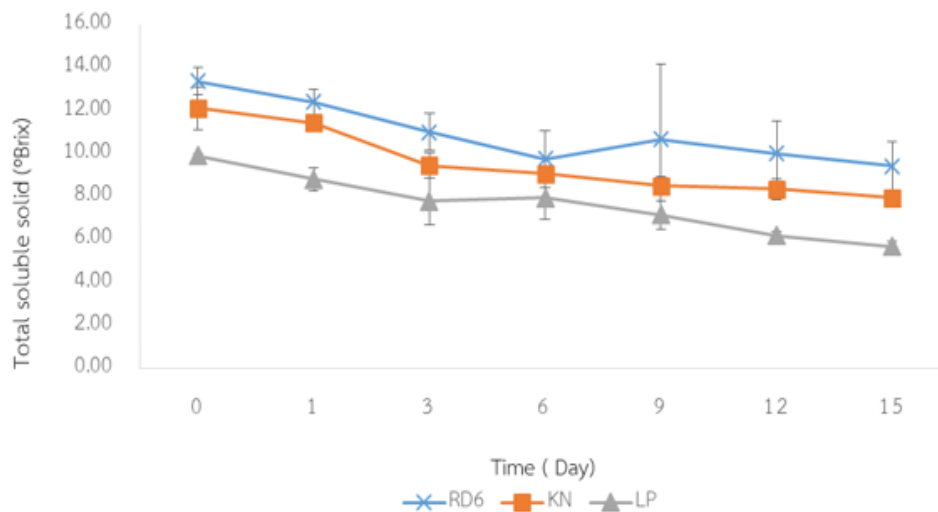
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโนไนโตรเจนอิสระ (Free amino nitrogen; FAN) ของเบียร์ที่ผลิตจากข้าว 3 สายพันธุ์ (รูปที่ 3) พบว่าเบียร์จากข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์จะมีปริมาณ FAN ลดลงตลอดระยะเวลาการหมัก 15 วัน

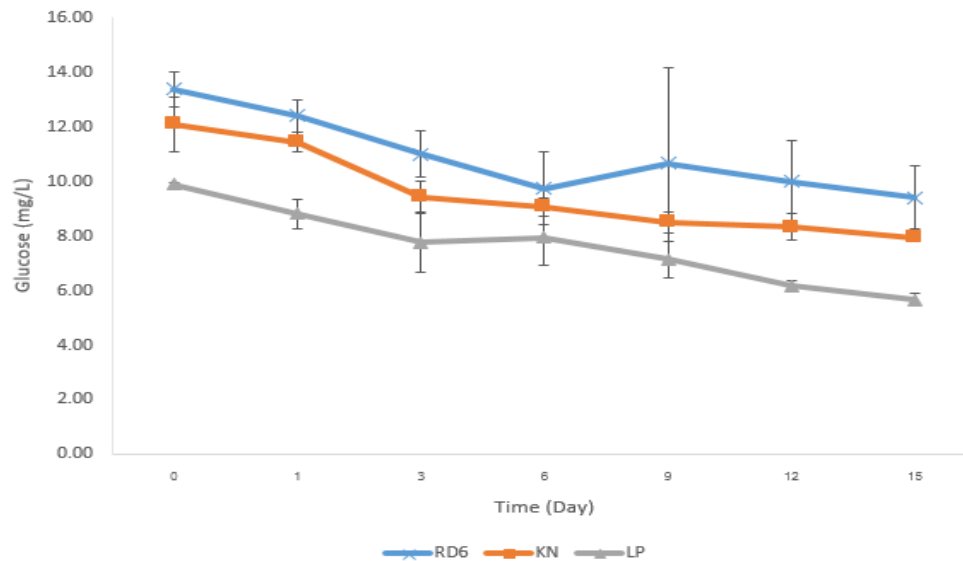


รูปที่ 3 อะมิโนไนโตรเจนอิสระ (FAN) ในช่วง 15 วัน ของระยะเวลาการหมัก

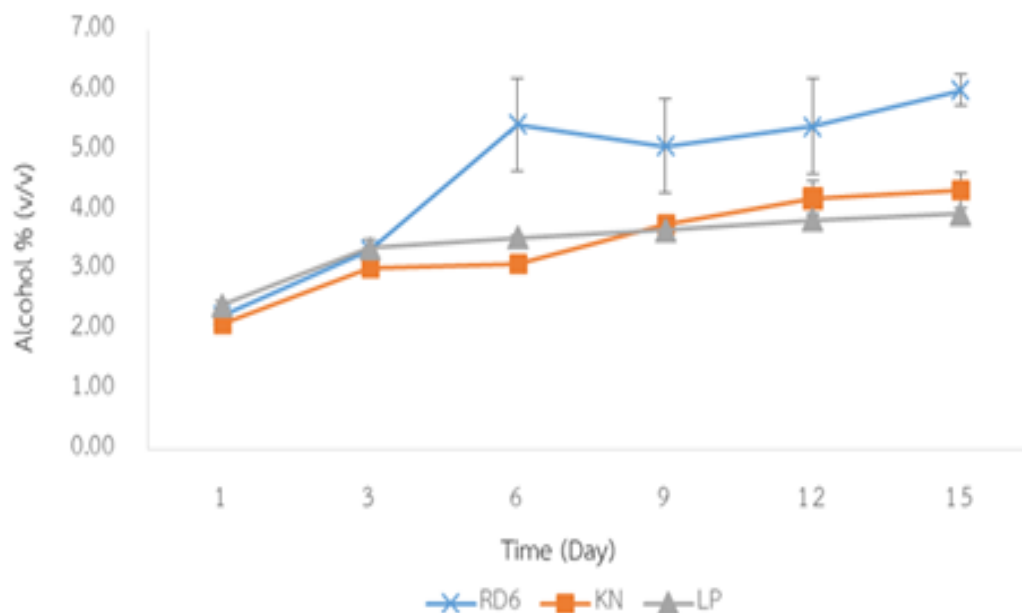
เมื่อพิจารณาจากค่า FAN (วันที่ 0) พบว่า เบียร์ที่ผลิตจากข้าวเหนียว กข6 (RD6) มีค่า FAN สูงที่สุด (0.0050 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) กับเบียร์ที่ผลิตจากข้าวเหนียวดำลิ้มผัว (LP) และข้าวเหนียวเขี้ยวงู (KN) อย่างไรก็ตามปริมาณ FAN ที่ได้ยังน้อยกว่าปริมาณ FAN ที่เหมาะสมในการผลิตเบียร์ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 220 – 350 mg/l (โชคชัย, 2558) ปริมาณ FAN ที่ต่ำจะส่งผลต่อการเจริญของยีสต์ รวมถึงอัตราเร็วในการหมักที่ต่ำลงด้วย (นาริรัตน์, 2554) ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ไม่ได้เติมแหล่งไนโตรเจนเพิ่มลงไประหว่างกระบวนการหมักอาจส่งผลให้การบวนการหมักเกิดขึ้นได้ไม่ดี



รูปที่ 4 ปริมาณแอลกอฮอล์ ในช่วง 15 วัน ของระหว่างการผลิต



รูปที่ 5 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) ในช่วง 15 วันของหมักระยะเวลาการหมัก



รูปที่ 6 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคส) ในช่วง 15 วันของหมักระยะเวลาการหมัก

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ (รูปที่ 4) พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์ของทั้งสามตัวอย่าง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมัก 15 วัน โดยวันที่ 15 RD6 มีปริมาณแอลกอฮอล์สูง ที่สุด ($P < 0.05$) เท่ากับ 6.00 ± 0.26 (ปริมาตร/ปริมาตร) สอดคล้องกับงานวิจัยของ อมรรัตน์ และคณะ (2565) ที่ทำการผลิตไวน์จากข้าวโพดหวานด้วย *Saccharomyces cerevisiae* พบว่าปริมาณแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการหมัก ซึ่งปริมาณแอลกอฮอล์ที่มากกว่าตัวอย่างอื่นนั้นอาจเนื่องมาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กลูโคส) ที่มากกว่าตัวอย่างอื่น (รูปที่ 5 และ 6)

การเปลี่ยนแปลงของ TSS และกลูโคส (รูปที่ 5 และ 6) พบว่าการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน โดยจะมีปริมาณลดลงเมื่อระยะเวลาในการหมักเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพบว่า RD6 จะมีปริมาณ TSS และกลูโคสสูงกว่าตัวอย่างอื่นตลอดระยะเวลาในการหมัก โดย DR6 มีค่า TSS ในช่วง 13.37-9.73 องศา บริกซ์ และมีปริมาณกลูโคสในช่วง ลิตร/มิลลิกรัม.181-86.39 ซึ่งการลดลงของปริมาณ TSS และกลูโคสจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแอลกอฮอล์ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ายีสต์มีการนำไปใช้เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานและได้ผลิตภัณฑ์เป็นให้เป็นเอทานอล (นุจรี และคณะ 2563; นพตล และสมบุรณ์ 2556 ; รัฐพล 2558; อำพรธณ และปิยมาศ 2549; Chinenye, 2021; Vikash et al., 2021; Okeke et al., 2015) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของนาริรัตน์ (2554) ซึ่งได้ทำการผลิตเบียร์จากวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น พบว่าปริมาณ TSS และน้ำตาลกลูโคสในน้ำหมักทั้ง 3 ชนิดมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการหมัก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประภาพันธ์ และคณะ (2563) ที่ทำการผลิตไวน์ที่ได้จากผลไม้ผสมระหว่าง สับปะรดและแตงโม ซึ่งผลการศึกษพบว่า เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะลดลงเช่นกัน ซึ่งการที่น้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณลดลงนี้เกิดจากกิจกรรมของยีสต์ที่มีการเปลี่ยนน้ำตาลรีดิวซ์ให้กลายเป็นแอลกอฮอล์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา และสุรศักดิ์ (2564) ที่ทำการผลิตไวน์จากสละที่รายงานว่ามีปริมาณ TSS จะลดลงระหว่างระยะเวลาในการหมัก และปริมาณแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้น

จากผลการติดตามค่าสี L^* , a^* และ b^* (ตารางที่ 1) พบว่าสีของเบียร์ทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีแนวโน้มที่จะไปทางสว่างมากขึ้นจากวันที่ 0 โดย RD6 และ KN เบียร์จะมีลักษณะสีเหลืองสว่าง ส่วน LP จะค่อนข้างทึบแสง สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นจะมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากสีของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ต่างกัน โดยข้าวเหนียวดำลิ้มผ้วนั้นจะมีลักษณะออกไปทางสีดำแดง ส่วนอีก 2 สายพันธุ์จะมีลักษณะสีขาว ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากเบียร์ที่ผลิตข้าวเหนียวดำลิ้มผั่ว จะค่า a^* และ b^* สูงมาก เมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่น

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์สีในวันที่ 0 1 และ 15 ของการหมักเบียร์

	Color Mean L^* , a^* , b^*								
	L^*			a^*			b^*		
	Day 0	Day 1	Day 15	Day 0	Day 1	Day 15	Day 0	Day 1	Day 15
RD6	57.06 ± 5.58 ^B	56.66± 4.72 ^B	67.17 ± 2.07 ^A	1.22± 0.17 ^B	1.17± 0.13 ^B	1.49 ± 0.10 ^B	5.78± 1.98 ^C	5.95± 1.55 ^B	2.63± 1.08 ^C
KN	61.18 ± 1.49 ^A	63.95± 3.80 ^A	68.94± 3.32 ^A	0.15-± 0.18 ^C	1.12± 0.22 ^B	0.50± 0.11 ^C	9.43± 0.73 ^B	3.50 ± 1.73 ^C	4.39± 0.93 ^B
LP	38.16± 4.33 ^C	54.60± 7.45 ^B	45.48 ± 1.71 ^B	15.17± 1.12 ^A	10.04± 3.24 ^A	11.03± 1.46 ^A	16.11± 1.33 ^A	2.31± 13.26 ^A	15.78± 1.51 ^A

หมายเหตุ : ตัวอักษร A-C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์ แสดงความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนทางประสาทสัมผัสของเบียร์ที่ผลิตจากข้าวเหนียว กข6 (RD6) ข้าวเหนียว กข6 เติม D-glucose (RD6G) ข้าวเหนียวข้าวงู (KN) ข้าวเหนียวข้าวงู เติม D-glucose (KNG) ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว (LP) และ ข้าวเหนียวดำลิ้มผิว เติม D-glucose (LPG) โดยวิธี 9-point hedonic scale

ตัวอย่าง	คะแนนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัส				
	สี	รสชาติ	กลิ่น	รสสัมผัส	ความชอบโดยรวม
RD6	7.39± 0.73 ^A	6.75± 1.40 ^{BC}	6.22± 1.38 ^{BC}	6.47± 1.21 ^B	6.64± 1.13 ^B
RD6G	7.53± 1.11 ^A	7.81± 0.92 ^A	7.33 ± 1.31 ^A	7.72± 0.85 ^A	7.78± 0.90 ^A
KN	6.19± 1.43 ^B	6.22± 1.77 ^C	6.72± 1.19 ^{AB}	6.78± 1.24 ^B	6.36± 1.59 ^B
KNG	6.58± 1.61 ^B	7.61± 1.25 ^A	7.31± 1.82 ^A	7.64± 1.36 ^A	7.61± 1.36 ^A
LP	7.47± 1.59 ^A	6.17± 1.66 ^C	5.56± 1.71 ^C	6.33± 1.67 ^B	6.50± 1.80 ^B
LPG	7.67± 1.41 ^A	7.17± 1.48 ^{AB}	6.28± 1.86 ^{BC}	6.94± 1.93 ^B	7.06± 1.94 ^{AB}

หมายเหตุ : ตัวอักษร A-C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95



รูปที่ 7 สีของเบียร์ที่ได้จากการหมัก (A = LP; B = RD6; C = KN)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส แบ่งการทดลองออกเป็น กลุ่ม 2 คือเบียร์ไม่เติมสารละลาย น้ำตาลเดกซ์โตรสและเบียร์ที่เติมน้ำตาลเดกซ์โตรส (RD6G KNG และ LPG) ผู้ทดสอบชิมจำนวน คน จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ชิมให้คะแนนเฉลี่ยด้านสีของ LPG มากที่สุดเท่ากับ 7.67 คะแนน ในด้าน รสชาติ ผู้ทดสอบชิมมีความชอบ RD6G KNG และ LPG มากที่สุดเท่ากับ 7.81 7.61 และ 7.17 คะแนน ตามลำดับ ($P>0.05$) ด้านกลิ่นพบว่า RD6G KNG และ KN ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ($P>0.05$) คุณลักษณะของเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนน RD6G มากที่สุดเท่ากับ 7.72 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบ RD6G มากที่สุดเท่ากับ 7.78 คะแนน จากผลของคะแนนจากแบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบ RD6G มากที่สุด ซึ่งได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดในทุกหัวข้อ ซึ่งข้อเสนอแนะผู้ทดสอบให้ความเห็นว่า

มีกลิ่นที่ไม่แรงจนเกินไป รสชาติที่ไม่ขมมากเกินไป และมีความซ่ามากกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้รับประทานได้ง่ายกว่า ตัวอย่างอื่น เมื่อเปรียบเทียบกับเปียร์ทางการค้าพบว่าเปียร์ที่ผลิตได้มีกลิ่นของ ฮอปส์ที่เด่นชัดมาก และมีความขมมากกว่า

4. สรุป

จากการศึกษาการผลิตเปียร์จากข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า RD6G มีคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดในทุกด้านการประเมิน และจากการวิเคราะห์คุณภาพ พบว่า RD6 มีปริมาณ FAN TSS กลูโคส และแอลกอฮอล์ สูงที่สุด เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักเปียร์ที่ได้มีลักษณะสีเหลืองสว่าง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า RD6 มีศักยภาพที่จะใช้ในการทำเปียร์ เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีการเพาะปลูกในท้องถิ่นและมีราคาที่ไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาลีหรือข้าวบาร์เลย์ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่เกษตรกร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบ KN และ LP พบว่ามีปริมาณน้ำตาล แอลกอฮอล์ ที่สูงกว่า และผู้ทดสอบชิมยังให้คะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดในการศึกษาครั้งนี้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการทำงานวิจัยนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- โชคชัย วณู. (2558). การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเปียร์จากข้าวไทยเป็นส่วนประกอบหลักโดยวิธีพื้นที่ผิวตอบสนองและการประยุกต์ใช้ในการผลิตเบียร์ระดับกึ่งอุตสาหกรรม. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นาริรัตน์ ไชยคง. (2554). กระบวนการหมักเปียร์จากวัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น. รายงานการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นพดล โพธิ์ก่าเหน็ด และสมบุญ ประสงค์จันทร์. (2556). การผลิตไวน์จากลูกจากโดยใช้การหมักด้วยยีสต์ทางการค้า. วารสารการพัฒนารวมชนและคุณภาพชีวิต. 1(2): 81-88.
- นุจรี สอนสะอาด สุภาพร รักษ์ และวิลาวัลย์ เกสร. (2563). สภาวะที่เหมาะสมในการหมักไวน์ลำตวนโดยใช้กล้าเชื้อแบบตรึงเซลล์. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(1): 49-61.
- ประภาพันท์ ศิริจันทร์แสง ญัฐมล แสนโคตร และละอองทิพย์ ชุ่มเสนา. (2563). การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางประสาทสัมผัสของไวน์กระเจี๊ยบและไวน์กระเจี๊ยบผสมลูกหม่อน. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. 13(1): 111-119.-119.
- รัฐพล ศรประเสริฐ. (2558). ผลิตภัณฑ์เลียนแบบไวน์จากน้ำส้มโอ (*Citrus maxima* (Burm.f) Merr.) พันธุ์ขาวแดงกว่าด้วยเส้นใยเห็ดเคร่ง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 25(3): 449-457.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วรรณนา ยงพิศาลภพ. (2565). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2565-2567: อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2566. <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Food-Beverage/Beverage/IO/io-beverage-2022>.
- วาสนา สุโยธา และสุรศักดิ์ บุญรุ่ง. (2564). การศึกษาอัตราส่วนเนื้อสละและชนิดของยีสต์ที่เหมาะสมต่อการผลิตไวน์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 39(2): 156-164.
- อมรรัตน์ สุวรรณโพธิ์ศรี ฐายิกา อินแมน ปฐมาภรณ์ ทิลาวัณย์ คมสันต์ สุป้อง พิริยาภรณ์ อันอัทธมงาม ยุพา บุญมี และดุสิต ศรีวิไล. (2565). การพัฒนาการผลิตไวน์จากข้าวโพดโดยใช้ *Saccharomyces cerevisiae*. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 3(2): 35-47.
- อำพรพรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และ ปิยมาศ วงษ์ประยูร. (2549). การวิจัยและพัฒนาผลิตไวน์มะม่วง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 2(1): 28-35.
- Born to beer. (2021). เปลี่ยนข้าวเหนียวเป็นเบียร์. Accessed 20 March 2021. https://www.youtube.com/watch?v=_gmhldq__mk&ab_channel=BORNTOBEER.
- Chinenye P.A. (2021). Production, sensory and physicochemical evaluation of zobo and zobo-date wine from *Hibiscus sabdariffa* flower, pineapple, orange and lime juice using *Saccharomyces cerevisiae*. International Journal of Applied Chemical and Biological Sciences. 2(4): 100-110.
- Okeke B.C., Agu K.C., Uba P.O., Awah N.S., Anaukwu C.G., Archibong E.J., Uwanta L.I., Ezeneche J.N., Ezenwa C.U. and Orji M.U. (2015). Wine production from mixed fruits (pineapple and watermelon) using high alcohol tolerant yeast isolated from palm wine. Universal Journal of Microbiology Research. 3(4): 41-45.
- Vikash P., Abhishek D.T., Kundan S.A. and Anurag S. (2020). Screening of physicochemical and functional attributes of fermented beverage (wine) produced from local mango (*Mangifera indica*) varieties of Uttar Pradesh using novel *saccharomyces* strain. Journal of Food Science and Technology. 58: 2206-2215.

บทความวิจัย

ผลของการเสริมมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลา ในอาหารโคนมต่อภูมิคุ้มกัน และการให้ผลผลิตน้ำนม

Effect of supplementation of *Embllica officinalis*, *Allium sativum*, and Triphala in dairy cow feed on immune and milk production

พิพัฒน์ วงศ์กาฬสินธุ์¹ อธิระพัฒน์ อินทร์ลี¹ พัทธกัญ พลพรเอก¹ จุฬาสินี แมนสถิตย์¹ นิคม ศรีกะชา¹ ชเวง สารคล่อง¹ อนุรักษ์ พรหมโคตร³ ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร^{2*}

¹สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 47160

²สาขาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 47160

³สาขาแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 47160

Pipat Vongkalasin¹ Theerapat Inlee¹ Pitukpol Pornanek¹ Julasinee Maensathit¹ Nikom Srikacha¹

Chaweng Sanclong¹ Ananya Promkot³ Chamnanwit Promkot^{2*}

¹Animal Science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakon Campus 47160

²Veterinary Technology, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakon Campus 47160

³Thai traditional Medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakon Campus 47160

* Corresponding author. E-mail address: chamnanwit.pr@muti.ac.th ; Telephone: 0-42771460

วันที่รับบทความ 22/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 17/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 27/มีนาคม/2566

บทคัดย่อ

การทดลองในโครีดนม มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลา ในอาหารโคนมต่อ ภูมิคุ้มกันโรค โลหิตวิทยา ผลผลิตน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนม ปริมาณเซลล์ในน้ำนม โดยใช้โครีดนมพันธุ์ผสมขาว-ดำ ระยะกลางของการให้ผลผลิตน้ำนม 4 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 430 ± 10 กก.) จัดการสุ่มให้ได้รับอาหาร 4 สูตร ในแผนการทดลองแบบ 4×4 ลาตินสแควร์ แบ่งเป็น 4 ระยะเวลา ๆ ละ 21 วัน สิ่งทดลองคือ ชนิดของสมุนไพรที่ใช้เสริมในอาหารผสมครบส่วน หรือ Total Mixed Ration (TMR) ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในอาหาร TMR ดังนี้ 1. กลุ่มควบคุม (ไม่เสริมสมุนไพร) 2. ผลมะขามป้อมแห้งบดละเอียด 3. หัวกระเทียมแห้งบดละเอียด และ 4. ตรีผลา (มีส่วนผสมของสมุนไพร 3 ชนิดในสัดส่วน 1:1:1 ดังนี้ ผลมะขามป้อมแห้งบดละเอียด ผลสมอไทยแห้งบดละเอียด และผลสมอทิพย์บดละเอียด) อาหาร TMR มีฟางข้าวสับเป็นอาหารหยาบ โดยมีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นที่ 20:80 และให้อาหารกินแบบเต็มที่ ผลการศึกษาพบว่า สมุนไพรทั้งสามชนิดไม่มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม ปริมาณเซลล์ในน้ำนม ค่าทางโลหิตวิทยา แต่พบว่า สมุนไพรทั้งสามชนิดมีผลทำให้ระดับโปรตีนภูมิคุ้มกันโดยเฉพาะ IgA และ IgG ในเลือด สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเสริมสมุนไพรพบว่า ระดับโปรตีนภูมิคุ้มกันไม่แตกต่างกัน จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเสริมสมุนไพรผลมะขามป้อมแห้งบดละเอียด

หัวกระเทียมแห้งบดละเอียด หรือ ตรีผลาเสริมในอาหาร TMR เพื่อเลี้ยงโคนที่ 2 เพอร์เซ็นต์ในอาหาร มีผลกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันได้ และไม่มีผลทางลบต่อการให้ผลผลิต

คำสำคัญ: มะขามป้อม กระเทียม ตรีผลา อาหาร โครีดนม

Abstract

The experiment is intended to study the effects of *Emblica officinalis*, *Allium sativum*, and Triphala supplementation in dairy feed on immunity, blood hematology, milk yield and milk composition. Four Black-and-white breeds of mid-lactating dairy cows (average body weight at 430 kg) were managed to randomly receive 4 types of herbs in the 4 x 4 Latin square design. The experiment was divided into 4 periods and each period lasted 21 days. The experimental treatment was the type of herbal supplement in Total Mixed Ration (TMR) at 2 % dry weight as follows: 1) Control group (no herbal supplement), 2) dried fruit *Emblica officinalis*, 3) *Allium sativum*, and 4) Triphala; contains 3 herbs in 1:1:1 ratio (*Emblica officinalis*: *Terminalia chebula*: *Terminalia belerica*). TMR contains chopped rice straw as roughage, with a ratio of roughage to concentrate feed at 20:80. The results showed that all three herbs were not affected by milk yield and milk composition and somatic cell count (SCC). However, the three herbs resulted in higher levels of immune proteins, especially IgA and IgG in blood, than the control group ($P < 0.05$). Immune protein levels are no different among herbal groups. According to the results of the experiment, it can be concluded that the use of dried fruit *Emblica officinalis*, dried fruit *Allium sativum* or Triphala in the TMR diet to feed dairy cows can be used for 2 % in ration which has a stimulating effect on immunity and have no negative effect on productivity in mid lactating dairy cow

Keywords; *Emblica officinalis*, *Allium sativum*, Triphala, Feed, Lactating dairy cow

1. บทนำ

เนื่องจากสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีสรรพคุณทางยาโดยสารออกฤทธิ์สำคัญ (active ingredients) ซึ่งเป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) ที่มีสรรพคุณเป็นยา (คำเจริญ, 2556) วันดี (2539) รายงานว่า สารทุติยภูมิเหล่านี้มีหลากหลายและอาจอยู่ในรูปน้ำมันหอมระเหย (volatile oils) หรือในสารขมกลุ่มอัลคาลอยด์ (alkaloids) และกลัยโคไซด์ (glycosides) และสารออกฤทธิ์เหล่านี้มีฤทธิ์กว้างครอบคลุมการทำงานของระบบของร่างกายหลายระบบ ไม่จำเพาะเจาะจง และมีงานวิจัยการใช้สมุนไพรในสัตว์ซึ่งส่วนมากเป็นงานวิจัยที่ใช้ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สัตว์ปีก และสุกร เป็นต้น ส่วนงานวิจัยด้านการใช้สมุนไพรในสัตว์เคี้ยวเอื้องยังมีข้อมูลอย่างจำกัด ทั้งนี้เนื่องจาก สมุนไพรส่วนมากมีฤทธิ์กำจัดเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งถ้าใช้ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจะทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในกระเพาะหมักถูกทำลาย และส่งผลในทางลบต่อตัวสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามการใช้สมุนไพรในปริมาณที่เหมาะสม อาจสามารถกระตุ้นหรือเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการหมักในกระเพาะหมักได้ หรือสามารถกระตุ้นการกินได้ และต้านอนุมูลอิสระได้ หรือส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกันโรคได้ ดังนั้นถ้าเลือกใช้สมุนไพร หรือสูตรสมุนไพร และใช้ระดับที่เหมาะสมในการผสมในอาหารเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง และไม่มีผลกระทบทางลบต่อจุลินทรีย์ในกระเพาะหมัก จะส่งผลในทางบวกต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน มะขามป้อม สมอไทย กระเทียม และ ตรีผลา (สัดส่วน มะขามป้อม:สมอไทย:สมอทิพย์ เป็น 1:1:1) เป็นสมุนไพรที่หาได้และมีประโยชน์มีส่วนประกอบของสารสำคัญ เช่น แทนนิน (tannin) ในมะขามป้อม สมอไทย หรือ สมอทิพย์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

การใช้อาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยพบว่ามะขามป้อมส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการหมักในกระเพาะหมัก และลดการผลิตแก๊สมีเทนจากการทดลองของ Kumar et al. (2016) พบว่า การเสริมผลมะขามป้อมบดในอาหาร (substrate) ระดับ 1 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การย่อยได้ในหลอดทดลองของวัตถุดิบ และอินทรีย์วัตถุเพิ่มสูงขึ้นในกลุ่มที่เสริมเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และยัง

พบว่าการเสริมผลมะขามป้อมทำให้ จุลินทรีย์โปรตีนเพิ่มสูงขึ้นด้วย และรวมทั้งสามารถลดการผลิตแก๊สมีเทน งานวิจัยที่ทดลองในสัตว์พบว่า เมื่อนำผลมะขามป้อมมาเลี้ยงกระป๋องนม พบว่า การเสริมผลมะขามป้อมในขนาด 20 กรัมในอาหารที่กระป๋องนมกิน 1 กิโลกรัม (ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร) ทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มมากขึ้นและลดการผลิตแก๊สมีเทนในกระเพาะหมักและยังไม่มีผลทางลบต่อสุขภาพสัตว์และองค์ประกอบ ของไขมัน ในน้ำนม จากรายงานของ Kamra et al. (2006) ที่ได้รวบรวมงานวิจัยในการทดลองถึงประสิทธิภาพการยับยั้งการผลิตแก๊สมีเทนในกระเพาะหมักในสัตว์เคี้ยวเอื้องของสารสกัดจากสมอไทยด้วยเอทานอล พบว่า มีประสิทธิภาพสูง แต่การทดลองจริงในสัตว์ยังมีข้อมูลจำกัด กระเทียมมีสารสำคัญคือ อัลลิซิน (allicin) การเสริมกระเทียมผงในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ของโภชนาในหลอดทดลอง เพิ่มสัดส่วนของ C3 ลดการผลิตมีเทน จากการทดลองของ Wanapat et al. (2008) พบว่า การเสริมกระเทียมผงในอาหารชั้นที่มีมันเส้นระดับสูงทำให้สัดส่วน C2:C3 ลดลง จำนวนประชากรโพรโตซัวลดลง และเพิ่มสมดุลของไนโตรเจนโดยลดการขับไนโตรเจน ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง ดังนั้นวัตถุดิบประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อศึกษาถึงผลของการเสริมสมุนไพร มะขามป้อม สมอไทย กระเทียม และตรีผลาในอาหารโคนมต่อภูมิคุ้มกัน และการให้ผลผลิตน้ำนมในโครีดนม

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

สัตว์ทดลอง : โครีดนมระยะกลางของการให้น้ำนม จำนวน 4 ตัว

2.1 สิ่งทดลอง (Treatment) และแผนการทดลอง

สิ่งทดลองคือ การเสริมสมุนไพร และสูตรสมุนไพรแตกต่างกัน 4 ระดับ ใช้แผนการทดลองแบบ 4x4 Latin square ระยะเวลาทดลอง 4 ระยะ ๆ ละ 21 วัน ระยะปรับ 14 วัน และระยะทดลอง 7 วัน อาหาร Total Mixed Ration (TMR, ตารางที่ 1) ที่เสริมสมุนไพร 3 ชนิด ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR ดังนี้

- อาหาร TMR (ควบคุม)
- อาหาร TMR + ผลมะขามป้อมแห้งบด 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR
- อาหาร TMR + กระเทียมแห้งบด 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR
- อาหาร TMR + ตรีผลา (ผลสมอไทย+มะขามป้อม+สมอพิเภก, 1:1:1) 2 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร TMR

2.2 อาหารและการจัดการ

ใช้อาหารข้นและอาหารหยาบเป็นฟางข้าวทำเป็นอาหารผสมครบส่วน หรือ TMR จัดให้โคทดลองอยู่ในคอกขังเดี่ยว มีน้ำ และก้อนแร่ธาตุให้สัตว์เลียกินได้อย่างอิสระการรีดนม วันละ 2 ครั้ง เช้า และเย็น

2.3 การบันทึกข้อมูลและการสุ่มเก็บตัวอย่าง

2.3.1 การบันทึกข้อมูล

2.3.1.1 การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของโค โดยทำการชั่งน้ำหนักก่อนเข้าช่วงการทดลอง และในวันสุดท้ายของแต่ละช่วงการทดลอง เพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการกินได้ และการเปลี่ยนแปลง ของน้ำหนัก (weight change) ของโคทดลอง

2.3.1.2 ทำการบันทึกปริมาณการให้อาหารหยาบ และอาหารข้น โดยชั่งน้ำหนักอาหารก่อนให้ และทำการชั่งอาหารที่เหลือ (feed refusal) ออกในตอนเช้าของวันถัดไป และคำนวณปริมาณการกินได้ในแต่ละวันเติมน้ำให้อาหารข้นและอาหารหยาบผสมเข้ากันและให้อาหาร TMR มีความชื้นไม่แห้งเกินไป

2.3.1.3 ทำการบันทึกผลผลิตน้ำนมทุกวัน

ตารางที่ 1 ส่วนผสมและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration, TMR) ที่ใช้เลี้ยงโคนมทดลอง

Item	
Ingredient:	(% of dry matter)
Rice straw	20
Cassava chip	53.3
Soybean meal	16.0
Molasses	2.8
Urea	1.7
Salt	1.4
Mineral Mix ¹	1.9
Sulfur	0.4
Item	
Chemical composition:	(% of dry matter)
Dry matter ²	47.3
Crude protein (% of dry matter)	14.9
Neutral detergent fiber (% of dry matter)	44.1
Acid detergent fiber (% of dry matter)	31.2
Ash (% of dry matter)	7.4

(Al mix each kg contains): Iron 2.14g; Iodin 0.15g; Sulfhur 11.82g; Copper 0.23g; Magnesium 0.96g; Sodium 2.68g; Manganese 7.21g; Cobalt 0.03g; Phosphorus 19.60g; Selenium 0.003g; Zing 0.16g; Calcium 204.03g. เติมน้ำให้อาหารข้นและอาหารหยาบผสมเข้ากันและให้อาหาร TMR มีความชื้นไม่แห้งเกินไป

2.3.2 การสุ่มเก็บตัวอย่างสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ให้ ทุกวันที่ 15 และ 7 ของแต่ละช่วงการทดลอง และตัวอย่างอาหารหยาบที่ให้ และที่เหลือ ทุก ๆ วันที่ 1, 7, 14, 15, 16, 17, 18, 19 และ 20 ของแต่ละช่วงการทดลอง โดยเก็บเป็นสองส่วนในปริมาณส่วนละประมาณ 500 กรัม ส่วนที่หนึ่งนำมาชั่งน้ำหนัก และอบที่ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10024 ชั่วโมงจากนั้นชั่งน้ำหนักหลังอบเพื่อนำมา

หาค่าเปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง %)DM ข้าวโม่แล้วนำไปบด 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นำไปอบที่อุณหภูมิ 2 และส่วนที่ (มิลลิเมตร เพื่อ 1 ผ่านตะแกรงขนาดนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), เถ้า (ash) และโปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1997) วิเคราะห์หา acid-detergent fiber (ADF) และ neutral-detergent fiber (NDF) ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

2.3.3 เก็บตัวอย่างเลือด ที่เวลา 0 และ 4 ชั่วโมงของการให้อาหาร ในวันที่ 21 ของแต่ละช่วงการทดลอง โดยเก็บจากเส้นเลือดดำ ที่โคนหาง (coccygeal vein) แล้วใส่ลงในหลอดเก็บเลือด 2 หลอด หลอดที่ 1 คือหลอดเก็บเลือดที่มีสารกันเลือดแข็งตัว EDTA เพื่อนำไปวิเคราะห์ ค่าทางโลหิตวิทยา (complete blood count: CBC) ซึ่งประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์เม็ดเลือดขาว หลอดที่ 2 (ระดับของเซลล์เม็ดเลือดขาวจะบ่งชี้ถึงสภาวะภูมิคุ้มกัน)2 คือหลอดเก็บเลือดที่มีสารกันเลือดแข็งตัว heparin และนำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 3, นาทีและเก็บส่วน 15 รอบต่อนาที ใช้เวลา 500plasma เพื่อนำมาวิเคราะห์หาระดับยูเรียในเลือด (blood urea-nitrogen, BUN) โดยใช้ Test kit และเคมีในเลือดที่บ่งชี้ถึงภูมิคุ้มกัน ได้แก่ Immunoglobulin โดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิส (electrophoresis)

2.3.4 ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนม ในวันที่ 20 และ 21 ของแต่ละช่วงการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างน้ำนมเข้า และบ่ายในสัดส่วน 60:40 แล้วนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนม โดยเฉพาะ ไขมันในน้ำนม (milk fat) และของแข็งที่ไม่ใช่ไขมัน (Solid Not Fat) เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำนม โดยใช้เครื่อง mikoscan. และตรวจปริมาณเซลล์ในน้ำนม (somatic cells count, SCC) โดยใช้เครื่อง Fossomatic 7DC

2.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง โดยใช้ Proc GLM (SAS, 1996) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า การเสริมสมุนไพร ทั้งผลมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลาในอาหารโคโรดนมมีผลทำให้ระดับโปรตีน ภูมิคุ้มกันโดยเฉพาะ IgA และ IgG ในน้ำเลือด สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มเสริมสมุนไพร ระดับโปรตีนภูมิคุ้มกันไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) การเสริมผลมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลาในอาหารโคโรดนมไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางโลหิตวิทยา การเสริมสมุนไพรในอาหาร TMR เลี้ยงโคนมไม่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบน้ำนมดังตารางที่ 3

ผลมะขามป้อม สมอไทย และ สมอพิเภก มีส่วนประกอบของสารแทนนินในปริมาณที่สูง และมีงานวิจัยพบว่า แทนนินสามารถ กระตุ้นการหลั่งสารไซโตไคน์จากเซลล์ได้ (Francisco et al., 2012) ดังนั้น การเสริมมะขามป้อม และตรีผลาทำให้ระดับโปรตีน ภูมิคุ้มกัน ทั้ง IgA และ IgG เพิ่มขึ้นอาจเป็นผลมาจากการกระตุ้นการหลั่งสารไซโตไคน์ของแทนนินในมะขามป้อม และสารไซโตไคน์มีความสัมพันธ์กับการกระตุ้นการสร้างโปรตีนภูมิคุ้มกัน กระเทียมมีสารประกอบอัลลิอิน (alliin) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้าน (อนุมูลอิสระ และมีงานวิจัย (Arreola et al., 2015) พบว่าสารอัลลิอินเป็นสารที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเริ่มกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโดย กระตุ้น บีเซลล์ (B-cell) ซึ่งเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ผลิตสารโปรตีนภูมิคุ้มกัน และกระตุ้นการหลั่งสารไซโตไคน์จากเซลล์เม็ดเลือดขาว (Washiya et al., 2013). ดังนั้นโคที่ได้รับกระเทียมจึงมีผลทำให้โปรตีนภูมิคุ้มกันเพิ่มขึ้น

4. สรุป

ผลของการเสริมสมุนไพรในอาหาร TMR ที่ใช้เลี้ยงโครีดนมระยะกลางสรุปได้ว่า การเสริมสมุนไพร ได้แก่ ผลมะขามป้อม กระเทียม หรือ ตรีผลาในอาหาร TMR ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม แต่พบว่าการเสริมสมุนไพร ทั้งผลมะขามป้อม กระเทียม และตรีผลาในอาหารโคนมมีผลทำให้ระดับโปรตีนภูมิคุ้มกันโดยเฉพาะ IgA และ IgG สูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการเสริม ผลมะขามป้อมแห้งบดละเอียด หัวกระเทียมแห้งบดละเอียด หรือ ตรีผลาที่ ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งในอาหาร TMR สามารถกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกันและไม่ส่งผลกระทบต่อการผลิต

ตารางที่ 2 แสดงผลของอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration, TMR) ที่ใช้เลี้ยงโคกลุ่มควบคุม (control) และอาหาร TMR ที่เติมสมุนไพร ได้แก่ ผลมะขามป้อมบด (*Embllica officinalis*) กระเทียมแห้งบด (*Allium sativum*) และ ตรีผลา (Tripala; ส่วนผสมของ ผลของสมุนไพรบดละเอียด สัดส่วน มะขามป้อม:สมุนไพร:สมุนไพร เป็น 1:1:1) ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่ใช้เลี้ยงโครีดนมระยะกลางของการให้ผลผลิตน้ำนมต่อภูมิคุ้มกันและค่าทางโลหิตวิทยา

Item	ontrol	<i>Embllica officinalis</i>	<i>Allium sativum</i>	Tripala	SEM	P value
Blood Chemistries and Immune						
IgA (mg%)	167.0 ^b	175.0 ^a	175.7 ^a	176.0 ^a	5.4	*
IgM (mg%)	85.3	84.3	80.3	84.6	2.4	ns
IgG (mg%)	720.7 ^b	731.3 ^a	730.3 ^a	730.0 ^a	3.0	*
Hematology						
White blood cell (x 10 ⁴ /uL)	1.3	1.3	1.3	1.3	0.5	ns
Red blood cell (x 10 ⁶ /uL)	3.5	4.1	3.8	3.9	0.5	ns
Hematocrit (%)	20.3	22.2	20.8	21.2	0.7	ns
Blood platelets (x10 ⁵ /uL)	1.7	1.6	1.3	1.4	0.2	ns
PMN (%)	75.3	78.8	76.8	77.4	2.0	ns
Lym (%)	24.5	21.2	23.0	22.2	2.0	ns

SEM = Standard error of mean. ns = non-significant differences (P>0.05) * significant differences (P<0.05)

PMN= Polymorphonuclear (เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดนิวเคลียสเป็นพู) Lym= Lymphocyte (เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด ลิมโฟไซต์)

ตารางที่ 3 แสดงผลของอาหารผสมครบส่วน (Total Mixed Ration, TMR) ที่ใช้เลี้ยงโคกลุ่มควบคุม (control) และอาหาร TMR ที่เติมสมุนไพรได้แก่ ผลมะขามป้อมบด (*Emblica officinalis*) กระเทียมแห้งบด (*Allium sativum*) และ ตริผลา (Tripala; ส่วนผสมของ ผลของสมุนไพรบดละเอียด สัดส่วนมะขามป้อม:สมุนไพร:ตริผลา เป็น 1:1:1) ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งที่ใช้เลี้ยงโคทดลองต่อต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนมในโครีดนมระยะกลางของการให้ผลผลิตน้ำนม

Item	Control	<i>Emblica officinalis</i>	<i>Allium sativum</i>	Tripala	SEM	P value
Production, (kg/day)						
Milk yield	9.0	8.9	8.9	8.9	0.3	ns
Milk composition, %						
Fat	4.6	4.6	4.5	4.6	0.3	ns
Protein	3.5	3.2	3.2	3.2	0.2	ns
Lactose	4.4	4.5	4.5	4.4	0.1	ns
Solid not fat	9.4	8.6	8.7	8.5	0.5	ns
Total solid	14.0	13.2	13.0	13.2	0.5	ns
Somatic cell count (x10 ⁵)	2.23	2.37	2.05	2.25	0.35	ns

ns = non-significant differences (P>0.05) SEM= Standard error of the mean

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร. ศณะพรพิทยาภรณ์ธรรมาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องของสัตว์ทดลอง ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ทั้งหลาย ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้ทุนวิจัย งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2564 (ผ่านหน่วยงาน)

เอกสารอ้างอิง

- เยาวมาลย์ คำเจริญ. (2556). การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่มาตรฐานอาเซียน. แก่นเกษตร. 41 (4): 369-376.
- วันดี ฤทธิพนธ์. (2539). สมุนไพรสารพัดประโยชน์ พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร. 264 หน้า
- Arreola R., Quintero-Fabián, S., López-Roa, Rl., Flores-Gutiérrez, EO., Reyes-Grajeda, JP., Carrera-Quintanar, L., and Ortuño-Sahagún, D. (2015). Immunomodulation and anti-inflammatory effects of garlic compounds. Journal of immunology research, vol. 2015, Article ID 354957, 21 pages, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/354957>
- AOAC. (1997). In: Official Methods of Analysis 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Francisco V., Liberal J., Ferreir J., Costa G., Lopes M.C., Garcia-Rodríguez C., Cruz MT. and Batista MT. (2012). Immunostimulant activity of Uncaria tomentosa and its tannins. *Planta Medica*, 78(11), p.PD9.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Goering HK. and Van Soest PJ. (1970). Forage Fiber Analysis. Agriculture Handbook no.379. United State Department of Agriculture, Washington, DC.
- Kamel C., Greathead HMR., Tejido ML., Ranilla MJ. and Carro MD. (2008). Effects of allicin and diallyl disulfide on in vitro rumen fermentation of a mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*. 145(1-4): 351-363.
- Kamra DN., Neeta AL. and Chaudhary C. (2006). Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. *International Congress Series*. 1293:156-163.
- SAS. (1996). SAS/STAT User's Guide: Statistic. SAS Institute Inc. North Carolina.
- Wanapat M., Cherdthong A., Pakdee P. and Wanapat S. (2008). Manipulation of rumen ecology by dietary lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf.) powder supplementation. *Journal of Animal Science*. 86(12):3497-3503.
- Washiya Y., Nishikawa T. and Fujino T. (2013). Enhancement of intestinal IgA production by ajoene in mice. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry* 77(11): 2298-230.

บทความวิจัย

การยกระดับความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงที่มีคุณภาพต่ำ โดยวิธีการทำไฮโดรไพรมิ่ง

Seed enhancement germination, vigour and seedling growth of low-quality hemp seeds by hydro-priming

ธีรดา ทองวิลัย¹ จักรพงษ์ กางโสภา^{1*} เนตรนภา อินสูลุด^{1,2}

¹ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย 50290

² ศูนย์พืชกระท่อมมหาวิทยาลัยแม่โจ้

Teerada Tongwilai¹ Jakkrapong Kangsopa^{1*} Nednapa Insalud^{1,2}

¹ Division of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

² Kratom Research Center of Maejo University

* Corresponding author. E-mail address: jakkrapong_ks@mju.ac.th ; Telephone: 094-737-4598

วันที่รับบทความ 22/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 4/เมษายน/2566; วันที่ตอบรับบทความ 18/เมษายน/2566

บทคัดย่อ

การทำไฮโดรไพรมิ่ง (hydro-priming) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดกัญชง ระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแช่เมล็ดมีความจำเพาะเจาะจงและแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด เวลาในการแช่เมล็ดจึงเป็นสิ่งสำคัญของการทำไพรมิ่งเพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำไฮโดรไพรมิ่งของเมล็ดกัญชงต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงพันธุ์ RPF 4 โดยนำเมล็ดพันธุ์กัญชงไพรมิ่งในระยะเวลาที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 กรรมวิธี ดังนี้ เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรมิ่ง T1) เมล็ดที่ผ่านการไพรมิ่งที่ 3, 6, และ 9 ชั่วโมง T2), T3) และ T4) ตามลำดับ พบว่าเมล็ดกัญชงที่ผ่านการทำไฮโดรไพรมิ่ง ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพของเมล็ดในทุกลักษณะ รวมถึงความสูงของต้นกล้า และเวลาเฉลี่ยในการออกนอกลูกกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรมิ่ง โดยเฉพาะเมล็ดที่ผ่านการทำไฮโดรไพรมิ่งที่ 3 ชั่วโมง มีความงอกแรก ความเร็วในการงอกแรก ความงอก ความเร็วในการงอก ความสูงของต้นกล้าสูงที่สุดจากทุกกรรมวิธี การดูดซึบความชื้นของเมล็ดกัญชงเข้าสู่ระยะที่ 2 ของการดูดน้ำที่ 7 ชั่วโมงและสิ้นสุดลงที่ 18 ชั่วโมงหลังดูดซึบความชื้น ดังนั้นการทำไฮโดรไพรมิ่งที่ 3 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาและอุณหภูมิแนะนำสำหรับการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดกัญชงพันธุ์ RPF 4 ที่มีคุณภาพต่ำได้

คำสำคัญ: กัญชง ไฮโดรไพรมิ่ง การดูดน้ำของเมล็ด การงอก

Abstract

Hydro-priming is a method of seed preparation that helps to promote the germination of hemp seeds. As each individual type of plant requires a specific priming duration differently, studying and identifying the appropriate priming duration is critical. This research aims to identify the most appropriate duration for the priming of hemp seeds in order to promote the germination, vigour and growth of RPF 4 hemp seedlings. In this experiment, hemp seeds were treated by using four different methods. These are seeds that were not hydro-primed (T1), and seeds primed for 3, 6, and 9 hours

(T2), (T3) and (T4), respectively. The results showed that seeds that were hydro-primed showed improvement in every aspect of seed quality including better seedling height, and a less mean germination time than non-primed seeds. Particularly, seeds that were hydro-primed for 3 hours had the highest radicle emergence, speed of radicle emergence, germination percentage, speed of germination and shoot lengths among all treatment groups. In terms of moisture absorption, it took 7 hours for the hemp seeds to enter phase II of seed imbibition and 18 hour of seed imbibition to end after initial moisture absorption. It can be concluded that hydropriming seeds for 3 hours in a temperature of 25 °C is the most recommended duration and temperature for improving seedling quality of low-quality RPF 4 hemp seeds.

Keywords; Hemp, hydro-priming, seed imbibition, germination

1. บทนำ

กัญชง (*Cannabis sativa* L. subsp. *Sativa*) ประเภท Fiber Hemp เป็นที่ทราบกันดีว่านิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เนื่องจากเส้นใยกัญชงมีปริมาณของเซลลูโลสสูง สามารถต้านทานสภาวะต่าง ๆ ได้ดี ทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงและความแข็งแกร่งสูง (สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2565) ซึ่งกัญชงพันธุ์ RPF 4 เป็นกัญชงประเภทเส้นใยวันสั้น มีฤดูการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมจนถึงธันวาคม (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2562) เมื่อเกษตรกรเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์แล้วต้องเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเนื่องจากมีปริมาณมากและยากต่อการจัดการ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์กัญชงเสื่อมคุณภาพได้รวดเร็ว เพราะเมล็ดกัญชงอุดมไปด้วยน้ำมันมากกว่า 30% (Callaway, 2004) เช่นเดียวกับถั่ว pea ที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบของเมล็ด ซึ่งส่งผลให้เมล็ดเสื่อมสภาพได้ง่าย เนื่องจากน้ำมันภายในเมล็ดมีความไวต่อลิพิดเปอร์ออกซิเดชันของเมมเบรนในพลาสมา และการเสื่อมสภาพของโปรตีน เมล็ดที่มีน้ำมันเป็นองค์ประกอบมีความไวต่อการเก็บรักษา เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และการแลกเปลี่ยนของแก๊ส เกิดการออกซิเดชันอย่างรวดเร็วของกรดไขมันและโปรตีน ทำให้อัตราการมีชีวิต ความแข็งแรงและความงอกของเมล็ดลดลงได้เร็วขึ้น (Dell & Beweley, 1989) อีกทั้งเมล็ดกัญชงเป็นเมล็ดแบบ Achene เปลือกของเมล็ดค่อนข้างแข็ง และหนา ทำให้การซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเมล็ดสามารถเข้าไปได้ช้า ส่งผลให้เมล็ดงอกได้ช้าจึงเป็นปัญหาสำหรับการเพาะปลูกของเกษตรกรได้ (Asna *et al.*, 2020)

การทำไฮโดรไพรมิ่ง (hydro-priming) ถือเป็นวิธีการขั้นพื้นฐานสำหรับการเตรียมความงอกของเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย มีต้นทุนต่ำและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Taylor *et al.*, 1998) การทำไฮโดรไพรมิ่งเป็นการนำเมล็ดมาแช่ในน้ำที่ระยะเวลาหนึ่งเพื่อช่วยให้น้ำซึมเข้าไปภายในเมล็ด เพื่อทำให้ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนลง โดยระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการแช่เมล็ดมีความจำเพาะเจาะจงและแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด (Selvarani & Umarani, 2011) ระยะเวลาในการแช่เมล็ดจึงเป็นสิ่งสำคัญในการไพรม์เมล็ด จากนั้นนำเมล็ดไปลดความชื้นให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้นแล้วนำไปเก็บรักษาเพื่อรอการเพาะปลูก ข้อดีของการทำไฮโดรไพรมิ่งสามารถช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความงอก และยังช่วยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกอีกด้วย (บุญมี, 2558; Dutta, 2018) มีรายงานการไพรม์เมล็ดกัญชงร่วมกับจิบเบอเรลลิน เพื่อไปทำลายการพักตัวของเมล็ด ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของกัญชงเพิ่มสูงขึ้น (Önol & Yildirim, 2021) ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำไฮโดรไพรมิ่งของเมล็ดกัญชงต่อความงอก ความแข็งแรง และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงพันธุ์ RPF 4

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

ดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.1 การไพรม์เมล็ดพันธุ์กัญชง

การทดลองนี้ใช้เมล็ดพันธุ์กัญชงพันธุ์ RPF 4 ซึ่งได้จากฤดูการผลิตเมล็ดพันธุ์ปี 2564 ที่แปลงผลิตเมล็ดพันธุ์จากเกษตรกรในพื้นที่อำเภอพบพระ จังหวัดตาก มีวิธีการไพรม์เมล็ดพันธุ์ดังนี้ โดยเตรียมน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร ต่อเมล็ดกัญชง 35 กรัม นำเมล็ดกัญชงไพรม์ในน้ำกลั่นที่เตรียมไว้ในระยะเวลาที่แตกต่างกันดังนี้ เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์ T1), เมล็ดที่ไพรม์ด้วยน้ำกลั่นที่เวลา 3, 6 และ 9 ชั่วโมง T2), T3) และ T4) ตามลำดับ จากนั้นนำเมล็ดในกรรมวิธีที่ 2, 3 และ 4 ไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เมื่อครบกำหนดเวลา นำเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีมาแช่น้ำส่วนเกินที่ผิวเมล็ดให้แห้ง จากนั้นนำเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีไปลดความชื้นด้วยเครื่องลดความชื้นแบบลมแห้ง รุ่น KCU 40-2 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนได้ความชื้นใกล้เคียงกับความชื้นเริ่มต้นที่ $10 \pm 1\%$ แล้วนำเมล็ดที่ผ่านการไพรม์มาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.2 การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดกัญชงหลังการไพรม์เมล็ดที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

นำเมล็ดในแต่ละกรรมวิธีตามหัวข้อที่ 1 มาแช่น้ำที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 7 ระดับคือ 0, 6, 12, 18, 24, 30 และ 36 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความชื้นตามวิธีการของ ISTA (2004) ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดพันธุ์ หาได้จากสมการที่ (1)

$$(\%) \text{ ความชื้นเมล็ดพันธุ์} = \frac{\text{น้ำหนักสดเมล็ดพันธุ์} - \text{น้ำหนักแห้งเมล็ดพันธุ์}}{\text{น้ำหนักสดเมล็ด}} \times 100 \quad (1)$$

2.3 การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการ

ทำการทดสอบคุณภาพของเมล็ดด้วยวิธี Between Paper (BP) ทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % ที่ความเข้มแสง 180 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ให้แสงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นประเมินลักษณะเมล็ดต่าง ๆ หลังผ่านการทดสอบ ดังนี้

การตรวจสอบการงอกรากแรกประเมินการงอกรากในแต่ละกรรมวิธีทดลอง ทำ 4 ซ้ำ โดยเริ่มนับเมื่อเมล็ดมีการงอกที่ความยาว 2 มิลลิเมตร ในวันที่ 2 หลังจากเพาะทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ (จักรพงษ์ และคณะ, 2564) สำหรับเปอร์เซ็นต์ความงอกรากแรกหาได้จากสมการที่ (2)

$$(\%) \text{ ความงอกรากแรก} = \frac{\text{จำนวนรากที่งอก}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (2)$$

การตรวจสอบความเร็วในการงอกรากแรก ตรวจนับการงอกรากทุกวัน เมื่อเมล็ดมีการงอกรากที่ความยาว 2 มิลลิเมตร ในวันที่ 1 - 2 วันหลังการเพาะ ทำ 4 ซ้ำในทุกกรรมวิธี (จักรพงษ์ และคณะ, 2564) ซึ่งพิจารณาได้จากความเร็วในการงอกรากแรก (ราก/วัน) หาได้จากสมการที่ (3)

$$\text{ความเร็วในการงอกรากแรก} = \frac{\text{ผลรวมของ(จำนวนรากที่งอกในแต่ละวัน)}}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (3)$$

การตรวจสอบความงอก ตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติในวันที่ 3 และวันที่ 7 โดยทำทั้งหมด 4 ซ้ำ ในทุกกรรมวิธี จากนั้นนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้ากัญชง (ISTA, 2018) หาได้จากสมการที่ (4)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกของต้นกล้ากัญชง} = \frac{\text{จำนวนเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าปกติ}}{\text{จำนวนเมล็ดที่เพาะ}} \times 100 \quad (4)$$

การตรวจสอบความเร็วในการงอกตรวจนับต้นกล้าปกติในทุก ๆ วัน ตั้งแต่วันที่ 3 วัน จนถึงวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด ทำ 4 ซ้ำ ในทุกกรรมวิธี (ISTA, 2018) สำหรับความเร็วในการงอก (ต้น/วัน) หาได้จากสมการที่ (5)

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \text{ผลรวมของ} \frac{(\text{จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน})}{\text{จำนวนวันหลังเพาะ}} \quad (5)$$

การตรวจสอบความยาวต้นและความยาวรากโดยประเมินวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด ทำโดยการสุ่มต้นกล้าจำนวน 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น โดยความยาวต้นวัดตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายยอด (shoot apex) ส่วนความยาวราก วัดจากโคนต้นลงมาจนถึงปลายราก (Baki and Anderson, 1973)

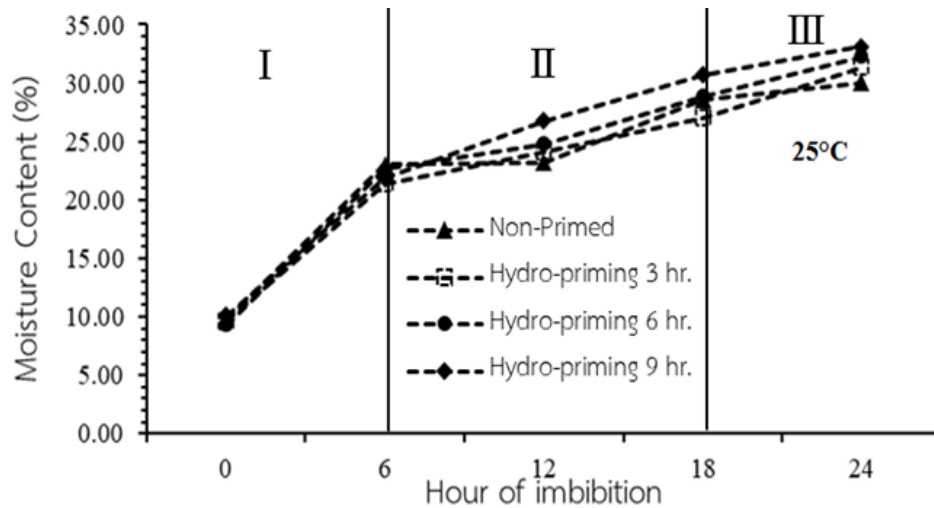
การวิเคราะห์ทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของวิธีการไพร้มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ส่วนความงอกของเมล็ดแปลงข้อมูลโดยใช้วิธี Arcsine transformation เพื่อวิเคราะห์ทางสถิติ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดกัญชง

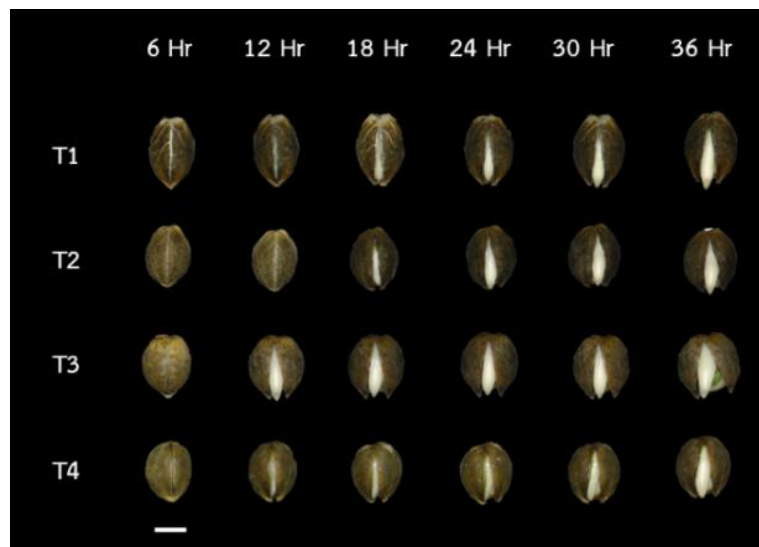
ในระยะแรกเมล็ดดูดซับความชื้นอย่างรวดเร็ว เห็นได้ว่าเมล็ดกัญชงที่ได้รับความชื้นในช่วง 6 ชั่วโมงแรก ความชื้นภายในเมล็ดกัญชงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกกรรมวิธี (ระยะที่ 1) (รูปภาพที่ 1) ในระยะแรกของการดูดน้ำ เมล็ดทำการดูดน้ำอย่างรวดเร็ว มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะนี้ เช่น เกิดการทรานสเลชันในขณะที่มีการซ่อมแซมของ DNA และไมโทคอนเดรีย (Varier *et al.*, 2010) หลังจากนั้นเมล็ดมีการดูดซับความชื้นอย่างช้า ๆ (ระยะที่ 2) ซึ่งเป็นช่วงของการเกิดกระบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดและองค์ประกอบต่าง ๆ ภายในเมล็ด เช่น ช่วยกระตุ้นให้โปรตีนเปลี่ยนเป็นกรดอะมิโน แบ่งเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส และซูโครส แล้วได้เป็นพลังงาน ซึ่งพลังงานเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการเคลื่อนย้ายสารอาหารสำหรับใช้ในกระบวนการงอกของเมล็ดในลำดับต่อไป (Bewley *et al.*, 2013; Dalil, 2014) (7-18 ชั่วโมง) และเมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 18 เมล็ดมีอัตราการดูดซับความชื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการงอกแรก ทำให้มีพื้นที่ในการดูดซับความชื้นเพิ่มขึ้นและพัฒนาต่อไปเป็นต้นกล้า (Hussain *et al.*, 2016) (ระยะที่ 3) เมื่อพิจารณารูปภาพที่ 2 พบว่าเมล็ดที่ผ่านการทำไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 6 และ 9 ชั่วโมง เริ่มมีการปริแตกบริเวณเปลือกของเมล็ด เมื่อเมล็ดดูดซับความชื้นเป็นเวลา 6 ชั่วโมง (รูปภาพที่ 2 : T3 และ T4) ในขณะที่เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์และเมล็ดผ่านการทำไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 3 ชั่วโมง เริ่มมีการปริแตกบริเวณเปลือกของเมล็ดเมื่อได้รับความชื้นที่ 12 ชั่วโมง (รูปภาพที่ 2 : T1 และ T2) นอกจากนี้เมล็ดที่ผ่านการไพรม์ที่ 6 และ 9 ชั่วโมง สังเกตเห็นส่วนของรากแรกตั้งแต่ได้รับความชื้นที่ 12 ชั่วโมง (รูปภาพที่ 2 : T3 และ T4) แต่กลับพบว่า

เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์และเมล็ดที่ผ่านการไพรม์ที่ 3 ชั่วโมง จะเห็นส่วนของรากแรกหลังจากที่เมล็ดได้รับความชื้นที่ 18 ชั่วโมง (รูปภาพที่ 2 : T1 และ T2) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดที่ผ่านการไพรม์มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของการงอกรากได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดกัญชง

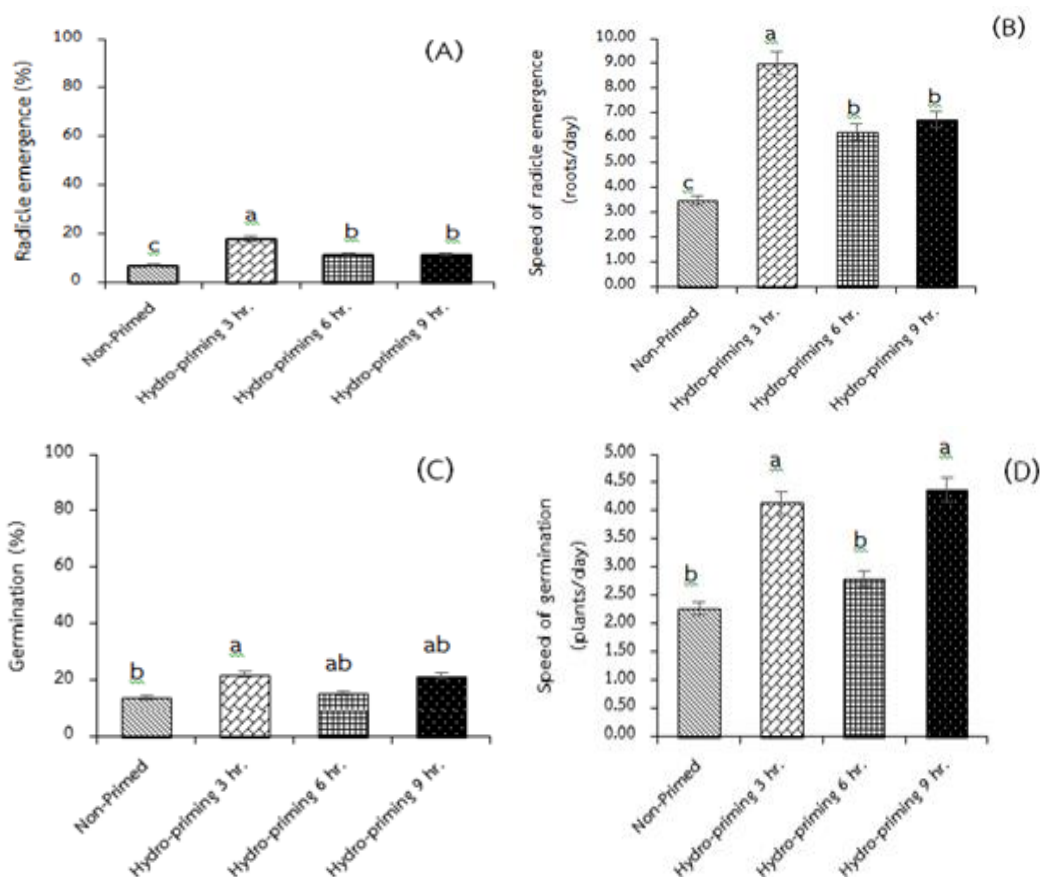
โดยที่ ▲ T1 : เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์, ● T3 : การไพรม์เมล็ดที่ 6 ชั่วโมง □ T2 : การไพรม์เมล็ดที่ 3 ชั่วโมง, ◆ T4 : การไพรม์เมล็ดที่ 9 ชั่วโมง



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการดูน้ำของเมล็ดกัญชงที่อุณหภูมิ 25 ° C Scale bar, 5 มิลลิเมตร.

3.2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเมล็ดพันธุ์กัญชงหลังการทำไฮโดรไพรมิ่ง

จากการศึกษาการไพรม์เมล็ดกัญชงด้วยวิธีไฮโดรไพรมิ่งที่ระยะเวลาที่แตกต่างกันพบว่า เมล็ดกัญชงที่ผ่านไพรม์ด้วยวิธีไฮโดรไพรมิ่งที่ 3 ชั่วโมง มีการงอกแรก และความเร็วในการความงอกแรกสูงที่สุดคือ 18% และ 9 ราก/วัน ตามลำดับ (รูปภาพที่ 3 A และ B) เมื่อพิจารณาที่ลักษณะความเร็วในการงอก พบว่าเมล็ดที่ไพรม์ที่ 3 และ 9 ชั่วโมง มีความเร็วในการงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกับกรรมวิธีการอื่น ๆ (รูปภาพที่ 3D) ส่วนเมล็ดกัญชงที่ผ่านการไพรม์ที่ 3, 6 และ 9 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามการไพรม์ที่ 3 ชั่วโมงมีความงอกสูงมากกว่าและแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ (รูปภาพที่ 3C) ทั้งนี้การไพรม์เมล็ดเป็นเทคนิควิธีการที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของ malate synthase และ isocitrate lyase ทำงานได้ดีขึ้น ช่วยสนับสนุนไขมันเปลี่ยนไปเป็นคาร์โบไฮเดรตได้เพิ่มขึ้น โดย α -amylase ทำการไฮโดรไลซ์แป้งแล้วเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล แล้วน้ำตาลจะถูกส่งไปเป็นพลังงานแก่เอ็มบริโอเพื่อใช้ในกระบวนการงอกของเมล็ด นอกจากนี้การไพรม์เมล็ดช่วยสร้าง ATP และกระบวนการหายใจที่เพิ่มขึ้น รวมไปถึงไฟเตส อะไมเลส และโปรตีเอสที่เพิ่มขึ้น (Kamithi *et al.*, 2016) ยกตัวอย่างข้าวบาร์เลย์ที่ผ่านการไพรม์เมล็ดจะมีกิจกรรมของ α -amylase ในเมล็ดที่เพิ่มขึ้น 2.8 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์ จึงส่งผลต่อการงอกของเมล็ดที่เพิ่มสูงขึ้นจากเดิม (Pawar and Laware, 2018)



รูปที่ 3 แสดงคุณภาพเมล็ดพันธุ์กัญชงที่ผ่านการไพรม์และไม่ผ่านการไพรม์ :

(A) การงอกแรก (%) (B) ความเร็วในการงอกแรก (ราก/วัน) (C) ความงอก (%) และ (D) ความเร็วในการงอก (ต้น/วัน)

3.3 การเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงหลังการทำไฮโดรไพรม์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้ากัญชงหลังการทำไฮโดรไพรม์ พบว่าการไพรม์เมล็ดกัญชงด้วยวิธีไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ความสูงของต้นกล้ากัญชงและเวลาเฉลี่ยในการงอกมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) แต่กลับไม่พบความแตกต่างทางสถิติที่ลักษณะความยาวรากของกัญชง การไพรม์เมล็ดกัญชงด้วยวิธีไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 9 ชั่วโมง พบว่าต้นกล้ากัญชงมีความสูงต้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และยังใช้เวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น และมีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยกับการไพรม์เมล็ดกัญชงด้วยวิธีไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 3 ชั่วโมง (ตารางที่ 1) จากการพัฒนาของรากที่ดีขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการใช้สารอาหารที่เพิ่มขึ้นช่วยให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น (Muhammad et al., 2015) นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าเมล็ดกัญชงที่ผ่านการไพรม์ในทุกกรรมวิธีมีความสูงของต้นกล้าและเวลาเฉลี่ยในการงอกได้ดีกว่าเมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์ (ตารางที่ 1) การทำไฮโดรไพรม์ทำให้เกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมที่ไปกระตุ้นการงอกภายในเมล็ด ส่งผลให้มีระยะเวลาในการงอกเร็ว และต้นกล้าแข็งแรง กว่าเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์ (Harris et al., 2002) สอดคล้องกับ Golizadeh et al. (2015) ที่ทำการศึกษการไพรม์เมล็ดแคนนาบิสร่วมกับน้ำกลั่นเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ส่งผลให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 1 ความสูงต้น ความยาวราก และเวลาเฉลี่ยในการงอกของเมล็ดกัญชงที่ผ่านการไพรม์โดยวิธีไฮโดรไพรม์มีทั้ง เมื่อตรวจสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ

Treatment ¹	Shoot length		Root length		Mean germination time	
	(cm)	(%) ³	(cm)		(days)	(%)
T1	3.7 c ²		2.5		6.25 a	
T2	5.2 ab	(+40)	3.1		5.50 bc	(-12)
T3	4.5 bc	(+21)	3.0		5.74 b	(-8)
T4	5.4 a	(+45)	3.2		5.12 c	(-18)
F-test	**		ns		**	
C.V. (%)	12.74		30.67		5.83	

ns, **: ไม่แตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ $P \leq 0.01$ ตามลำดับ, ¹ T1 : เมล็ดที่ไม่ผ่านการไพรม์, T2 : เมล็ดที่ไพรม์ที่ 3 ชั่วโมง, T3 : เมล็ดที่ไพรม์ที่ 6 ชั่วโมง และ T4 : เมล็ดที่ไพรม์ที่ 9 ชั่วโมง, ² ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ, เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ³ตัวเลขในวงเล็บเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเมื่อมีค่าเพิ่มขึ้น (+) และ ลดลง (-) เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการไพรม์

4 สรุป

จากผลของการทำไฮโดรไพรม์มีทั้งสำหรับกัญชงพันธุ์ RPF 4 ที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน แล้วนำมาเพาะตรวจสอบคุณสมบัติพันธุ์ในสภาพห้องปฏิบัติการสรุปได้ว่า ส่วนเมล็ดที่ทำไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 3 ชั่วโมง สามารถเพิ่มความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดกัญชง ส่งผลให้ต้นกล้ากัญชงมีการพัฒนาด้านความสูงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นการทำไฮโดรไพรม์มีทั้งที่ 3 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลาและอุณหภูมิแนะนำสำหรับการยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของเมล็ดกัญชงพันธุ์ RPF 4 ที่มีคุณภาพต่ำได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรายวิชา พร521 สรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ ปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 1 สำหรับการช่วยเตรียมต้นฉบับบทความวิจัยเรื่องนี้ และขอขอบคุณสาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้อำนวยความสะดวกพื้นที่ดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- จักรพงษ์ กางโสภา เพชรรัตน์ จีเพชร และ จุฑามาศ อาจนาสี (2564) อิทธิพลของการไพรม์เมล็ดร่วมกับ KNO_3 , KH_2PO_4 และ GA_3 ต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักบุ้งจีน. *วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. Vol. 14, No. 2.
- บุญมี ศิริ. (2558). การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร.
- สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2565). อุตสาหกรรมเส้นใยกัญชง. ค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2565, จาก <http://thailandhemp.info/thti/hemp-shell-fiber.php?menu= 281>
- สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) (2562). พันธุ์กัญชงกับเมล็ดพันธุ์รับรองตามกฎหมาย. ค้นเมื่อวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2565 จาก <https://www.hrdi.or.th/articles/Detail/47>.
- Asna, A. C., Joseph, J., and Joseph John, K. (2020). Botanical Description of Bitter Gourd. In *The Bitter Gourd Genome*. Cham: Springer., pp. 7-31.
- Baki, A.A., and Anderson, J.D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria *Journal of Agronomy and Crop Science*, 13(6), 630-633.
- Bewley, J.D., Bradford, K.J. Hilhorst, H.W.M. and Nonogaki, H. (2013). Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition. New York: Springer.
- Dutta, P. (2018). Seed Priming: New Vistas and Contemporary Perspectives. *Advances in Seed Priming*, 3-22.
- Callaway, J.C (2004). Hempseed as a nutritional resource: an overview. *Euphytica*, 140, 65-72
- Dalil B. (2014). Response of Medicinal plants to Seed priming: A Review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(2), 741-745.
- Dell Aquilla, A. and Beweley J.D. (1989). Protein synthesis in the axes of polyethylene glycol treated pea seed and during subsequent germination. *Journal of Experimental Botany*. 40, 1001-1007.
- Golizadeh, S. K., Mahmoodi, T. M., and Khaliliaqdam, N. (2015). Effect of Priming of (KNO_3 , $ZnSO_4$, Distilled water) on rate Germination and Seedling Establishment on Cannabis seed (*Cannabis sativa* L.). In *Biological Forum* 7(1), 190.
- Harris, D., Tripathi, R. S., and Joshi, A. (2002). On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in dry direct-seeded rice. *Direct seeding: Research Strategies and Opportunities*, International Research Institute, Manila, Philippines, 231-240.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Hussain, S., Khan, F., Hussain, H. A., and Nie, L. (2016). Physiological and biochemical mechanisms of seed priming-induced chilling tolerance in rice cultivars. *Frontiers in plant science*, 7, 116.
- ISTA. (2004). *International Rules for Seed Testing*. Seed Science and Technology. Glattbrugg: Switzerland.
- ISTA. (2018). *International rules for seed testing*, Edition 2018. International Seed Testing Association, Bassersdorf.
- Kamithi, K. D., Wachira, F., and Kibe, A. M. (2016). Effects of different priming methods and priming durations on enzyme activities in germinating chickpea (*Cicer arietinum* L.). *American Journal of Natural and Applied Sciences*, 1(1), 1-9.
- Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R., and Günter, N. (2015). Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of maize. *Journal of plant nutrition*, 38(12), 1803-1821.
- Önol, B. and M.U. Yildirim. (2021). Breaking seed dormancy and regeneration in *Cannabis sativa* L. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 5(4),709-719
- Pawar, V. A., and Laware, S. L. (2018). Seed priming a critical review. *Int. J. Sci. Res. Biol. Sci*, 5, 94-101.
- Selvarani, K., & Umarani, R. (2011). Evaluation of seed priming methods to improve seed vigour of onion (*Allium cepa* cv. aggregatum) and carrot (*Daucus carota*). *Journal of Agricultural Technology*, 7(3), 857-867.
- Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M. A., Bradford, K. J., Burris, J. S., & Misra, M. K. (1998). Seed enhancements. *Seed Science Research*, Vol. 8(02)., 245 – 256.
- Varier, A., Vari, A. K., and Dadlani, M. (2010). The subcellular basis of seed priming. *Current Science*, 450-45

บทความวิจัย

ปริมาณฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกดาวเรือง

Total phenolic content and antioxidant activity of *Tagetes erecta* L. flower tea

บุษราคัม แซ่ตั้ง¹ ปภัสสร สุขศรี¹ ศุภรัตน์ ด่านอุดมรักษ์¹ พรประภา ชุนถนอม¹ กรรณิการ์ สมบุญ¹ จารุวรรณ ดรเถื่อน^{1*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

Budsarakham Saetang¹ Paphatsorn Sukri¹ Suparat Danudomrak¹ Pornprapha Chunthanom¹
Kannika Sombun¹ Jaruan Donthuan^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Phan khon district, Sakon Nakhon 47160

* Corresponding author. E-mail address: jaruwand@hotmail.com ; Telephone: 0-4277-1816

วันที่รับบทความ 23/กุมภาพันธ์/2566; วันที่แก้ไขบทความ 17/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 7/เมษายน/2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ทำโดยสกัดด้วยน้ำร้อน นำสารสกัดมาทดสอบปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ FRAP assay จากผลการทดลองพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สารสกัดด้วยน้ำจากชาดอกดาวเรืองมีปริมาณฟีนอลิกรวมอยู่ในช่วง $0.54 \pm 0.05 - 0.98 \pm 0.08$ mg GAE/g DW และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP assay อยู่ในช่วง $11.93 \pm 0.43 - 33.65 \pm 1.07$ mg/mL และ $0.52 \pm 0.00 - 0.79 \pm 0.01$ $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ /g DW ตามลำดับ

คำสำคัญ: ชา ดอกดาวเรือง สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The aim of this research were to study on antioxidant activity and total phenolic content from *Tagetes erecta* L. flower tea extract. All types of *Tagetes erecta* L. flower teas were extracted by boil water. The total phenolic content was analyzed by Folin Ciocalteu. The antioxidant activities of the extracts were evaluated using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay and FRAP assay. The results showed that there were differences ($p < 0.05$) in antioxidant activity and total phenolic content. The aqueous extract contained total phenolic content in the range of $0.54 \pm 0.05 - 0.98 \pm 0.08$ mg GAE/g DW. The antioxidant activities by DPPH assay and FRAP assay were in the range of $11.93 \pm 0.43 - 33.65 \pm 1.07$ mg/mL and $0.52 \pm 0.00 - 0.79 \pm 0.01$ $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ /g DW, respectively.

Keywords; tea, *Tagetes erecta* L, phenolic compound, antioxidant activity

1. บทนำ

อนุมูลอิสระ (free radicals) หมายถึงสารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electrons) ในอะตอม หรือโมเลกุล พบได้ทุกแห่งทั้งในสิ่งแวดล้อม ในสิ่งมีชีวิตและในเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการผลิตพลังงานภายในเซลล์หรือจากกระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) อนุมูลอิสระสามารถทำลายชีวโมเลกุลทุกประเภท ทั้งในเซลล์และส่วนประกอบของเซลล์สิ่งมีชีวิต เช่น ลิพิด (lipid) โปรตีน (protein) เอนไซม์ (enzyme) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissues) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เซลล์ตาย การเกิดการกลายพันธุ์ของดีเอ็นเอในเซลล์และก่อให้เกิดโรคต่างๆ ได้แก่ โรคชรา (aging) โรคมะเร็ง (cancer) โรคหัวใจขาดเลือด (coronary heart disease) โรคความจำเสื่อม (Alzheimer's disease) เป็นต้น (บุหรณ์, 2556)

สารต้านอนุมูลอิสระเป็นสารที่ช่วยป้องกันหรือยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Kumar, 2014) โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป เช่น เอนไซม์ วิตามินซี และสารประกอบฟีนอลิก เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกเป็นกลุ่มสารทุติยภูมิที่พบได้ทั่วไปในผัก ผลไม้ ไขมัน น้ำมันมะกอก และช็อคโกแลต เป็นต้น สารประกอบฟีนอลิกส่วนใหญ่จะพบในรูปอนุพันธ์และหรือไอโซเมอร์ของฟลาโวนอยด์ ไอโซฟลาโวนอยด์ ฟลาโวนอยด์ คาร์ทีชิน และกรดฟีนอลิก (ลือชัย, 2555) โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (metal chelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (synergism) (บุหรณ์, 2556)

ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) เป็นไม้ประดับที่มีถิ่นกำเนิดในเม็กซิโกและกัวเตมาลา เป็นพืชสมุนไพรที่สามารถต้านอนุมูลอิสระด้านเชื้อแบคทีเรีย ด้านการอักเสบ ด้านเชื้อรา ต่อด้านพยาธิ และช่วยรักษาบาดแผล เนื่องจากภายในสารสกัดจากดอกดาวเรืองประกอบไปด้วย สารสำคัญต่าง ๆ เช่น สารกลุ่ม flavonoids, polyphenols, saponosides, organic acids และ sacharides อีกทั้งยังพบสาร carotenoid ในปริมาณสูง (Benko et al., 2019) และมีรายงานว่าใช้ในการแพทย์แผนเม็กซิกัน (Nehr, 1968) ป้องกันมะเร็งและเสริมการทำงานของภูมิคุ้มกัน (Chew et al., 1996) การยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเซลล์ (Zhang et al., 1991) การป้องกันความเสียหายของเซลล์ที่เกิดจากอนุมูลอิสระ (Martin et al., 1996) ดาวเรืองเป็นดอกไม้กินได้ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาบริโภคในรูปแบบต่างๆ เช่น ชาดอกดาวเรือง และ น้ำดอกดาวเรือง เป็นต้น ซึ่งชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก การบริโภคชาดอกไม้เป็นทางเลือกหนึ่งของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ และในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ชาดอกไม้มากมายหลายชนิด เช่น ดอกเก๊กฮวย ดอกกระเจี๊ยบ ดอกอัญชัน (กรรณ และพันธ์ศักดิ์, 2553) ดอกกุหลาบ (วรินทร์ และกรรณพต, 2560) ดอกกระเจี๊ยบแดง ดอกอัญชัน ดอกจี๊วป่า (จตุพร และคณะ, 2562) เป็นต้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มสรรพคุณและแต่งกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ชา ผู้วิจัยจึงนำดอกดาวเรืองมาพัฒนาเป็นชาดอกดาวเรืองผสมซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (อาวูธ และศุภรัตน์, 2564) นอกจากนี้จากการค้นคว้าพบว่า ใบเตย กุหลาบ มินท์ และ มะลิ เป็นพืชที่มีกลิ่นหอมและมีสารต้านอนุมูลอิสระอีกด้วย บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของชาดอกดาวเรืองสูตรต่าง ๆ ที่ผสมด้วยขิง ใบเตย กุหลาบ มินท์ และ มะลิ

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมชาดอกดาวเรือง

เก็บตัวอย่างดอกดาวเรือง ชิง ใบเตย กุหลาบ มินท์ และ มะลิในเขตอำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร นำมาล้างทำความสะอาด ดอกดาวเรือง กุหลาบ และ มะลิ คัดเลือกเฉพาะส่วนกลีบดอก มินท์ คัดเลือกเฉพาะใบ ส่วนใบเตยและชิงหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดไปอบที่อุณหภูมิ 40 °C จนแห้ง และมีค่า water activity (a_w) ต่ำกว่า 0.6 ดอกดาวเรืองที่อบแห้งแล้วนำไปคั่วต่อจนได้กลิ่นหอม นำส่วนประกอบทั้งหมดที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาเตรียมชาดอกดาวเรืองโดยบรรจุใส่ในถุงชา 4 สูตรดังนี้คือ สูตรที่ 1 (Tea 1) ประกอบไปด้วย กลีบดอกดาวเรืองคั่ว 1.55 กรัม (96.875 เปอร์เซ็นต์) ชิงอบแห้ง 0.03 กรัม (1.875 เปอร์เซ็นต์) และใบเตยอบแห้ง 0.02 กรัม (1.250 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 (Tea 2) ประกอบไปด้วย กลีบดอกดาวเรืองคั่ว 1.55 กรัม (96.875 เปอร์เซ็นต์) ชิงอบแห้ง 0.03 กรัม (1.875 เปอร์เซ็นต์) และกุหลาบอบแห้ง 0.02 กรัม (1.250 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 3 (Tea 3) ประกอบไปด้วย กลีบดอกดาวเรืองคั่ว 1.55 กรัม (96.875 เปอร์เซ็นต์) ชิงอบแห้ง 0.03 กรัม (1.875 เปอร์เซ็นต์) และมินท์อบแห้ง 0.02 กรัม (1.250 เปอร์เซ็นต์) และสูตรที่ 4 (Tea 4) ประกอบไปด้วยกลีบดอกดาวเรืองคั่ว 1.55 กรัม (96.875 เปอร์เซ็นต์) ชิงอบแห้ง 0.03 กรัม (1.875 เปอร์เซ็นต์) และมะลิอบแห้ง 0.02 กรัม (1.250 เปอร์เซ็นต์)

2.2 การเตรียมชาดอกดาวเรือง

นำชาดอกดาวเรืองแต่ละสูตร 1.60 g แช่น้ำร้อนอุณหภูมิ 80 °C ปริมาตร 20 mL เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง เก็บใส่ขวดสีชาเพื่อนำไปทดสอบสมบัติของสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองต่อไป โดยสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองทุกชนิดคำนวณในรูปของน้ำหนักแห้ง

2.3 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (ดัดแปลงจาก Kim and Lee, 2002)

ดูดสารสกัดชาดอกดาวเรืองหรือกรดแกลลิก (Gallic acid) 100 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu เข้มข้น 10% ปริมาตร 400 ไมโครลิตรและสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เข้มข้น 7.5% ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำกลั่น ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำค่าดูดกลืนแสงที่ได้เปรียบเทียบกับกรดแกลลิกมาตรฐาน โดยเตรียมความเข้มข้น 0.1 0.2 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยรายงานผลในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่างชาดอกดาวเรือง 1 กรัม (mg GAE/g DW)

2.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay (ดัดแปลงจาก Singh et al., 2002)

ดูดสารสกัดชาดอกดาวเรือง หรือวิตามินซีปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมสารละลาย 0.1 mM DPPH ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง Vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที แล้วไปตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer) ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานวิตามินซี รายงานผลเป็นค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งอนุมูล DPPH ได้ 50% (IC_{50}) สำหรับร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระคำนวณจากสมการที่ (1)

$$\text{ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ} = \frac{\text{control OD} - \text{sample OD}}{\text{control OD}} \times 100 \quad (1)$$

2.5 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay (ดัดแปลงจาก Ronald et al., 2005)

เตรียมสารละลาย FRAP (Ferric reducing antioxidant power reagent) ซึ่งผสมระหว่าง acetate buffer (pH=3.6) ความเข้มข้น 0.3 โมลาร์ TPTZ (2,4,6- tripyridyl-s-triazine) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ที่ละลายใน HCl ความเข้มข้น 0.04 โมลาร์ และ 0.02 โมลาร์ $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ ในอัตราส่วน 10:1:1 (v/v/v) เก็บไว้ในที่มืด ตูตสารสกัดชาดอกดาวเรืองหรือ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมสารละลาย FRAP 2.7 มิลลิลิตร และน้ำ DI 200 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร คำนวณค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน FeSO_4 รายงานในหน่วย $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g DW}$

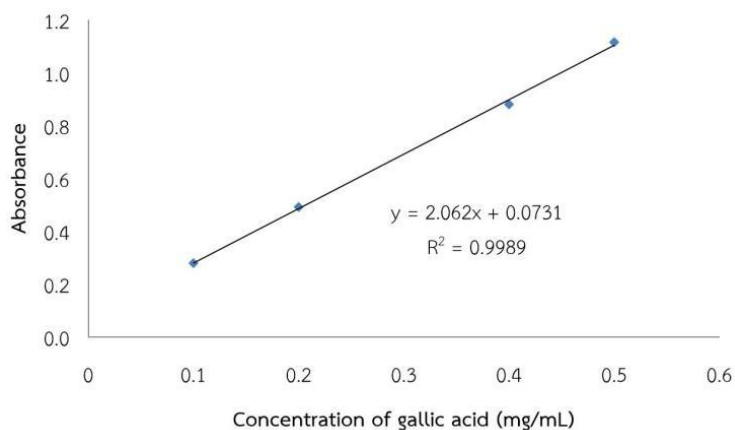
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple-range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 ปริมาณฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

การทดลองนี้ เลือกใช้น้ำเป็นตัวทำละลายในการสกัดสารประกอบฟีนอลิกจากชาดอกดาวเรือง เพราะน้ำมีความปลอดภัยสูงและเป็นการเทียบเคียงกับการดื่มชาในชีวิตจริง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าสารสกัดด้วยน้ำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกในชาได้ดีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จำเนียร และคณะ (2562) และ จตุพร และคณะ (2561) ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดชาดอกดาวเรือง จำนวน 4 ตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 1 คำนวณปริมาณฟีนอลิกรวมโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกในรูปที่ 1 พบว่าสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองมีปริมาณ ฟีนอลิกรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สารสกัดจากชาดอกดาวเรืองมีปริมาณฟีนอลิกรวมอยู่ในช่วง $0.54 \pm 0.05 - 0.98 \pm 0.08 \text{ mg GAE/g DW}$ ซึ่งตัวอย่างที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงที่สุด คือ Tea 4 มีค่า $0.98 \pm 0.08 \text{ mg GAE/g DW}$



รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

ตารางที่ 1 ปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากชาดอกดาวเรือง

Sample	Total phenolic (mg GAE/g DW)
Tea 1	0.54±0.05 ^b
Tea 2	0.55±0.05 ^b
Tea 3	0.60±0.02 ^b
Tea 4	0.98±0.08 ^a

หมายเหตุ: ^{a,b,c} ตัวเลขที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

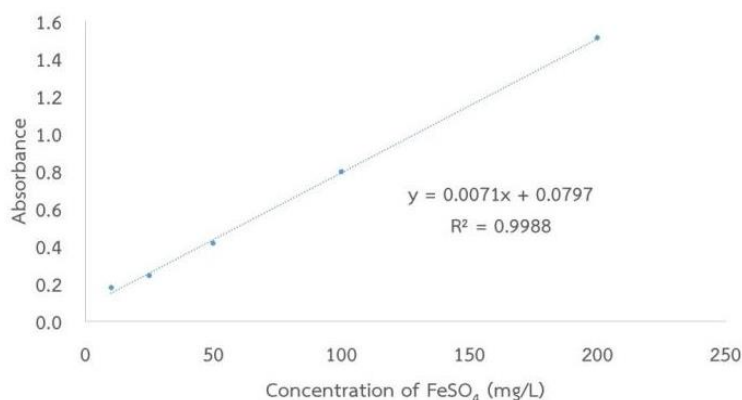
3.2ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และ FRAP assay

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และ FRAP assay ของสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองจำนวน 4 ตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2 และ คำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน FeSO_4 ในรูปที่ 2 พบว่าสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และ FRAP assay แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $11.93 \pm 0.43 - 33.65 \pm 1.07$ mg/mL Tea 3 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 11.93 ± 0.43 mg/mL ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay มีค่า อยู่ในช่วง $0.52 \pm 0.00 - 0.79 \pm 0.01$ $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g DW}$ Tea 4 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.79 ± 0.01 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g DW}$

ตารางที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากชาดอกดาวเรือง

Sample	DPPH (IC_{50} , mg/mL)	FRAP ($\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g DW}$)
Tea 1	33.65 ± 1.07^c	0.66 ± 0.01^b
Tea 2	15.66 ± 1.38^b	0.52 ± 0.00^d
Tea 3	11.93 ± 0.43^a	0.63 ± 0.03^c
Tea 4	16.63 ± 1.39^b	0.79 ± 0.01^a

หมายเหตุ: a,b,c...ตัวเลขที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

รูปที่ 2 กราฟมาตรฐานของ FeSO_4

สารสกัดด้วยน้ำจากชาดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP สูง เนื่องจากชาดอกดาวเรืองที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP สูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจำเนียร และคณะ (2562) และ จำเนียร และคณะ (2564) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวมและการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรือง พบว่าดอกดาวเรืองที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงตามไปด้วย Tea 4 ซึ่งประกอบด้วยกลีบดอกดาวเรืองคั่ว 1.55 กรัม (96.875 เปอร์เซ็นต์) ชิงอบแห้ง 0.03 กรัม (1.875 เปอร์เซ็นต์) และมะลิอบแห้ง 0.02 กรัม (1.250 เปอร์เซ็นต์) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมสูงที่สุดเพราะว่าประกอบดอกลีซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสอดคล้องกับงานวิจัยของดวงแก้ว อีรศิลป์ และคณะ (2548) ที่ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกขจร ดอกมะลิ และดอกกลิ่นหอม

4. สรุป

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมในสารสกัดจากชาดอกดาวเรือง จำนวน 4 สูตร พบว่าสารสกัดด้วยน้ำจากชาดอกดาวเรืองแต่ละสูตรมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวมแตกต่างกัน โดยพบว่าสารสกัดจากชาดอกดาวเรืองมีปริมาณฟีนอลิกรวมอยู่ในช่วง $0.54 \pm 0.05 - 0.98 \pm 0.08$ mg GAE/g DW ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง $11.93 \pm 0.43 - 33.65 \pm 1.07$ g/mL ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP assay มีค่า อยู่ในช่วง $0.52 \pm 0.00 - 0.79 \pm 0.01$ $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g DW}$ และพบว่าปริมาณฟีนอลิกรวมมีความสอดคล้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครสำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำวิจัย ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรุณา คชเรนทร์ และพันธศักดิ์ ศุกระฤกษ์. (2553). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกไม้. 1266-1274. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565. <https://grad.dpu.ac.th/upload/content/files>.
- จตุพร ประทุมเทศ, จักรกฤษณ์ สุรสอน, ทิพยมนตร์ เปาป่า และจารุวรรณ ดรเถื่อน. (2561). ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการชงชาต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและการต้านอนุมูลอิสระในชาดอกอัญชัน. วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. 16 (ฉบับพิเศษ 3): 372-379.
- จำเนียร ชมภู, เชษฐชัยชัยย์ นิลารณ, จุฑามาต เมรสนันต์ และราตรี บุญเรืองรอด. (2562). ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากดอกดาวเรืองในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส และ แอลฟา-กลูโคซิเดส. แก่นเกษตร. 47 (2): 293-306.
- จำเนียร ชมภู, สุนิสา อุษะตุง, ธนพงศ์ ไกรพุด และราตรี บุญเรืองรอด. (2564). ปริมาณสารฟลักซ์เคมี และการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกดาวเรืองฝรั่งเศส. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 39 (4): 264-273.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ดวงแก้ว อธิศิลป์, รสธร วีระวิทยานันต์ และพุทธปราณี ตั้งวิชิตฤกษ์. (2548). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของดอกขจร ดอกมะลิ ดอกลั่นทม โดยวิธี TEAC. ปริญญานิพนธ์ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุหรัน พันธุ์สุวรรณ. (2556). อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21 (3): 275-286.
- ลือชัย บุตุคูป. (2555). สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ทางชีวภาพ. Journal of Science and Technology Mahasarakham. 31 (4): 443-455.
- วรินทร์ พูลศรี ภูรินทร์ อัครกุลธร และกรรณพด แก้วสอน. (2560). การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำชาจากดอกกุหลาบ. Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 16 (1-2): 1-9.
- อาวุธ หงษ์ศิริ และศุภรัตน์ ดวนใหญ่. (2564). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ของสารสกัด ข่า ชিং และผักเสี้ยนผี. วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 6 (2): 37-43.
- Benko F., Palkovičová V., Ďuračka M., Árvay J., Lukáč, N. and Tvrdč E. (2019). Antioxidant effects of marigold (*Calendula officinalis*) flower extract on the oxidative balance of bovine spermatozoa. Contemporary Agriculture. 68(3-4): 92-102.
- Chew B.P., Wong M.W. and Wong T.S. (1996). Effects of lutein from marigold extract on immunity and growth of mammary tumours in mice. Anticancer Research. 16: 3689-3694.
- Kim D.O. and Lee C.Y. (2002). Extraction and Isolation of Polyphenolics, Current Protocols in Food Analytical Chemistry. R.E. Wrolstad : New York.
- Kumar S. (2014). The Importance of Antioxidant and Their Role in Pharmaceutical Science-A Review. Asian Journal of Research in Chemistry and Pharmaceutical Sciences. 1 (1): 27-44.
- Martin K.R., Eaila M.L. and Smith J.C. (1996). β -Carotene and lutein protect HepG2 human liver cells against oxidant-induced damage. Journal of Nutrition. 126: 2098-2106.
- Nehr N.T. (1968). The ethnobotany of tagetes. Economic Botany. 22: 317-324.
- Ronald L.P., Xianli W. and Karen S. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 4290-4302.
- Singh R.P., Chidambara K.N. and Jayaprakasha G.K. (2002). Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Model, Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50: 81-86.
- Zhang L.X., Coney R.V. and Betram J.S. (1991). Carotenoids enhance gap functional communication and inhibit lipid peroxidation in C3H/10T/2 cells: relationship to their cancer chemo preventive action. Carcinogenesis. 12: 2109-2111

บทความวิจัย

ผลของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี

Effect of *Bacillus* spp. on growth and quality of wheatgrass

ชนิดา ผู้มีทรัพย์¹ ทองทศ เจริญธัญพิทักษ์¹ พิไล ขวัญเลิศ¹ สราลี พรหมมาเยกุล¹ จุฑามาศ อัจฉนาเสียว^{1*}

¹สาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ประเทศไทย 50290

Chanida Pumeesub¹ Thongthot Charoenthanyaphithak¹ Philai Khwanlert¹ Saralee Prommayakul¹

Chuthamat Atnaseo^{1*}

¹Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

* Corresponding author. E-mail address: chuthamat@mju.ac.th. Telephone: 0-5387-3632

วันที่รับบทความ 1/มีนาคม/2566; วันที่แก้ไขบทความ 22/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 6/เมษายน/2566

บทคัดย่อ

น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงหลากหลาย โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีผลในการบำบัดภาวะขาดฮีโมโกลบินได้ ทั้งนี้มีรายงานว่าแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGPB) สามารถเพิ่มการผลิตสารออกฤทธิ์และกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ การใช้ PGPB จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีได้ ดังนั้นเพื่อทดสอบความสามารถดังกล่าวของ PGPB จึงทำการคัดเลือกแบคทีเรียสกุล *Bacillus* จำนวน 8 ไอโซเลตมาทำการทดสอบ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินคุณสมบัติของแบคทีเรียในการสร้าง indole-3-acetic acid (IAA) ละลายฟอสเฟต และตรึงไนโตรเจน 2) การทดสอบอิทธิพลของแบคทีเรียต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี และ 3) การทดสอบผลของแบคทีเรียในการส่งเสริมการเจริญเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี ด้วยการให้แบคทีเรียโดยวิธีการแช่เมล็ดและวิธีการรดต้นอ่อนข้าวสาลี การทดสอบพบว่า การแช่เมล็ดในแขวนลอยแบคทีเรียไม่มีผลต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี และการแช่เมล็ดในแขวนลอยแบคทีเรียก่อนปลูกไม่มีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างไรก็ตามการรดต้นกล้าด้วยแขวนลอยแบคทีเรีย มีผลทำให้ต้นอ่อนข้าวสาลีมีความยาวต้นและน้ำหนักสดเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลในการเพิ่มคุณภาพของผลผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี ทั้งนี้ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีอาจมีความสัมพันธ์กับระดับการสร้าง IAA และ *Bacillus* spp. บางไอโซเลต เช่น B07 มีศักยภาพในการส่งเสริมการเติบโตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมในการใช้ประโยชน์จากแบคทีเรียเหล่านี้ต่อไป

คำสำคัญ: น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี คุณค่าทางโภชนาการ คลอโรฟิลล์ แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

Abstract

Wheatgrass juice contains diverse nutrient-rich compounds, particularly chlorophyll, making it valuable as a remedy for conditions related to hemoglobin deficiency. There has been reported that plant growth promoting bacteria (PGPB) are able to increase the production of active compounds in plants as well as improve plant growth. Therefore, PGPB may serve as an option for improving nutritional value of wheatgrass juice. In order to test such ability of PGPB, 8 isolates of *Bacillus* spp. were selected for evaluation, which was divided into 3 parts, which included 1) evaluating their abilities to produce indole-3-acetic acid (IAA), solubilize phosphate and fix nitrogen 2) testing their effects on germination and seed vigor, and 3) testing their growth and quality

promoting effects on wheat seedlings, following soaking or soil application. It was found that soaking seeds in bacterial suspension had no effect on germination rate and seed vigor as well as has no effect on seedling growth and quality of wheatgrass. However, applying bacterial suspension to soil resulted in improved shoot length and fresh weight though quality of wheatgrass remained unaffected. It was also notable that bacterial potentiality to improve growth of wheat seedling may be related to the level of IAA that bacteria could produce. This work suggested that certain *Bacillus* spp. isolates, such as isolate B07, had potential to help improving growth and quality of wheatgrass. However, further research is required in order to develop suitable technique for the application of these *Bacillus* spp. to make them more effective in the future.

Keywords; wheatgrass juice; nutritional value; chlorophyll, PGPB

1. บทนำ

น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี เป็นหนึ่งทางเลือกที่ได้รับความนิยมสูงในกลุ่มผู้รักสุขภาพ โดยเชื่อว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งมีรายงานว่ น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี มีสารอาหารต่าง ๆ มากกว่า 90 ชนิด อาทิเช่น โยอาหาร คลอโรฟิลล์ กุลโคส และ วิตามินต่าง ๆ (สาธิต และคณะ, 2555) โดยเฉพาะอย่างยิ่งคลอโรฟิลล์ที่พบมากในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีซึ่งคิดเป็นร้อยละ 70 ขององค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง โดยคลอโรฟิลล์กระตุ้นให้ร่างกายสร้างหรือทำหน้าที่แทนฮีโมโกลบินในภาวะขาดฮีโมโกลบินได้ (Padalia et al., 2010) นอกจากนี้ในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลียังมีสารไฟโตนิวเทรียนท์ ที่สามารถป้องกันมะเร็ง และล้างสารพิษโดยเฉพาะในตับและเลือดได้ (Thammana, 2016) ด้วยคุณสมบัติทางโภชนาการและความนิยมในการบริโภค น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี ทำให้มีการพัฒนาวิธีการผลิตต้นอ่อนข้าวสาลีให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การใช้พันธุ์ที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุปลูกตลอดจนการดูแลรักษาที่จะส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี (สาธิต และคณะ, 2555; Kaur et al., 2021) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรื่องการเพาะปลูกเหล่านี้มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของต้นอ่อนข้าวสาลีได้ อย่างไรก็ตามยังขาดความสนใจในการประยุกต์ใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช หรือ plant growth promoting bacteria เพื่อการผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี ซึ่งเป็นวิธีทางชีวภาพ สามารถประยุกต์ใช้ได้ในการผลิตต้นอ่อนข้าวสาลีในระบบอินทรีย์ ทั้งนี้มีรายงานการใช้ PGPB เพิ่มผลผลิตและสร้างความต้านทานต่อโรคให้กับพืช และยังช่วยให้พืชสามารถแสวงหาและใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Glick, 2012) นอกจากความสามารถของ PGPB ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ยังมีการรายงานว่ PGPB ยังสามารถกระตุ้นการสร้างสารออกฤทธิ์ที่มีประโยชน์ทางโภชนาการในพืชได้ เช่น ช่วยกระตุ้นการสร้างฟีนอลิก แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานินในสตรอเบอร์รี่ได้ (Rahman et al., 2018 ; Efthimiadou et al., 2020) ตลอดจนสามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ในพืชได้ โดยมีรายงานว่ *Bacillus* spp. มีผลทำให้มันฝรั่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และคลอโรฟิลล์รวมเพิ่มขึ้นได้ (Ahmed and Hasnain, 2010) โดยความสามารถในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและการสร้างสารออกฤทธิ์ในพืชของ PGPB เหล่านี้ สัมพันธ์กับคุณสมบัติที่หลากหลายของ PGPB เช่น การส่งเสริมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช และการสังเคราะห์ IAA ซึ่งมีผลในการกระตุ้นการงอกของเมล็ด และการเจริญของราก ตลอดจนการสร้างเม็ดสีของพืช (Glick, 2012)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของ PGPB กลุ่ม *Bacillus* spp. ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตต้นอ่อนข้าวสาลี รวมถึงต่อการผลิตคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี และต่อความหวานของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบคทีเรียดังกล่าวในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตต้นอ่อนข้าวสาลีเพื่อการคั้นน้ำต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การทดสอบคุณสมบัติของแบคทีเรีย

ในการวิจัยนี้คัดเลือกแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* จำนวน 8 ไอโซเลต ซึ่งแยกได้จากดินในพื้นที่การฟื้นฟูป่าของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอต๋อยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ และทำการตรวจสอบปริมาณการผลิต IAA ของแบคทีเรีย โดยเลี้ยงในอาหารทดสอบ (1% Peptone, 0.5% NaCl, 0.6% Yeast extract, 0.01% L-tryptophan, pH 7.6) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปทดสอบการเกิดสีเมื่อทำปฏิกิริยากับ Salkowski's reagent และประเมินความเข้มข้นของ IAA ที่แบคทีเรียผลิตได้โดยการเปรียบเทียบกับ IAA มาตรฐาน โดยใช้เครื่อง spectrophotometer (Metertech, SP-8001, Taiwan) ที่ความยาวคลื่น 530 nm ทดสอบการละลายฟอสเฟตบนอาหาร Pikovskaya's agar (Himedia, India) และประเมินระดับความสามารถในการละลายฟอสเฟตโดยใช้ค่าดัชนีการละลายฟอสเฟต (Phosphate Solubilization Index : PSI) ซึ่งคำนวณจากผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสกับโคโลนีหารด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (Oves et al., 2017) และตรวจหายีน *nifH* ในจีโนมของแบคทีเรียโดย Polymerase Chain Reaction ด้วยวิธีการและไพรเมอร์ของ Poly et al. (2001)

2.2 การประเมินความสามารถของแบคทีเรียในการส่งเสริมการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี

เลี้ยงแบคทีเรียในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ครึ่งสูตร (0.85% Tryptone, 0.15% Soya peptone, 0.25% NaCl, 0.125% K_2HPO_4 และ 0.125% Glucose, pH 7.3) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นปรับความเข้มข้นของแขวนลอยแบคทีเรียด้วยน้ำนิ่งฆ่าเชื้อเป็น 2×10^8 CFU/mL โดยการเปรียบเทียบกับค่าความขุ่นของเซลล์ที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 nm ทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี โดยการแช่เมล็ดในแบคทีเรียที่เตรียมไว้เป็นเวลา 20 ชั่วโมง และเพาะบนกระดาษเพาะด้วยวิธี between paper ทดสอบ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 100 เมล็ด เก็บข้อมูลความงอกของเมล็ด 4 และ 8 วัน หลังเพาะ และคำนวณดัชนีความแข็งแรงจากผลรวมของความยาวต้นกับความยาวรากคูณเปอร์เซ็นต์ความงอก (Abdul-Baki and Anderson, 1973)

2.3 การประเมินความสามารถของแบคทีเรียในการส่งเสริมการเจริญเติบโต และคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี

2.3.1 วิธีการแช่เมล็ด แช่เมล็ด 20 g ในแบคทีเรียที่เตรียมด้วยวิธีการเดียวกันกับข้อ 2.2 จากนั้นเพาะเมล็ดในตะกร้าขนาด $13 \times 13 \times 5$ cm. โดยใช้วัสดุปลูกขุยมะพร้าวผสมกับทรายอัตราส่วน 1 : 1 ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ รดด้วยน้ำนิ่งฆ่าเชื้อปริมาตร 150 mL ทุกเช้าและเย็น ทำการทดลองละ 3 ซ้ำ เมื่อต้นอ่อนข้าวสาลีอายุครบ 7 วัน ทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักผลผลิตต้นอ่อนข้าวสาลีต่อตะกร้า และสุ่มต้นอ่อน 10 ต้น เพื่อวัดความยาวต้น น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้น และทำการประเมินคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีโดยใช้ต้นอ่อนข้าวสาลี 10 g คั้นด้วยเครื่องคั้นน้ำ วัดปริมาตรน้ำคั้นที่ได้ จากนั้นนำน้ำคั้นที่ได้เจือจางด้วย 80% acetone 20 เท่า แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 470 645 และ 663 nm เพื่อคำนวณคลอโรฟิลล์โดยใช้สมการของ Arnon (1949)

2.3.2 วิธีการรดต้นกล้า แช่เมล็ดในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อก่อนเพาะเช่นเดียวกันกับการแช่ เมื่อต้นกล้าครบ 3 วัน เตรียมแขวนลอยแบคทีเรีย 2×10^8 CFU/mL เช่นเดียวกับการแช่เมล็ด แล้วรดต้นกล้าข้าวสาลีแทนการรดน้ำในช่วงเย็นโดยใช้ปริมาตร 100 mL และทำการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกับการแช่เมล็ดเมื่อต้นอ่อนข้าวสาลีอายุครบ 7 วัน

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ Analysis of variance (ANOVA) ของข้อมูล อัตราการงอก ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ด ความยาวต้น น้ำหนักต้นสด น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักสดต่อตะกร้า ความหวาน และคลอโรฟิลล์ จากนั้น เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่น $P < 0.05$ วิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดด้วยโปรแกรม R

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติของแบคทีเรีย

แบคทีเรียที่ถูกคัดเลือกมาใช้ในการทดสอบทั้งหมด 8 ไอโซเลต สามารถผลิต IAA ได้ 7 ไอโซเลต และละลายฟอสเฟตได้ 6 ไอโซเลต แต่ให้ขนาดวงใสเพียงเล็กน้อย และไม่พบไอโซเลตที่มียีน *nifH* ซึ่งชี้วัดศักยภาพในการตรึงไนโตรเจน ทั้งนี้ไอโซเลต B07 สามารถผลิต IAA และให้ค่าดัชนีการละลายฟอสเฟตสูงที่สุด คือ 14.98 $\mu\text{g/mL}$ และ 1.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติในการผลิต IAA ละลายฟอสเฟต และการตรวจการมียีน *nifH* ซึ่งชี้วัดความสามารถในการตรึงไนโตรเจนของแบคทีเรีย *Bacillus* spp. จำนวน 8 ไอโซเลต

isolate	IAA conc . ($\mu\text{g/mL}$)	PSI	<i>nifH</i>
B01	0.00	1.08	-
B02	0.79	1.00	-
B03	2.76	1.06	-
B04	2.31	1.10	-
B05	0.78	1.04	-
B06	2.19	1.20	-
B07	14.98	1.84	-
B08	3.05	1.00	-

หมายเหตุ: หมายถึง ไม่พบยีน *nifH*

3.2 ผลของแบคทีเรียในการส่งเสริมการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี

เมล็ดข้าวสาลีที่ผ่านการแช่แบคทีเรีย *Bacillus* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลต และเมล็ดข้าวสาลีที่ผ่านการแช่ในน้ำกลั่น มีเปอร์เซ็นต์ความงอก และ ความแข็งแรงของต้นกล้าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในการทดสอบทั้งสองครั้ง (ตารางที่ 2)

3.3 การประเมินความสามารถของแบคทีเรียในการส่งเสริมการเจริญเติบโต และคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี

การทดสอบด้วยวิธีการแช่เมล็ดการแช่เมล็ดข้าวสาลีในแขวนลอยแบคทีเรียก่อนปลูก มีผลต่อความยาวต้น และผลผลิตต่อตะกร้าของต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการแช่เมล็ดในไอโซเลต B07 มีผลทำให้ต้นอ่อนข้าวสาลีมีความยาวต้นสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากต้นอ่อนที่ได้จากเมล็ดที่ผ่านการแช่ในน้ำ

เช่นเดียวกันกับการแช่ในไฮโดรเจล B07 ให้ผลผลิตต่อภาคที่สูงกว่าการแช่ในไฮโดรเจลอื่น ๆ แต่ให้ผลไม่แตกต่างจากการแช่เมล็ดในน้ำ (ตารางที่ 3) ในด้านผลของการแช่เมล็ดต่อคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี พบว่า การแช่เมล็ดในแบคทีเรียที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อความหวาน และปริมาณคลอโรฟิลล์ของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี โดยการแช่ในไฮโดรเจล B04, B05, B06 และ B07 มีผลทำให้น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นมากกว่าการแช่ในน้ำ คิดเป็นร้อยละ 10.76, 12.76, 7.59 และ 10.40 ตามลำดับ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) ในส่วนของปริมาณคลอโรฟิลล์รวมให้ผลไปในทิศทางเดียวกับคลอโรฟิลล์ โดยการแช่ในไฮโดรเจล B04, B05, B06 และ B07 ส่งผลให้ต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์รวม เพิ่มขึ้นมากกว่าการแช่ในน้ำ คิดเป็นร้อยละ 8.04, 2.90, 6.06 และ 7.72 ตามลำดับ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 ผลของการแช่เมล็ดในแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ต่อการงอก และความแข็งแรงของเมล็ดข้าวสาลี

treatment	experiment 1		experiment 2	
	%germination	vigor index	%germination	vigor index
B01	86.00 ± 4.97	1454.46 ± 100.37	99.00 ± 0.00	2153.25 ± 37.81
B02	81.33 ± 3.86	1623.68 ± 120.51	98.67 ± 0.94	2303.94 ± 68.31
B03	77.67 ± 4.50	1609.84 ± 262.82	99.00 ± 0.00	2315.28 ± 78.38
B04	81.67 ± 2.49	1714.75 ± 292.74	98.67 ± 0.94	2389.14 ± 80.01
B05	80.33 ± 6.94	1638.22 ± 210.82	97.00 ± 0.82	2091.13 ± 88.07
B06	81.00 ± 4.97	852.94 ± 67.45	99.00 ± 0.82	2516.22 ± 21.10
B07	86.67 ± 4.92	2013.92 ± 202.53	98.33 ± 1.70	2332.61 ± 113.27
B08	78.33 ± 8.18	1716.96 ± 393.66	97.67 ± 1.89	2412.41 ± 253.27
control	92.33 ± 3.09	2165.95 ± 149.77	98.33 ± 1.70	2265.12 ± 185.52
f-test	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± sd, ns ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ = $p < 0.05$ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT $p < 0.05$

การทดสอบด้วยวิธีการรดต้นอ่อนการรดแขวนลอยแบคทีเรียมีผลต่อความยาวต้น และน้ำหนักสดของต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้ง และผลผลิตต่อตะกร้าของต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างไรก็ตาม แบคทีเรียทุกไฮโดรเจล ยกเว้น B01 ส่งผลให้ต้นอ่อนข้าวสาลีมีความยาวมากกว่าการรดด้วยน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นกล้าข้าวสาลีที่ได้รับไฮโดรเจล B03 ซึ่งมีค่าความยาวต้นสูงที่สุด มีความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.93 เมื่อเปรียบเทียบกับต้นอ่อนข้าวสาลีที่รดด้วยน้ำ (ตารางที่ 5) ในด้านของน้ำหนัก ไฮโดรเจล B04 และ B05 ทำให้น้ำหนักสดเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.75 และ 17.50 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นอ่อนข้าวสาลีที่รดด้วยน้ำ (ตารางที่ 5) ในด้านผลของการรดแขวนลอยแบคทีเรียต่อคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี พบว่า การรดแขวนลอยแบคทีเรียที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อความหวาน โดยการรดด้วยแขวนลอยแบคทีเรียทุกไฮโดรเจล ยกเว้น B01 และ B05 มีผลทำให้น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีมีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการรดต้นอ่อนข้าวสาลีด้วยน้ำ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 3 ผลของการแช่เมล็ดข้าวสาลีในแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่แตกต่างกัน (ไอโซเลต B01-B088) ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลี

treatment	shoot length 10 plants cm	shoot fresh weight 10 plants (g)	shoot dry weight 10 plants (g)	weight/tray 10 plants (g)
B01	12.50 ± 0.17d	0.93 ± 0.02	0.12 ± 0.00	34.20 ± 2.32c
B02	12.81 ± 0.42cd	0.97 ± 0.05	0.12 ± 0.00	34.32 ± 1.53c
B03	12.83 ± 0.30cd	0.97 ± 0.07	0.12 ± 0.01	34.22 ± 0.65c
B04	13.81 ± 0.28ab	1.08 ± 0.06	0.13 ± 0.01	37.25 ± 0.74b
B05	13.43 ± 0.40abc	1.07 ± 0.08	0.13 ± 0.01	36.69 ± 0.49bc
B06	13.66 ± 0.46ab	1.05 ± 0.05	0.13 ± 0.00	39.27 ± 0.78ab
B07	13.87 ± 0.29a	1.05 ± 0.06	0.13 ± 0.00	40.93 ± 2.19a
B08	13.06 ± 0.42bcd	0.99 ± 0.07	0.13 ± 0.01	37.52 ± 2.51b
control	13.85 ± 0.78ab	1.13 ± 0.07	0.14 ± 0.01	41.51 ± 0.93a
CV%	3.17			4.14
f-test	**	ns	ns	***

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± sd, ns, **, = *** ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ $p < 0.05$ แตกต่างกันทางสถิติ $p \geq 0.01$ และ 0.001 ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT $p < 0.05$

ตารางที่ 4 ผลของการแช่เมล็ดข้าวสาลีในแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่แตกต่างกัน (ไอโซเลต B01-B088) ต่อคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี

treatment	total soluble solids °Bx	chlorophyll content		
		chlorophyll a	chlorophyll b	total chlorophyll
B01	6.87 ± 0.24	562.69 ± 29.41	423.86 ± 122.52bc	986.26 ± 157.27 bc
B02	7.07 ± 0.21	524.82 ± 15.13	322.38 ± 68.31c	846.97 ± 85.86c
B03	6.67 ± 0.12	585.13 ± 3.65	485.89 ± 98.24ab	1070.71 ± 101.53 ab
B04	6.97 ± 0.26	615.54 ± 7.53	586.33 ± 27.86a	1201.49 ± 36.42a
B05	6.73 ± 0.12	547.71 ± 105.28	596.91 ± 9.27a	1144.26 ± 132.6 ab
B06	6.73 ± 0.29	610.22 ± 10.84	569.54 ± 65.04a	1179.40 ± 77.13a
B07	6.67 ± 0.09	613.79 ± 12.66	584.44 ± 60.91a	1197.85 ± 75.72a
B08	6.77 ± 0.21	603.58 ± 14.57	492.49 ± 43.08ab	1095.74 ± 44.02ab
control	6.47 ± 0.34	582.99 ± 23.71	529.38 ± 59.68ab	1112.03 ± 88.68 ab
CV%			13.64	8.78
f-test	ns	ns	**	**

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± sd, ns, **, = *** ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ $p < 0.05$ แตกต่างกันทางสถิติ $p \geq 0.01$ และ 0.001 ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT $p < 0.05$

ตารางที่ 5 ผลของการรดต้นอ่อนข้าวสาลีด้วยแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่แตกต่างกัน ไอโซเลต 8B01-B08 ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลี

treatment	shoot length 10 plants cm	shoot fresh weight 10 plants g	shoot dry weight 10 plants g	weight/tray 10 plants g
B01	11.33 ± 0.52de	0.85 ± 0.07abc	0.10 ± 0.01	31.31 ± 4.28
B02	11.94 ± 0.06cd	0.83 ± 0.07bc	0.10 ± 0.01	37.08 ± 0.99
B03	12.87 ± 0.53a	0.89 ± 0.06abc	0.11 ± 0.01	38.67 ± 0.71
B04	12.80 ± 0.03ab	0.95 ± 0.02a	0.12 ± 0.00	37.21 ± 1.80
B05	12.51 ± 0.50abc	0.94 ± 0.07a	0.12 ± 0.01	35.82 ± 2.10
B06	12.18 ± 0.69abc	0.89 ± 0.08abc	0.11 ± 0.01	37.96 ± 1.64
B07	11.90 ± 0.14cd	0.91 ± 0.02ab	0.11 ± 0.00	37.88 ± 0.36
B08	12.15 ± 0.04bc	0.91 ± 0.03ab	0.11 ± 0.00	36.27 ± 2.47
control	11.17 ± 0.05e	0.80 ± 0.02c	0.10 ± 0.00	37.54 ± 0.62
CV%	3.15	6.28		
f-test	***	*	ns	ns

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± sd, ns, **, = *** ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ $p < 0.05$ แตกต่างกันทางสถิติ $p \geq 0.01$ และ 0.001 ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT $p < 0.05$

ตารางที่ 6 ผลของการรดต้นอ่อนข้าวสาลีด้วยแบคทีเรีย *Bacillus* spp. ที่แตกต่างกัน ไอโซเลต 8B01-B08 ต่อคุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี

treatment	total soluble solids°Bx	chlorophyll content		
		chlorophyll a	chlorophyll b	total chlorophyll
B01	6.97 ± 0.21	587.04 ± 15.24b	315.61 ± 30.88b	902.42 ± 44.02b
B02	6.93 ± 0.39	627.12 ± 12.76a	681.91 ± 123.62a	1308.62 ± 135.16a
B03	6.57 ± 0.19	614.11 ± 17.82a	580.96 ± 66.31a	1194.71 ± 82.40a
B04	6.57 ± 0.05	629.06 ± 11.26a	583.34 ± 100.23a	1212.03 ± 90.23a
B05	6.63 ± 0.05	589.18 ± 12.86b	408.45 ± 43.17b	997.34 ± 54.13b
B06	6.70 ± 0.08	634.61 ± 10.25a	597.51 ± 31.34a	1231.74 ± 25.54a
B07	6.77 ± 0.09	625.25 ± 15.46a	589.56 ± 132.76a	1214.44 ± 147.42a
B08	6.87 ± 0.17	632.03 ± 4.10a	680.83 ± 95.03a	1312.45 ± 96.63a
control	6.30 ± 0.28	627.81 ± 3.31a	720.95 ± 41.14a	1348.32 ± 43.90a
CV%		2.00	14.46	7.49
f-test	ns	***	***	***

หมายเหตุ : ข้อมูลแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± sd, ns, **, = *** ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ $p < 0.05$ แตกต่างกันทางสถิติ $p \geq 0.01$ และ 0.001 ตามลำดับ, ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี DMRT $p < 0.05$

4. วิจารณ์ผลการวิจัย

Bacillus spp. เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีการใช้เพื่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการแสวงหาและใช้ประโยชน์จากธาตุอาหาร การกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งในสภาพปกติและสภาพเครียด รวมถึงการกระตุ้นความต้านทานต่อโรคและแมลงให้กับพืช ซึ่งเป็นผลจากความสามารถที่หลากหลายของแบคทีเรียกลุ่มนี้ (Radhakrishnan et al., 2017) ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการตรวจสอบ *Bacillus* spp. จำนวน 8 ไอโซเลตและพบว่า มีคุณสมบัติในการสังเคราะห์ IAA ในระดับที่แตกต่างกัน โดยบางไอโซเลตไม่สามารถสังเคราะห์ IAA ได้ และไอโซเลตที่ผลิต IAA ได้มากที่สุดคือไอโซเลต B07 ซึ่งเป็นไอโซเลตที่สามารถละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุดเช่นกัน อย่างไรก็ตามไม่พบยีน *nifH* ซึ่งบ่งชี้ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนในทุกไอโซเลต เมื่อทดสอบเพาะเมล็ดข้าวสาลีที่ผ่านการแช่ในแขวนลอย *Bacillus* spp. ทั้ง 8 ไอโซเลต ที่ความเข้มข้น 2×10^8 CFU/mL เป็นเวลา 20 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีผลต่อความงอกและดัชนีความแข็งแรงของข้าวสาลี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการแช่ และความเข้มข้นของแขวนลอยแบคทีเรียมีผลต่อความงอกของเมล็ดพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป ดังการศึกษาของ Starovic et al. (2013) ที่พบว่า การแช่เมล็ด marshmallow ใน *Bacillus* sp. สามารถเพิ่มความงอกได้สูงที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้น 1×10^4 CFU/mL เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แต่หากแช่ 2 ชั่วโมง ไม่ว่าจะใช้ความเข้มข้นใด ไม่มีผลต่อความงอก นอกจากนี้การศึกษาก่อนการแช่เมล็ดข้าวใน *Bacillus* spp. ความเข้มข้น 1×10^7 CFU/mL เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้ดัชนีความแข็งแรงของเมล็ดเพิ่มขึ้นถึง 108.70% (Rajer et al., 2022) ดังนั้นเวลาในการแช่และความเข้มข้นของแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบนี้อาจจะไม่เหมาะสมกับเมล็ดข้าวสาลี ทำให้ไม่เห็นผล

ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้อาจอธิบายผลที่พบต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนที่แช่ผ่านการแช่ในแขวนลอยแบคทีเรียก่อนทำการปลูก ซึ่งให้ผลต่อการเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลี ระดับความหวาน และปริมาณคลอโรฟิลล์ ในระดับที่ไม่แตกต่างหรือน้อยกว่าการแช่เมล็ดในน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับไอโซเลต โดยไอโซเลต B07 แสดงศักยภาพสูงที่สุดในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าข้าวสาลีในด้านความยาวต้นและผลผลิตต่อภาค และ ด้านการส่งเสริมการผลิตคลอโรฟิลล์ในน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี อย่างไรก็ตามการให้แบคทีเรียโดยวิธีการรดต้นอ่อนข้าวสาลีอายุ 3 วัน มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีที่ชัดเจนกว่าการแช่เมล็ด โดยแบคทีเรียหลายไอโซเลตมีผลทำให้ต้นอ่อนข้าวสาลีมีความยาวและน้ำหนักสดต้นสูงกว่าต้นที่ไม่ได้รับแบคทีเรีย แต่การรดต้นอ่อนข้าวสาลีด้วยแขวนลอยแบคทีเรีย ไม่มีผลทำให้คุณภาพของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลีทั้งในด้านความหวาน และปริมาณคลอโรฟิลล์แตกต่างจากการรดน้ำปกติ ผลของแบคทีเรียที่มีต่อการเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีที่แตกต่างกันนี้ แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่อาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชของแบคทีเรียได้ ซึ่งนอกจากปัจจัยความเข้มข้นและระยะเวลาในการแช่แล้ว ชนิดและความสามารถของ *Bacillus* spp. ในการผลิตสารต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน อาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ ในงานวิจัยนี้ ไอโซเลตที่มีการผลิต IAA และละลายฟอสเฟตได้สูง เช่น B07 มีผลในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีได้ดีกว่าไอโซเลตอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานจากการทดสอบในมันฝรั่งซึ่งแสดงว่าการได้รับไอโซเลตของ *Bacillus* ที่ผลิต IAA ได้ปริมาณสูงกว่ามีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตที่ชัดเจนกว่า (Ahmed and Hasnain, 2010) ในการทดลองเดียวกันยังพบว่าแบคทีเรีย *Bacillus* ที่ผลิต IAA ได้สูงยังสามารถกระตุ้นให้มันฝรั่งผลิตคลอโรฟิลล์เอ และ บี ได้มากกว่าเช่นกัน ซึ่งการที่การทดสอบในข้าวสาลีไม่พบการเพิ่มขึ้นของคลอโรฟิลล์ อาจจะเป็นผลมาจากปริมาณ IAA ที่ *Bacillus* spp. ที่ใช้ทดสอบผลิตได้ในสภาพที่ทดสอบ มีปริมาณไม่เพียงพอที่จะทำให้ข้าวสาลีมีการเติบโตด้านรากที่เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ไม่เกิดการกระตุ้นการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ทั้งนี้ปริมาณ IAA ที่เหมาะสมในการกระตุ้นการตอบสนองในพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (Glick, 2012) การได้รับ IAA ในปริมาณที่สูงเกินไปอาจมีผลในทางลบต่อความงอกและการเจริญเติบโตของพืชได้ โดยมีรายงานว่าแบคทีเรียที่ผลิต IAA ในปริมาณมากมีผล

ยับยั้งการงอกของต้นข้าวสาลีดูรัม เนื่องจาก IAA จากแบคทีเรียอาจมีปฏิสัมพันธ์กับจิบเบอเรลลิน และ ไซโตไคนิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอก ส่งผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดได้ (Tabatabaei et al., 2016)

อีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระดับการตอบสนองของข้าวสาลีคือ วิธีการทดสอบ โดยการรดต้นอ่อนด้วยแขวนลอยแบคทีเรียให้ผลที่ดีกว่าการแช่เมล็ด อย่างไรก็ตามการให้แบคทีเรียแก่พืชอาจทำได้ด้วยวิธีการอื่น ๆ ซึ่งอาจจะให้ผลที่ดีกว่าได้ เช่น การแช่รากในแบคทีเรีย และฉีดพ่นแขวนลอยแบคทีเรียทางใบให้กับสตอร์เบอรี่ ส่งผลให้ผลผลิต การเจริญเติบโต และปริมาณสารอาหารของสตอร์เบอรี่เพิ่มขึ้น (Esiken et al., 2010) เช่นเดียวกับการให้แบคทีเรียทางใบ และทางดินแก่ข้าวโพด มีผลในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบข้าวโพดได้ (Efthimiadou et al., 2020)

5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียในสกุล *Bacillus* จำนวน 8 ไอโซเลต ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและส่งเสริมการสร้างสารออกฤทธิ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการในต้นอ่อนข้าวสาลี โดยแต่ละไอโซเลตมีความสามารถในการสร้าง IAA และ ละลายฟอสเฟตได้ในระดับที่แตกต่างกัน แต่ไม่พบยีน *nifH* ในทุกไอโซเลต แม้ผลการตรวจสอบความสามารถทางเคมีในห้องปฏิบัติการจะมีความหลากหลาย แต่ไม่สะท้อนถึงความสามารถในการส่งเสริมความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดของแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามแบคทีเรียบางไอโซเลตมีความสามารถในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดสอบให้แบคทีเรียโดยการรดต้นกล้าข้าวสาลี ที่ให้ผลที่ชัดเจนกว่าการแช่เมล็ดก่อนปลูก แต่การได้รับแบคทีเรียมีผลน้อยต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ และ ความหวานของน้ำคั้นต้นอ่อนข้าวสาลี จากแบคทีเรียทั้ง 8 ไอโซเลต พบว่า ไอโซเลต B07 ซึ่งผลิต IAA ได้สูงที่สุด และมีค่า PSI ที่สูงที่สุด มีความสามารถในการส่งเสริมการเติบโตของต้นอ่อนข้าวสาลีได้ดีในทั้งสองวิธีการ ซึ่งยังไม่สามารถอธิบายได้แน่ชัดว่าเป็นผลมาจากคุณสมบัติดังกล่าวของแบคทีเรียหรือไม่ การทดสอบโดยการกระตุ้นการสร้าง IAA ของแบคทีเรียก่อนใช้ทำการทดสอบ หรือใช้ supernatant ที่ได้ในการแช่หรือรดเมล็ดข้าวสาลี หรือใช้แบคทีเรียที่สร้าง IAA ได้มากกว่า อาจช่วยให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปริมาณ IAA กับการเติบโตและการสร้างสารออกฤทธิ์ของข้าวสาลีได้ ดังนั้นการจะพัฒนาแบคทีเรีย *Bacillus* เหล่านี้เพื่อใช้ประโยชน์ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ทั้งในด้านชนิดของแบคทีเรีย วิธีการให้แบคทีเรียต่อพืชที่เหมาะสม และอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับข้าวสาลีในการที่จะส่งเสริมการเจริญเติบโตและการสร้างสารออกฤทธิ์ของพืชได้ ตลอดจนต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการบริโภค

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาและผลิตกำลังคนของประเทศเพื่อรองรับนโยบาย Thailand 4.0 และโครงการการสำรวจความหลากหลายของจุลินทรีย์ในดินที่มีความสัมพันธ์กับระบบนิเวศในพื้นที่การฟื้นฟูป่าของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณโดยสำนักงาน กปร. รหัส กปร.-60-001

เอกสารอ้างอิง

- สาธิต ปิ่นมณี , ศิลาวัน จันทบุตร และกาญจนา พิบูลย์) .2555 .(การพัฒนาวัสดุเพาะการใช้ประโยชน์จากกากต้นอ่อนข้าวสาลี .ใน
สัมมนาวิชาการกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือตอนบนและภาคเหนือตอนล่าง ประจำปี 2555 .พิษณุโลก. กรมการข้าว
สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.
- Abdul-Baki A. A. and Anderson J. D. (1973). Vigour determination in soybean seed by multiplication. Crop Science. 3: 630-633.
- Ahmed A. and Hasnain S. (2010). Auxin-producing *Bacillus* sp.: Auxin quantification and effect on the growth of *Solanum tuberosum*. Pure and Applied Chemistry. 82(1): 313-319.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant physiology. 24(1): 1.
- Esitken A., Yildiz H. E., Ercisli S., Donmez M. F., Turan M. and Gunes A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae. 124(1): 62-66.
- Efthimiadou A., Katsenios N., Chanioti S., Giannoglou M., Djordjevic N. and Katsaros G .(2020) .Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on growth, physiology, yield and seed quality of maize under Mediterranean conditions .Scientific Reports.10 (1): 1-11.
- Glick B .R) .2012 .(Plant growth-promoting bacteria :mechanisms and applications .Scientifica. 2012: 1-15.
- Kaur, N., Singh, B., Kaur, A., Yadav, M .P., Singh, N., Ahlawat, A .K., and Singh, A .M .(2021) .Effect of growing conditions on proximate, mineral, amino acid, phenolic composition and antioxidant properties of wheatgrass from different wheat)*Triticum aestivum* L (.varieties .Food Chemistry, 341: 128201
- Lim J .H. and Kim S .D) .2013 .(Induction of drought stress resistance by multi-functional PGPR *Bacillus licheniformis* K11 in pepper .The Plant Pathology Journal. 29)2(: 201.
- Oves M., Khan M .S. and Qari H .A) .2017 .(*Ensifer adhaerens* for heavy metal bioaccumulation, biosorption, and phosphate solubilization under metal stress condition .Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 80 :540-552.
- Padalia S., Drabu S., Raheja I., Gupta A. and Dhamija M) .2010 .(Multitude potential of wheatgrass juice)green blood :(an overview .Chron Young Sci. 1)2 :(23–28.
- Poly F., Monrozier L. J. and Bally R. (2001). Improvement in the RFLP procedure for studying the diversity of *nifH* genes in communities of nitrogen fixers in soil. Research in Microbiology. 152(1): 95-103.
- Radhakrishnan R., Hashem A. and Abd _Allah E. F. (2017). *Bacillus*: A biological tool for crop improvement through bio-molecular changes in adverse environments. Frontiers in Physiology. 8: 667.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Rahman M., Sabir A .A., Mukta J .A., Khan M., Alam M., Mohi-Ud-Din M., Miah Md. G., Rahman M .and Islam M .T . (2018) Plant probiotic bacteria *Bacillus* and *Paraburkholderia* improve growth, yield and content of antioxidants in strawberry fruit .Scientific Reports. 8(1) :1-11.
- Rajer F. U., Samma M. K., Ali Q., Rajar W. A., Wu H., Raza W., Xie Y., Tahir H. A. S. and Gao X. (2022). *Bacillus* spp.-mediated growth promotion of rice seedlings and suppression of bacterial blight disease under greenhouse conditions. Pathogens. 11(11): 1251.
- Singh K., Verma C. and Kumar R) .2015 .(Comparative study of PGPR isolated from crop plants)mustard and maize (and wild medicinal plant)Lantana (and their potency for enhancement of wheat plant . International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives. 6)1(: 42-48.
- Starovic M., Josic D., Pavlovic S., Drazic S., Postic D., Popovic T. and Stojanovic S. (2013). The effect of IAA producing *Bacillus* sp. Q3 strain on marshmallow seed germination. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 19(3): 572-577.
- Tabatabaei S., Ehsanzadeh P., Etesami H., Alikhani H. A. and Glick B. R. (2016). Indole-3-acetic acid (IAA) producing *Pseudomonas* isolates inhibit seed germination and α -amylase activity in durum wheat (*Triticum turgidum* L.). Spanish Journal of Agricultural Research. 14(1): 15.
- Thammana M., Sreerangam S. and Nambaaru S .(2016) .A mini review on wheatgrass .Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.4 (3): 13-19.

บทความวิจัย

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองพันธุ์อเมริกัน (*Tagetes erecta* L.) ผสมพืชสมุนไพรแต่งกลิ่นรส

Product quality of tea from American marigold (*Tagetes erecta* L.) flower petals mixed with flavor herbs

บุษราคัม แซ่ตั้ง¹ ปภัสสร สุขรี¹ ศุภรัตน์ ด่านอุดมรักษ์¹ จารุวรรณ ดรเถื่อน¹ วิวัฒน์ ศรีวิชา² ทศรัตน์ หอมไกรลาศ³ อรุณช สีหามาลา⁴ พรประภา ชุนถนอม^{1*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

²สาขาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

³สาขาบริหารธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

⁴สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

Budsarakham Saetang¹ Paphatsorn Sukri¹ Suparat Danudomrak¹ Jaruan Donthorn¹ Wiwat Sriwicha² Hatairat Homkrailat³ Oranut Sihamala⁴ Pornprapha Chunthanom^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Phan khon district, Sakon Nakhon 47160

²Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Phan khon district, Sakon Nakhon 47160

³Department of Business Administration, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakon nakhon Campus, Phan khon district, Sakon Nakhon 47160

⁴Department of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University, Muang district, Kalasin 46000

* Corresponding author. E-mail address: paphatson1902@gmail.com ;Telephone: 0-4277-1460

วันที่รับบทความ 2/มีนาคม/2566; วันที่แก้ไขบทความ 29/มีนาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 2/เมษายน/2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของพืชสมุนไพรแต่งรสและกลิ่นที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรือง โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ชา ได้แก่ ความชื้น a_w ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ชา ได้แก่ ค่าสี L^* , a^* และ b^* , pH ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ รวมทั้งทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส เพื่อคัดเลือกสูตรชาที่เหมาะสม พบว่าผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย ดอกมะลิ และดอกกุหลาบ โดยมีความชื้นระหว่าง 9.29-9.87% มีค่า a_w ระหว่าง 0.52-0.56 เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณ 396-1,117 CFU/g ยีสต์และรา มีปริมาณ 3.3-7.0 CFU/g เมื่อชงชาพบว่าค่าสี L^* หรือความสว่างในช่วง 58.29-60.53 ค่าสี $-a^*$ หรือสีเขียวในช่วง -5.92 ถึง -6.50

ค่าสี b^* หรือสีเหลืองในช่วง 26.84-30.17 มีค่า pH ในช่วง 5.05-5.13 ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ 0 และเมื่อนำน้ำชาทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า สีของน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมขิงและใบเตย และน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมขิงและดอกกุหลาบได้คะแนนมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมขิงและดอกมะลิ ($P < 0.05$) ส่วนกลิ่นและรสชาติของทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) การยอมรับรวมของน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมขิงและใบเตยมีคะแนนมากที่สุด ($P < 0.05$) สูตรชาที่เหมาะสมประกอบด้วย กลีบดอกดาวเรือง ขิง และใบเตยในปริมาณ 96.77, 1.94 และ 1.29% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ดอกดาวเรือง ดอกกุหลาบ ดอกมะลิ ขิง ใบเตย

Abstract

This research aimed to study the types of aroma and flavoring herbs that affect the quality of tea products made from marigold petals. The study involved product development and quality analysis, including measurement of moisture content, a_w , total microorganisms, yeast, and mold. Tea quality was analyzed based on color values (L^* , a^* , and b^*), pH, total soluble solids, and sensory evaluation to determine suitable tea formulas. The results showed that tea products made from marigold petals mixed with ginger and three aroma herbs, namely pandan leaves, jasmine, and rose, had a moisture content between 9.29-9.87% and a_w between 0.5217-0.5626. The total microorganism count in the tea products was between 396-1,117 CFU/g, while yeasts and molds were between 3.3-7.0 CFU/g. The L^* or lightness of the teas ranged from 58.29-60.53, $-a^*$ or green ranged from -5.92 to -6.50, and b^* or yellow ranged from 26.84-30.17. The pH of the teas ranged from 5.05-5.13, while the total soluble solids (TSS) were 0. Sensory evaluation revealed that the color of tea made from marigold petals mixed with ginger and pandan leaves, as well as the tea made from marigold petals mixed with ginger and rose, had the highest scores and was significantly different from the tea made from marigold petals mixed with ginger and jasmine ($P < 0.05$). However, the tea made from marigold petals mixed with ginger and pandan leaves had the highest total acceptance score ($P < 0.05$). Therefore, the recommended tea recipe includes marigold petals, ginger, and pandan leaves in the amounts of 96.77%, 1.94%, and 1.29%, respectively.

Keywords: marigold (*Tagetes erecta* L.), rose, jasmine, ginger, pandan leaf

1. บทนำ

ดาวเรืองมีหลายสายพันธุ์ แต่ที่นิยมปลูกคือดาวเรืองอเมริกัน (American marigold) หรือดาวเรืองแอฟริกัน (African marigold) อยู่ในวงศ์ Asteraceae มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Tagetes erecta* L. (Kaplan, 1960) เป็นไม้ดอกที่มีถิ่นกำเนิดในเม็กซิโกและอเมริกาใต้ และมีการปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศเขตร้อน ดาวเรืองเป็นดอกไม้ชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาบริโภคในรูปแบบต่างๆ เช่น น้ำชา ดาวเรือง ชาดาวเรือง เป็นต้น ดอกดาวเรืองมีประโยชน์มาก จึงได้รับความนิยมรับประทานมากขึ้น เนื่องจากมีสารสำคัญกลุ่มแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) ในปริมาณมากและส่วนใหญ่เป็นสารลูทีน (Lutein) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบมากในกลีบดอกดาวเรืองทำหน้าที่ป้องกันรังสีจากแสงแดดที่เป็นอันตรายต่อดวงตา ป้องกันเซลล์ของจอประสาทตาเสื่อม โดยลดการเกิดอนุมูลอิสระ จึงสามารถป้องกันการเกิดโรคต้อกระจกและโรคจอรับภาพเสื่อมได้ (Schalch et al., 2007) นอกจากนั้น Mahantesh et al. (2012)

รายงานว่าดอกดาวเรืองมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง สามารถใช้บำบัดรักษาโรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากอนุมูลอิสระ และยังสามารถนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรเพื่อป้องกันหรือรักษาโรคได้หลายชนิด (Manikandan et al., 2016) เช่น สารสกัดจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ในการป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (Chew et al., 1996) ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา autooxidation ในเซลล์ไขมัน (Zhang et al., 1991) มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ (Martin et al., 1996) จึงสามารถป้องกันการเสื่อมสภาพ (Fullmer and Shao, 2001) และป้องกันการเกิดโรคเบาหวานที่มีสาเหตุจากการขาดอินซูลิน (Ebrahimi et al., 2016) ชาเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมกันอย่างกว้างขวางทั่วโลก ชาผลิตมาจากยอดอ่อนของต้นชา (*Camellia sinensis*) มีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน (Kumar and Shruthi, 2014) และชายังหมายถึงรวมถึงชาสมุนไพรอีกด้วย ซึ่งได้จากการนำสมุนไพรมาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยการตากแห้งหรืออบแห้ง แล้วนำมาคั้นตัวด้วยการแช่น้ำร้อน ปัจจุบันผู้ดื่มชาให้ความสำคัญต่อสุขภาพมากขึ้น ทำให้ชาประเภทผลไม้หรือสมุนไพร และชาประเภทที่ไม่มีส่วนผสมจากกาแฟอื่น เป็นชาที่ได้รับความนิยมมากขึ้น (ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2021) เนื่องจากชาดอกไม้มีความอ่อนโยนมากพอที่จะสามารถบริโภคได้เป็นประจำโดยปราศจากผลข้างเคียง หากมีสุขภาพเป็นปกติอยู่แล้ว (กุลยา จันทรอรุณ, 2540) การนำดอกไม้มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชามากมายหลายชนิด เช่น ดอกดาหลา (สุวรรณา ผลใหม่ และคณะ, 2560) ดอกกุหลาบ (วรินธร พูลศรี และคณะ, 2017) ดอกเบญจมาศหรือเก็กฮวย (Han et al., 2019) เป็นต้น การบริโภคชาดอกไม้เป็นทางเลือกหนึ่งของเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเพราะในดอกไม้มีองค์ประกอบและรงควัตถุชนิดต่างๆ ที่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และมีกลิ่นหอม (กรรณา คชเรนทร์ และพันธ์ศักดิ์ ศุภระฤกษ์, 2553) นอกจากนั้นยังมีการนำพืชสมุนไพรผสมดอกไม้เพื่อเพิ่มสรรพคุณของผลิตภัณฑ์ เช่น ชาใบเตยผสมดอกดาวเรืองในอัตราส่วน 1:1 (กุลยา ยศคาสือ และอิสริยาภรณ์ ชัยกุลหลาบ, 2563) กระบวนการผลิตชาสามารถทำได้ง่ายตั้งแต่ระดับครัวเรือนจนถึงอุตสาหกรรม โดยนำพืชสมุนไพรมาผ่านกระบวนการทำแห้ง แล้วลดขนาดให้เล็กลงก่อนบรรจุซองสำหรับการแช่น้ำร้อนเพื่อชงดื่ม (กองควบคุมอาหาร, 2549) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพร และวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยนำกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและนิยมนำมารับประทานเพื่อแต่งรสและกลิ่น และได้ผลิตภัณฑ์ชาจากพืชชนิดใหม่ที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยเพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของการบริโภค

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพร

เก็บตัวอย่างพืชในจังหวัดสกลนคร ได้แก่ ดอกดาวเรืองสายพันธุ์อเมริกัน (*Tagetes erecta* L.) ดอกกุหลาบและดอกมะลิ ล้างทำความสะอาดแล้วคัดเลือกเฉพาะเอาส่วนของกลีบดอก ส่วนขิง ข่า ตะไคร้และใบเตย ล้างทำความสะอาดและหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก ทำแห้งในตู้อบลมร้อน (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ $45 \pm 5^{\circ}\text{C}$ จนแห้งหรือมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 จากนั้นคั่วในกระทะทองเหลืองด้วยไฟอ่อนนานประมาณ 10 นาที (วรินธร พูลศรี และคณะ, 2017)

2.2 ศึกษาชนิดของพืชสมุนไพรแต่งรส

นำกลีบดอกดาวเรือง ผสมพืชสมุนไพรเพื่อแต่งรสชาติ 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ ขิง และข่า ในอัตราส่วนกลีบดอกดาวเรือง 1.5 กรัม (96.77%) ต่อพืชสมุนไพรแต่งรส 0.05 กรัม (3.23%) รวม 3 สูตร บรรจุซองชาเยื่อกระดาษ แล้วชงในน้ำเดือด 200 mL ปิดฝา นาน 5 นาที นำซองชาออกแล้วทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Ranking test) โดยใช้ผู้ทดสอบแบบ

กึ่งฝึกฝน (semi-trained panelists) จำนวน 30 คน เมื่อกำหนดระดับการให้คะแนน 3 = ชอบมากที่สุด จนถึง 1 = ชอบน้อยที่สุด คัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรแต่ละรสที่เหมาะสม

2.3 ศึกษาปริมาณของพืชสมุนไพรแต่ละรส

ชั่งกลีบดอกดาวเรืองแห้ง 1.5 กรัม ผสมพืชสมุนไพรแห้งที่ผ่านการคัดเลือกในข้อ 2.2 ในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ (0.03 กรัม, 0.05 กรัม และ 0.07 กรัม) รวม 3 สูตร บรรจุซองชา แล้วชงชา ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ คัดเลือกปริมาณของพืชสมุนไพรแต่ละรสที่เหมาะสม

2.4 ศึกษาชนิดของพืชสมุนไพรแต่ละกลิ่น

นำกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรแต่ละรสได้จากการคัดเลือกจากข้อ 2.3 มาผสมกับพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมเพื่อแต่งกลิ่น 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย ดอกกุหลาบ ดอกมะลิ ในปริมาณ 0.02 กรัม รวม 3 สูตร วิเคราะห์คุณภาพชา ได้แก่ ความชื้น ตามวิธีของ AOAC (2000) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (AQUA LAB 4 TE) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา แล้วชงชา วิเคราะห์คุณภาพน้ำชา ได้แก่ ค่าสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter lab Colorimeter (ColorFlex รุ่น CX 1498) ระบบ CIE รายงานเป็นค่า L^* , a^* , b^* โดยค่า L^* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) มีค่า 0–100 โดย $L=0$ หมายถึงสีที่ได้จะมีดำเป็นสีดำ จนถึง $L=100$ หมายถึงสีที่ได้จะสว่างเป็นสีขาว ส่วนค่า a^* แสดงความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดย a^+ เป็นค่า + หมายถึงวัตถุมีสีแดง และ a^- เป็นค่า - หมายถึงวัตถุมีสีเขียว ค่า b^* แสดงความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน โดย b^+ เป็นค่า + หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง และ b^- เป็นค่า - หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน, ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องวัด pH meter และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solids: TSS) โดยใช้ Hand Refractometer แล้วทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-point hedonic scale test ในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม กำหนดระดับการให้คะแนน คือ 1= ไม่ชอบที่สุด จนถึง 9=ชอบมากที่สุด ใช้ผู้ทดสอบแบบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน คัดเลือกชนิดของพืชสมุนไพรแต่ละกลิ่นที่เหมาะสม

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จำนวน 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น a_w pH, TSS และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วย Turkey's test และวิธี LSD สำหรับการทดสอบความชอบแบบเรียงลำดับ (Basker, 1988) และ Turkey's test สำหรับการทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1 ชนิดของพืชสมุนไพรแต่ละรสที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

นำกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรแห้ง 3 ชนิด ได้แก่ ตะไคร้ ขิง และข่า ชงชาในน้ำร้อน แล้วทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ ได้ผลการทดลองสรุปดังตารางที่ 1 พบว่า น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมขิงได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ($P<0.05$) แต่น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมตะไคร้ไม่แตกต่างจากน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมข่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) สูตรที่เหมาะสมจึงประกอบด้วย กลีบดอกดาวเรือง 1.5 กรัม ผสมขิง 0.05 กรัม

ตารางที่ 1 ผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบการเรียงลำดับของน้ำชากลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรแต่งรส

Marigold petals tea mixed with flavored herbs			
Score Rank	Lemongrass	Ginger	Galanga
Rank sum	57 ^b	78 ^a	45 ^b
Rank sum average	1.90	2.60	1.50

หมายเหตุ คะแนนลำดับความชอบรวมที่มีอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันตามแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2 ศึกษาปริมาณของพืชสมุนไพรแต่งรส

นำกลีบดอกดาวเรือง 1.5 กรัม ผสมชงปริมาณต่างกัน 3 ระดับคือ 0.03, 0.05 และ 0.07 กรัม ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิมโดยวิธีเรียงลำดับเพื่อศึกษาระดับความเผ็ดร้อนของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม ได้ผลการทดลองสรุปดังตารางที่ 2 พบว่า น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชง 0.03 กรัม ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชง 0.07 กรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชง 0.05 กรัม ได้รับความชอบน้อยที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชง 0.07 กรัม จึงคัดเลือกสูตรชาที่ผสมชงน้อยที่สุดคือ 0.03 กรัม เพื่อนำไปทดลองแต่งกลิ่นผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 2 ผลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสแบบการเรียงลำดับของน้ำชากลีบดอกดาวเรืองผสมชงในปริมาณต่างกัน

Score Rank	Ginger quantity (gram)		
	0.03	0.05	0.07
Rank sum	69 ^a	50 ^b	61 ^{ab}
Rank sum average	2.30	1.67	2.03

หมายเหตุ คะแนนลำดับความชอบรวมที่มีอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันตามแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3 ศึกษาชนิดของพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น

นำกลีบดอกดาวเรือง 1.5 กรัม ผสมชง 0.03 กรัม และพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม 0.02 กรัม ได้แก่ ใบเตย ดอกมะลิ และดอกกุหลาบ วิเคราะห์ค่าความชื้น a_w ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3 และจัดเตรียมน้ำชาวิเคราะห์ค่าสี (L^* , a^* , b^*), pH, TSS ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4 และทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดย 9-points hedonic scale test ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5

ตารางที่ 3 คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาจากสืดอกดาวเรืองผสมชงและพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น

Product quality of tea	Pandan leaf	Jasmine	Rose
a_w^{ns}	0.56±0.01	0.52± 0.01	0.55± 0.01
Moisture (%)	9.83±0.09 ^a	9.29±0.19 ^b	9.87±0.02 ^a
Total Microbials (CFU/g) ^{ns}	1,117±1,219	396±474	774±1062
Yeast and Mold (CFU/g) ^{ns}	7.0±2.0	3.3±3.2	5.3±4.5

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ชาจากสืดอกดาวเรืองผสมชงและพืชสมุนไพรแต่งกลิ่นทั้ง 3 ชนิด พบว่าค่า a_w ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ความชื้นของชาที่ผสมดอกมะลิมีปริมาณน้อยที่สุด ($P<0.05$) คือ 9.29% ซึ่งสอดคล้องกับค่า a_w ที่ค่อนข้างต่ำคือประมาณ 0.52 ค่าสี L^* , a^* , pH และ TSS ของน้ำชาทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ค่าสี b^* ของน้ำชาที่ผสมดอกมะลิสีเหลืองมากที่สุดแต่ไม่แตกต่างกับน้ำชาที่ผสมใบเตย ($P>0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำชาจากสืดอกดาวเรืองผสมชงและพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น

Tea quality	Pandan leaf	Jasmine	Rose
Color:			
L^*^{ns}	58.29±2.58	59.29±4.68	60.53±4.81
a^*^{ns}	-6.34±0.43	-6.50±0.32	-5.92±0.24
b^*	28.67±2.18 ^{ab}	30.17±0.29 ^a	26.84±0.54 ^b
pH ^{ns}	5.05±0.01	5.11±0.13	5.13±0.04
TSS(°Brix) ^{ns}	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

หมายเหตุ อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95

จากผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า สีของน้ำชาสูตรที่ผสมใบเตยและดอกกุหลาบได้คะแนนมากที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำชาสูตรที่เติมดอกมะลิ ($P<0.05$) ส่วนกลิ่นและรสชาติของทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) การยอมรับรวมของน้ำชาสูตรที่เติมใบเตยมีคะแนนมากที่สุด ($P<0.05$) จึงเลือกสูตรแต่งกลิ่นด้วยใบเตย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ชาจากสืดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรประกอบด้วยสืดอกดาวเรือง 1.5 กรัม (96.77%) ชิง 0.03 กรัม (1.94%) และใบเตย 0.02 กรัม (1.29%) จัดเป็นสูตรชาจากพืชที่เหมาะสม

ตารางที่ 5 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น

Sensory evaluation	Flavored herbs		
	Pandan leaf	Jasmine	Rose
Color	7.37±0.93 ^a	6.60±1.30 ^b	7.30±1.06 ^a
Aroma ^{ns}	6.57±1.52	6.53±1.07	6.77±1.19
Flavor ^{ns}	6.77±1.25	6.89±1.33	6.60±1.45
Overall liking	7.87±0.73 ^a	6.90±1.30 ^b	6.97±1.03 ^b

หมายเหตุ: อักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันตามแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ชากลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรทุกสูตรมีความชื้นไม่เกิน 10% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชาจากพืช ส่วนปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง สมุนไพรรวมแห้ง (มพช.996/2548) ที่กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และราต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนค่า a_w ของผลิตภัณฑ์นี้มีปริมาณต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความชื้น ผลิตภัณฑ์นี้มีค่า a_w ในช่วง 0.52-0.56 ซึ่งสูงกว่าชาগুলาบที่ทำแห้งด้วยลมร้อนและคั่ว นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิ 80, 90 และ 100°C โดยมีค่า a_w

ประมาณ 0.42, 0.40 และ 0.37 ตามลำดับ (วรินทร์ พูลศรี และคณะ, 2017) แสดงว่ากรรมวิธีการทำแห้งมีผลต่อค่า a_w มากกว่าการคั่ว เนื่องจากผลิตภัณฑ์ชาที่ทำแห้งด้วยการอบลมร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือ 40-50°C และใช้เวลาในการคั่วเท่ากับชาดอกกุหลาบ (นาน 10 นาที) เมื่อชงชาในน้ำร้อนแล้วพบว่าคุณภาพของน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและใบเตย น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและดอกมะลิ น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและดอกกุหลาบ มีสีเหลืองอมเขียว ซึ่งมีค่า L^* เท่ากับ 58.29-60.53 ซึ่งมีค่าความสว่างสูงกว่าน้ำชาดอกแฉ่งแฉ่งวันที่มีค่าเท่ากับ 56.05 แต่มีค่า a^* เท่ากับ -5.92 ถึง -6.50 หรือมีสีเขียว ซึ่งแตกต่างจากน้ำชาดอกแฉ่งแฉ่งวันที่มีค่าเท่ากับ 16.47 หรือมีสีแดง ส่วนค่า b^* เท่ากับ 28.67-30.17 ซึ่งมีสีเหลืองน้อยกว่าน้ำชาดอกแฉ่งแฉ่งวันที่มีค่าเท่ากับ 33.20 (ภาสุรี ฤทธิเลิศ, 2021) มีค่า pH ในช่วง 5.05-5.13 ซึ่งต่ำกว่าชาผักน้ำเบตงหรือวอเตอร์เครสที่มีค่า pH 5.19 (นุชนัตร ตาเย๊ะ, 2561) เมื่อทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point Hedonic scale เช่นเดียวกับงานวิจัยของนุชนัตร ตาเย๊ะ (2561) แล้วพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนค่าสีของน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและใบเตย, น้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและดอกมะลิ และน้ำชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংและดอกกุหลาบ มีคะแนน 7.37, 6.60 และ 7.30 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมใบเตยและผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกกุหลาบ ได้คะแนนมากกว่าชาชงผักน้ำที่ได้คะแนน 6.96 แต่ผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกมะลิได้คะแนนน้อยกว่าชาชงผักน้ำ ส่วนกลิ่นของผลิตภัณฑ์นี้ได้คะแนน 6.57, 6.53 และ 6.77 ตามลำดับ ซึ่งได้คะแนนไม่ต่างจากชาชงผักน้ำที่ได้คะแนน 6.66 ส่วนรสชาติของผลิตภัณฑ์นี้ได้คะแนน 6.77, 6.89 และ 6.60 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมใบเตย และผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกมะลิ ได้คะแนนไม่ต่างจากชาชงผักน้ำที่ได้คะแนน 6.80 แต่ผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกกุหลาบได้คะแนนน้อยกว่าชาชงผักน้ำ การยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์นี้ได้คะแนน 7.87, 6.90 และ 6.97 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกมะลิ และผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมดอกกุหลาบ ได้คะแนนไม่ต่างจากชาชงผักน้ำที่ได้คะแนน 6.96 แต่ผลิตภัณฑ์ชาที่ผสมใบเตยได้คะแนนมากกว่าชาชงผักน้ำ (นุชนัตร ตาเย๊ะ, 2561)

4. สรุป

จากการศึกษาชนิดของพืชสมุนไพรแต่งรสที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรือง ได้แก่ ชিং ข่า และตะไคร้ พบว่า ชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংในอัตราส่วน 1.5 ต่อ 0.05 (โดยน้ำหนัก) ได้คะแนนความชอบมากกว่าชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมข่าหรือตะไคร้ เมื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมชিংในอัตราส่วน 1.5 ต่อ 0.03, 0.05 และ 0.07 (โดยน้ำหนัก) ตามลำดับพบว่าผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองที่ผสมชিংในอัตราส่วน 1.5 ต่อ 0.03 (โดยน้ำหนัก) ได้คะแนนความชอบมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ เมื่อศึกษาชนิดของพืชสมุนไพรแต่งกลิ่น ได้แก่ ใบเตย ดอกมะลิ และดอกกุหลาบ ในอัตราส่วนกลีบดอกดาวเรือง: ชিং: พืชสมุนไพรแต่งกลิ่น เป็น 1.5 ต่อ 0.03 ต่อ 0.02 (โดยน้ำหนัก) พบว่าผลิตภัณฑ์มีความชื้นระหว่าง 9.29-9.87% มีค่า a_w ระหว่าง 0.52-0.56 เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณ 396-1,117 CFU/g ยีสต์และรา มีปริมาณ 3.3-7.0 CFU/g เมื่อนำผลิตภัณฑ์ชาชงในน้ำร้อนจะได้น้ำชาที่มีค่าสี L^* หรือความสว่างในช่วง 58.29-60.53 ค่าสี $-a^*$ หรือสีเขียวในช่วง -5.92 ถึง 6.50 ค่าสี b^* หรือสีเหลืองในช่วง 26.84-30.17 มีค่า pH หรือความเป็นกรดเล็กน้อยในช่วง 5.05-5.13 ส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (TSS) มีค่าเป็น 0 หรือไม่มี ความหวานเลย เมื่อนำน้ำชาทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า สีของน้ำชาสูตรที่ผสมใบเตยและดอกกุหลาบได้คะแนนมากที่สุด กลิ่นและรสชาติของทุกสูตรไม่แตกต่างกัน ส่วนการยอมรับรวมของน้ำชาสูตรที่เติมใบเตยมีคะแนนมากที่สุด สูตรผลิตภัณฑ์

ชากลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรที่เหมาะสมประกอบด้วย กลีบดอกดาวเรือง 1.5 กรัม (96.77%) ชিং 0.03 กรัม (1.94%) และใบเตย 0.02 กรัม (1.29%) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชาจากพืช และเกณฑ์มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง สมุนไพรรวมแห้ง (มพช.996/2548) สูตรผลิตภัณฑ์ชาจากกลีบดอกดาวเรืองผสมพืชสมุนไพรนี้สามารถใช้เป็นแนวทางต่อยอดการผลิตเชิงพาณิชย์ในการพัฒนาสูตรชาจากพืช เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้เพาะปลูกดาวเรืองและพืชสมุนไพรอื่นๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการยุวชนอาสา ประจำปีงบประมาณ 2565 สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เรื่อง “การพัฒนาโรงเรียนปลูกพืชปลอดภัยด้วยระบบสารพัดประโยชน์สู่การแปรรูปผลิตภัณฑ์ชาดาวเรือง และการตลาดออนไลน์ เพื่อยกระดับการเกษตรด้วยนวัตกรรม ส่งเสริมเศรษฐกิจของบริบทชุมชนตามนโยบายเศรษฐกิจ BCG” และขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขต สกลนคร สำหรับการเอื้อเฟื้อสถานที่ทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรรณ กษเรนทร์ และพันธศักดิ์ สุกระฤกษ์. (2553). การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาดอกไม้. 1266-1274. สืบค้นจาก <https://grad.dpu.ac.th/upload/content/files>.
- กองควบคุมอาหาร. (2549). แนวทางการพิจารณาอาหารประเภท “ชาสมุนไพร”. สำนักงานอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข.
- กุลยา จันทอรุณ. (2540). รายงานวิจัย เรื่อง กรรมวิธีการผลิตผักและผลไม้อบแห้ง. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

- กัลยา ยศคาลือ และอิสริยาภรณ์ ชัยกุลหลาบ. (2563). การมีส่วนร่วมในกระบวนการสร้างอัตลักษณ์สำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน บ้านท่าดีหมี อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย. รายงานการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 10. ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, วันที่ 27 พฤศจิกายน 2563.
- นุชนันดา ตาเย๊ะ. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผักน้ำเบตง. รายงานวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- ภาสุรี ฤทธิเลิศ. (2564). คุณภาพทางเคมีกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาดอกแฉ่งตะวันออก. Thai Journal of Science and Technology. 10 (2), 196-207.
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 426 (พ.ศ.2564) เรื่อง ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 108 ตอน พิเศษที่ 102ง.
- วรินทร์ พูลศรี ภูรินทร์ อัครกุลธร และกรรณพต แก้วสอน. (2560). การศึกษาวิธีการอบแห้งในการทำชาจากดอกกุหลาบ. Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 16(1-2), 1-9.
- สุวรรณา ผลใหม่ ชฎาพร เกลี้ยงจันทร์ และสุไพล่หมาน หมาดโหยด. (2560). การพัฒนากระบวนการผลิตชาชงดอกดาหลาต่อฤทธิ์ การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก. รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รังสิตโกสินทร์, นครปฐม, 148-155.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง สมุนไพรรวมแห้ง (มผช.996/2548).
- AOAC. (2000). Official Method of Analysis. 17th edition Association of Official Analytical Chemistry.
- Basker, D. (1988). Critical values of differences among ranked sums for multiple comparisons. Food Technology. 42, 79-84.
- Chew, B.P., Wong, M.W. and Wong, T.S. (1996). Effects of lutein from marigold extract on immunity and growth of mammary tumours in mice. Anticancer Res. 16, 3689-3694.
- Ebrahimi, E., Shirali, S. and Talaei, R. (2016). The protective effect of marigold hydroalcoholic extract in STZ-induced diabetic rats: evaluation of cardiac and pancreatic biomarkers in the serum. J. Bot. Article. ID 9803928, 6 pp.
- Fullmer, L.A. and Shao, A. (2001). The role of lutein in eye health and nutrition. Am. Asso. Cereal Chem. 46, 408-413.
- Han, Ah-R., Nam, B., Kim, Bo-R., Lee, Ki-C., Song, Beom-S., Kim, S.H., Kim Jin-B. and Jin, C.H., (2019). Phytochemical composition and antioxidant activities of two different color chrysanthemum flower teas. Molecules. 24 (329), 1-14.
- Kaplan, L. (1960). Marigold. In: Commercial flower. Naya Prakashan, Calcutta, 714 pp.
- Kumar V. P. and Shruthi, B.S. (2014). Tea: An Oral Elixir. Scholars Academic Journal of Pharmacy (SAJP). 3 (1), 9-18.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Mahantesh, S.P., Gangawane, A.K. and Patil, C.S. (2012). Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines in human health: future prospects. *World Res. J. Med. Aroma Plant.* 1, 6-10.
- Manikandan, R., Anand, A.V., Kumar, S. and Pushpa, P. (2016). Phytochemical and in vitro antidiabetic activity of *Psidium guajava* leaves. *Pharmacogn. J.* 8, 392-394.
- Martin, K.R., Eaila, M.L. and Smith, J.C. (1996). β -Carotene and lutein protect HepG2 human liver cells against oxidant-induced damage. *J. Nutr.* 126, 2098-2106.
- Schalch, W., Cohn, W., Barker, F. M., Kopcke, W., Mellerio, J., Bird, A.C., Robson, A.G., Fitzkef, F.F. and Kuijk, F.J.G.M.V. (2007). Xanthophyll accumulation in the human retina during supplementation with lutein or zeaxanthin-the LUXEA (Lutein Xanthophyll Eye Accumulation) study. *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 458, 128-135.
- Zhang, L.X., Coney, R.V. and Betram, J.S. (1991). Carotenoids enhance gap functional communication and inhibit lipid peroxidation in C3H/10T/2 cells: relationship to their cancer chemo preventive action. *Carcinogenesis.* 12, 2109-2110

บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใยกัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์และการส่งเสริมการตลาดดิจิทัลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน จังหวัดเชียงใหม่

The Development of Hemp Products by Adding Value through Storytelling, Creative Design and Promoting Digital Marketing of the Hemp Community Enterprise Group, Chiang Mai Province

บงกช สุทัศน์ ณ อยุธยา^{1*} สุชาดา เมฆพัฒน์² นิรนาท ตาจุมปา²

¹สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50230

²ภาควิชาศึกษาทั่วไป คณะสังคมศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50230

Bongkoch Sudasna Na Ayudhaya^{1*} Suchada Mekkkaphat² Neeranath Tachumpa²

¹ Public Administration Department, Faculty of Social Science and Liberal Arts, North-Chiang Mai University, Chiang Mai Province 50230

² Department of General Education, Faculty of Social Science and Liberal Arts, North-Chiang Mai University, Chiang Mai Province 50230

* Corresponding author. E-mail address: bongkoch@gmail.com Telephone: 081-883-8086

วันที่รับบทความ 9/เมษายน/2566; วันที่แก้ไขบทความ 31/พฤษภาคม/2566; วันที่ตอบรับบทความ 20/สิงหาคม/2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ใช้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และกระบวนการกลุ่มหรือการสนทนากลุ่ม ส่วนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักวิจัย ผู้แสดงแบบกิตติมศักดิ์ และ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 48 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ใยกัญชงโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 การส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ใยกัญชงด้วยการเล่าเรื่อง พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาม่วงใยกัญชงอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการเล่าเรื่อง เพื่อช้อดลักษณะท้องถิ่น ซึ่งเป็นจุดเด่นด้านการเขียนเทียนขี้ผึ้งลวดลายต่างๆ บนผ้าใยกัญชง ของวิถีชีวิตกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง เริ่มจากการปลูกต้นกัญชง (หมั้ง) ตั้งแต่ต้นน้ำ-กลางน้ำ-ปลายน้ำ ให้เป็นที่รู้จักกว้างขวาง เพื่อสื่อความหมายและที่มาของโลโก้ เป็นรูปคนนั่งทอผ้า มีตัวหนังสือภาษาไทยว่า “ดาม่วง” รูปและตัวหนังสือเป็นสีขาว พื้นหลังเป็นสีกรม รูปคนทอผ้าสื่อถึงว่า กลุ่มทำเกี่ยวกับงานผ้าทอ ส่วนตัวหนังสือ “ดาม่วง” คำว่า “ดาว” ผันมาจากภาษาม้งที่ ออกเสียงว่า “ดาว” แปลว่า ผ้า ส่วนคำว่า “ม่วง” เป็นภาษาม้ง แปลว่า กัญชง ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ ที่ 2 การส่งเสริมการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้รับองค์ความรู้และมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบเชิงสร้างสรรค์มากขึ้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนทั้ง 3 กลุ่ม ได้ออกแบบเสื้อผ้าจำนวน 26 ชุดและนำไปสอบถามความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อเสื้อผ้าแต่ละชุดในแต่ละประเด็น ดังนี้ 1) ประโยชน์ในการใช้สอย 2) ความสวยงาม 3) แนวคิดในการออกแบบที่ดี 4) ตอบสนองต่อความต้องการของคนส่วนใหญ่ และ 5) ราคาสินค้าที่เหมาะสม พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากและ ทุกประเด็นอยู่ในระดับมากเช่นกัน ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 3 ส่งเสริมการตลาดดิจิทัลพบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์ใยกัญชง จากเดิมที่ใช้เพียงเพจเฟซบุ๊ก เท่านั้น ได้เข้าสู่แพลตฟอร์ม SMEs-OTOP FINVER ระบบการตลาดมหาชนเพื่อคนตัว

เล็ก ด้วยแนวคิด : หมั่นคนแชร์ ล้วนคนเห็น แสคนซื้อ โดยคนไทย เพื่อคนไทย ในยุคดิจิทัล ช่วยตอบโจทย์การตลาดออนไลน์ หลังจากที่ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์กัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ และส่งเสริมการตลาดดิจิทัล สามารถเพิ่มยอดขายได้มากขึ้น อย่างน้อย 10-20% แม้ต้องประสบกับสถานการณ์ โควิด-19 ช่วงปี พ.ศ. 2564-2565 ทั้งนี้ปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกัญชง จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ การทำงานในรูปแบบประชาสังคมคือความร่วมมือจากภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน และการประชาสัมพันธ์ ทั้งภาพข่าว คลิปวิดีโอ ผ่านสื่อมวลชนออนไลน์ที่หลากหลาย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ

คำสำคัญ: กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผลิตภัณฑ์กัญชง การเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ การตลาดดิจิทัล

Abstract

The research topic is amixed-method research using both qualitative and quantitative aspects. Data collection was carriedout using participatory action research (PAR) and focus group processes. The opinions of the sample were gathered from 48 people from different sectors, including researchers, honorary exhibitors, and experts who have contributed to hemp fiber products, using questionnaires and interviews as research tools. The research results for Objective 1, promoting value-adding of hemp fiber products through storytelling, found that the Dao Mang Hemp Community Enterprise in Mae Rim District, Chiang Mai Province, gained knowledge about storytelling to promote local identity, which is highlighted by writing wax candles with various patterns on hemp cloth that depict the way of life of the Hmong ethnic group. The logo, which features a seated weaver and the Thai letter "Dao Mang" in white against a navy blue background, conveys the meaning and origin of the community enterprise. The word "Dao" means cloth in the Hmong language, while "Mang" means hemp. For Objective 2, promoting creative design, the community enterprise group received knowledge and a greater understanding of creative design. The three community enterprise groups designed 26 clothing sets and solicited opinions from the sample group on five issues: 1) functionality, 2) beauty, 3) good design concept 4) responsiveness to the needs of most people, and 5) reasonable price. It was found that the overall level was high, with all issues receiving high ratings. For Objective 3, promoting digital marketing, the hemp fiber product community enterprises have entered the SMEs-OTOP FINVER platform, a public marketing system for small groups, after previously using only Facebook Pages. The platform's concept is "Tens thousands of people share, millions of people see, hundred thousand people buy by Thai people for Thai people" in the digital age of online marketing. After hemp products were developed to add value through storytelling, creative design, and digital marketing, sales increased by at least 10-20%, despite experiencing the COVID-19 situation during the years 2021-2022. Factors contributing to the success of the hemp fiber community enterprise group in Chiang Mai Province include working in the form of civil society, which is cooperation between the public sector, the private sector, and the public sector, and public relations that use pictures, news, and video clips through various online media. As a result, the products are widely known both domestically and internationally.

Keywords; Community Enterprise Group, Hemp Product, Storytelling, Creative Design, Digital Marketing

1. บทนำ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นหนึ่งเรื่องย่อยของโครงการวิจัยแบบบูรณาการเรื่อง “การต่อยอดองค์ความรู้สู่นวัตกรรมผลิตภัณฑ์กัญชงด้วยเศรษฐกิจสร้างสรรค์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่” (Extension Knowledge to Innovative Hemp Products with the Creative Economy in Chiang Mai) ซึ่งทำร่วมกันของ 3 สถาบัน คือ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก เครือข่ายวิจัยภูมิภาค สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2564 ซึ่งเกิดจากวัตถุประสงค์หลัก คือการเพิ่มขีดความสามารถของประเทศไทย ให้เป็นตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ผ่านการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานราก โดยอาศัยการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม โดยใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นและนวัตกรรมเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาองค์ความรู้ การต่อยอดอัตลักษณ์ วัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิต ตามบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลกสมัยใหม่ ขับเคลื่อนเศรษฐกิจสร้างสรรค์

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใยกัญชงเพื่อเพิ่มมูลค่า ด้วยการเล่าเรื่อง การออกแบบ เชิงสร้างสรรค์ และการส่งเสริมการตลาดดิจิทัล ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกัญชงจังหวัดเชียงใหม่” มีวัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ใยกัญชงด้วยการเล่าเรื่อง (Storytelling) การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (Creative Design) และการตลาดดิจิทัล (Digital Marketing) เป็นการวิจัยแบบผสมผสานใช้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ(Mixed method) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (PAR) และกระบวนการกลุ่ม หรือ การสนทนากลุ่ม (Focus Group) ในทั้ง 3 เรื่องตามวัตถุประสงค์ โดยมีประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยคือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกิดความรู้ความเข้าใจและเห็นความสำคัญของการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ใยกัญชงของตนเองเพื่อการเพิ่มยอดขาย ตรงตามความต้องการของลูกค้ากลุ่มใหญ่ รวมทั้งเพิ่มช่องทางการตลาดดิจิทัลเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มรายได้แก่สมาชิกในกลุ่มและชุมชนใกล้เคียง อันเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตในด้านสังคมและเศรษฐกิจ

2. ระเบียบวิธีวิจัยและขั้นตอนการดำเนินงาน

- ประชุมคณะทำงานติดต่อประสานงานกลุ่มเป้าหมายและวางแผนการดำเนินงานร่วมกัน
- จัดประชุมเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมและประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใยกัญชง ทั้ง 3 หัวข้อ คือ การเล่าเรื่อง การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ และ การตลาดดิจิทัล
- เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถามสอบถามความต้องการ ความคิดเห็น เกี่ยวกับการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ ของผลิตภัณฑ์ใยกัญชง ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผ้าใยกัญชงอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่จากกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงที่เป็นนักวิจัยในเครือข่ายภูมิภาค (ภาคเหนือ) จำนวน 38 คน ผู้แสดงแบบกิตติมศักดิ์ ผู้ใช้เสื้อผ้าจำนวน 7 คน และผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน รวมทั้งสิ้น 48 คน และเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการจัดประชุมกลุ่มย่อยและการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้แทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนใยกัญชง 3 กลุ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่งความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ของผลิตภัณฑ์ใยกัญชง

- ส่งเสริมการตลาดดิจิทัล ด้วยกิจกรรม 3 ครั้ง คือ 1.การพัฒนายกระดับผู้ประกอบการ SMEs-OTOP สู่อุตสาหกรรมสินค้ารูปแบบใหม่แบบ Virtual Trade Fair และ Virtual Online Business Matching จัดโดย องค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่ ร่วมกับ สมาพันธ์ SMEs ไทย จังหวัดเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 17-18 พฤษภาคม พ.ศ. 2565 ณ โรงแรมวินทรี เชียงใหม่ 2. การอบรม แพลตฟอร์ม Finver ในโครงการ SMEs-Otop Finver ของ สมาพันธ์ SMEs ส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นองค์กรที่เกิดจากการรวมตัวกันของผู้ประกอบการเอกชน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อส่งเสริมผู้ประกอบการขนาดกลาง และขนาดเล็ก ตลอดจน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ผู้จำหน่ายสินค้าชุมชนท้องถิ่นหรือ โอท็อป โดยร่วมมือกับ บริษัท ปีตอส์ (ประเทศไทย) จำกัด ผู้พัฒนาให้บริการแพลตฟอร์ม FINVER ที่ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ด้านการส่งเสริมเศรษฐกิจด้วยเทคโนโลยี เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2565 ณ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ 3.การอบรมเชิงปฏิบัติการ การสร้างตลาดดิจิทัลบนแพลตฟอร์ม Finver ณ สำนักงาน FINVER อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ.2565

3.อภิปรายและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ 1 การส่งเสริมการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์กัญชงด้วยการเล่าเรื่อง (Storytelling)

พบว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง เลขที่ 24 หมู่ 10 หมู่บ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัด เชียงใหม่ สามารถเล่าเรื่องเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กัญชงได้อย่างน่าประทับใจและสามารถเล่าเรื่องเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กัญชงของตนเอง ได้ จะส่งผลต่อการตั้งราคาสินค้าผลิตภัณฑ์กัญชงเพื่อการจำหน่ายได้อย่างเหมาะสม สามารถจำหน่ายสินค้าในราคาที่ตรงความต้องการของผู้ซื้อได้มากขึ้น และช่วยแก้ปัญหาเรื่องของราคาสินค้าได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งปัญหาที่พบในการวิจัยครั้งนี้ก็คือ เรื่องของราคาสินค้าสูง ในขณะที่ผู้ซื้อส่วนใหญ่มีความต้องการซื้อในราคาที่ต่ำกว่าราคาที่ตั้งไว้มาก ธัญพร วัฒนวรกุล (25 มีนาคม 256 สัมภาษณ์)

กล่าวว่า ความยิ่งใหญ่ของกลุ่มชาติพันธุ์ ที่เรียกตนเองว่า “ม้ง” ด้วยคำกล่าวที่ว่า “น้ำเป็นของปลา ไฟเป็นของนก ขุนเขาและสันดอย เป็นของม้ง” การนิยามตนเองด้วยนิทานปรัมปรา ที่กล่าวถึงบรรพชนของตนว่า เคยอาศัยอยู่ ณ ดินแดนอันสงบเขียวและหนาวเย็น จนน้ำจับตัวเป็นน้ำแข็ง หิมะตก และต้นไม้ต่างๆ แคร่แกร็น ผู้คนนุ่งห่มด้วยหนังสัตว์ มีกลางวันและกลางคืนอย่างละหกลเดือน ชาวม้งได้อาศัยอยู่ที่นี้มาช้านาน จนกระทั่งการรุกรานจากภัยสงครามจึงจำต้องละทิ้งถิ่นฐานอันสงบโดยมุ่งลงใต้ ผ่านดินแดนมองโกเลีย บริเวณลุ่มแม่น้ำเหลืองในประเทศจีนปัจจุบัน จากนั้นจึงถอยมาเรื่อยๆ จนถึงเวียตนาม ลาว และประเทศไทยในปัจจุบัน

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง

ที่อยู่ : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง

24 หมู่ที่ 10 บ้านแม่สำน้อย

ต.โป่งแยง อ.แม่วัง จ.เชียงใหม่

โทร : 092 820-8849 หรือ 081 162-1722



วัตถุประสงค์

ส่งเสริม สตรีบ้านแม่สำน้อย ให้เกิดอาชีพทางเลือก เพื่อเพิ่มรายได้ รวมทั้งเป็นแหล่งเรียนรู้ และพัฒนาทักษะ การเขียนผ้าเขียนลายซิ่น

ความหมายและที่มาของโลโก้กลุ่ม
วิสาหกิจชุมชนดาวม่วง กลุ่มวิสาหกิจชุมชน
ดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง
รูปคนนั่งทอผ้า
รูปและตัวหนังสือ - สีขาว
พื้นหลัง - สีกรม
“ดาว” (ดาว) ภาษาม้ง = ผ้า
“ม่วง” ภาษาม้ง = กัญชง



รายชื่อสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง
1.) นาสีบุตร ธนอมวรกุล 2.) นาสามบุรา ธนอมวรกุล (เสียชีวิต)
3.) นาสีซัน อนุพรวิศา 4.) นาสายพร ธนอมวรกุล 5.) นาสุนภาส ปกรสิทธิ์
6.) นาสือ วรรณดี 7.) นาสีพรหม รัตนสิงกุล 8.) นาสี ภูมิพัฒน์
9.) นาสีลา ย่างอินต์ 10.) นาสี ฝ่อง 11.) นาสีนา ทาเกิดดี
12.) นาสารณดี ฝ่อง 13.) นาสี รัตนสิงกุล 14.) นาสี ภูมิพัฒน์
15.) นาสี ธนอมวรกุล 16.) นาสี รัตนสิงกุล

รูปที่ 1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง

รอยพระบาทยาดราดน้ำทิพย์จากปากฟ้าสุราลัย สู่แดนดิน แก่ขาม้งบ้านแม่สำ จากการบอกเล่าด้วยความภาคภูมิใจ ของนาง ธัญพร ธนอมวรกุล (เจ้า) ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่วง งานผ้าใยกัญชง พร้อมชี้ให้ดูภาพของบิดา คือ นายจกั่ว แซ่หาง (นามสกุลใหม่คือ รัตนสิงกุล) ตอนอายุ 93 ปี ให้สัมภาษณ์ไว้ว่า “ตนกำลังขี่มopedไปยังเนินเขาอีกลูกหนึ่ง พร้อมกราบทูลว่า บนดอยที่สูงชันจะปล่อยให้ป้าไม่ธรรมดา ส่วนพื้นที่ลาดต่ำลงมาจะปลูกพืชเกษตร ต่อมาจึงได้ปลูกต้นไทรไว้ 1 ต้น เพื่อเป็นเครื่องเตือนใจระลึกถึงว่าในหลวงเคยเสด็จมาที่นี่” เขาเป็นคนเดินนำทาง พระบาทสมเด็จพระบรมชนกาธิเบศร มหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรม

นาถพิตร รัชกาลที่ 9 พร้อมด้วย หม่อมเจ้าภีศเดช รัชนี ผู้อำนวยการโครงการหลวง ไปที่ไร่ผืนของตนเอง ที่บ้านปากา เส้นทางระหว่างดอยปู่ไปหมู่บ้านแม่สำ ต่อจากนั้นมาเป็นที่ประจักษ์ชัดแล้วว่า น้ำพระทัยของรัชกาลที่ 9 ทำให้ขาม้ง บ้านแม่สำ เปลี่ยนใจยอมเลิกปลูกฝิ่น แต่หันมาทำไร่ลั่นจี่ และปลูกพืชผัก ผลไม้เมืองหนาวเป็นการทดแทน พร้อมๆกับการก่อตั้ง โครงการหลวง ในพื้นที่ เพราะพระองค์และพระบรมวงศานุวงศ์ เสด็จพระราชดำเนินเยี่ยมขาม้ง บ้านแม่สำ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2507- 2527 รวม 13 ครั้ง ธัญพร ธนอมวรกุล (25 มีนาคม 2565: สัมภาษณ์) เล่าว่า “กัญชง” ได้รับสมญานามว่า “พืชมหัศจรรย์” เพราะเป็นพืชพื้นบ้านที่อยู่คู่กับ

วัฒนธรรม ความเชื่อและประเพณีของชาติพันธุ์ม้ง (Hmong) ตั้งแต่ในอดีตเพราะชีวิตต้องเกี่ยวพันกับเส้นใยกัญชง ตั้งแต่แรกเกิด แต่งงาน สร้างครอบครัว จนถึงวาระสุดท้ายของชีวิต เมื่อคนตาย จะได้ไปสวรรค์ก็ต้องใส่ผ้าใยกัญชง สรุปได้ว่า กลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ในประเทศไทย จำเป็นต้องเรียนรู้ ตั้งแต่การปลูกกัญชง ศึกษาภูมิปัญญาในการใช้ประโยชน์จากกัญชงมาช้านานตั้งแต่บรรพบุรุษในภาษาม้งเรียกกัญชงว่า “หมั่ง” หรือ “ม่าง” สอดคล้องกับ จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี และคณะ. (2564). นำเสนอว่า เทพเจ้า (เยอโซ๊ะ) เป็นผู้สร้างโลก สร้างมนุษย์ และได้ประทานพันธุ์พืชให้มนุษย์ได้ใช้ เป็นของขวัญคือ “หมั่ง หรือ กัญชง” ตั้งแต่ใช้ใบกัญชงแทนใบชา ใช้เมล็ดเป็นยารักษาโรคและเป็นยาบำรุงเลือด โดยเคี้ยวเมล็ดสดๆ เพื่อเป็นยาละลายนิ่ว ใช้เปลือกมาทำเป็น เครื่องนุ่งห่ม และเครื่องใช้สอยในชีวิตประจำวัน คติความเชื่อชาวม้ง “กัญชง” จึงเป็นเสมือนสะพานเชื่อมต่อระหว่างโลกมนุษย์ กับ โลกของบรรพบุรุษ และโลกของเทพเจ้า ถือเป็นของมงคล ชาวม้งจึงลอกเส้นใยจากเปลือกกัญชง นำมาทำเป็นสายสิญจน์ใช้ในพิธีกรรมต่างๆ เช่น แรกเกิด ใช้เส้นใยกัญชง แทนสายสิญจน์ ผูกข้อมือให้กับเด็กแรกคลอด ใช้ประกอบในพิธีเข้าทรง (อัวเน้ง) และนำมาทอเป็นเสื้อผ้าใส่ในงานมงคล และวันปีใหม่ของชาวม้ง จนกระทั่งพิธีศพ เสื้อผ้า เครื่องแต่งกาย รวมถึง รองเท้าของ คนตาย ล้วนทำจากใยกัญชงทั้งสิ้น ด้วยความเชื่อว่า คนตายจะสามารถเดินทางไปสวรรค์และสื่อสารกับวิญญาณของบรรพบุรุษได้ มิเช่นนั้นวิญญาณของผู้ตาย ต้องล่องลอยไปอย่างไร้จุดหมาย ชาวม้งนิยมทำรองเท้าใยกัญชงไว้ใช้ยามเดินทางในป่าเพื่ออพยพย้ายถิ่นฐาน เนื่องจากสามารถป้องกันสัตว์มีพิษกัดต่อยได้เป็นอย่างดีจนเปรียบเปรยกันว่า ผ้าทอใยกัญชงเปรียบเสมือนทองคำ ที่พ่อแม่มอบให้กับลูกสาวไว้ติดตัวไปตอนออกเรือน และเมื่อถึงอายุ 40 ปี ชาวม้งจะมีการเตรียมชุดที่ทอจากใยกัญชงไว้ใส่ในพิธีกรรมตอนเสียชีวิต ซึ่งธรรมเนียมดังกล่าวก็ยังคงมีการปฏิบัติสืบกันมาจนถึงทุกวันนี้ สอดคล้องกับ นรินทร์ สังข์รักษา.(2561). ซึ่งกล่าวไว้ว่า เรื่องเล่า เป็นวิถีวิทยาแนวใหม่ในการแสวงหาความรู้เพื่อการวิจัยทางสังคม การวิเคราะห์เรื่องเล่าเป็นกระบวนการและขั้นตอนที่วิเคราะห์ตัวบท จำแนกแยกแยะเรื่องราวจากเรื่องเล่า ผ่านการสร้างความจริง ของปรากฏการณ์ทางสังคม หลักในการวิเคราะห์เรื่องเล่า คือ การวิเคราะห์ตัวบท วิถีวิทยาในการวิเคราะห์เรื่องเล่า ประกอบด้วย โลกทัศน์ของตัวบท และภาคปฏิบัติการของปรากฏการณ์วิทยา ผลลัพธ์สุดท้าย คือการตีแผ่ให้เห็นเรื่องราว ประเด็นในการสร้างความรู้ และความจริงของสังคม



รูปที่ 2 Storytelling (วัตถุดิบศักดิ์สิทธิ์ 1)

ธัญพร ธนอมวรกุล (เฉ่า) ได้รับการเชิดชูเกียรติให้เป็น “ครูช่างศิลปหัตถกรรม” ประจำปี 2564 ประเภทเครื่องทอ (ผ้าเขียนเทียน) สถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรมไทย(องค์การมหาชน) เล่าถึง ความหมายและที่มาของโลโก้ เป็นรูปคนนั่งทอผ้า มีตัวหนังสือภาษาไทยว่า “ดาวม่วง” รูปและตัวหนังสือเป็นสีขาว พื้นหลังเป็นสีกรม รูปคนทอผ้าสื่อถึงว่า กลุ่มทำเกี่ยวกับงานผ้าทอ ส่วนตัวหนังสือ “ดาวม่วง” คำว่า “ดาว” ผันมาจากภาษาม้งที่ ออกเสียงว่า “ด้าว” แปลว่า ผ้า ส่วนคำว่า “ม่วง” เป็นภาษาม้ง แปลว่า กัญชง “การเขียนเทียน” ด้วยสีเทียนที่ใช้ภูมิปัญญาในการผสมน้ำเทียนตามแบบฉบับเฉพาะของชาวม้ง พร้อมกับทักษะในการบรรจุลวดเหล็กเขียนเทียนลงบนผืนผ้าตามลวดลายที่เป็นตัวแทนของอักษรโบราณของชนเผ่าม้ง ตามการบอกเล่าต่อกันมา ด้วยความแม่นยำ ลายเทียนให้เส้นตรงและคมชัด นับเป็นการสร้างลวดลายเขียนเทียนด้วยมือ ที่ในปัจจุบันจะหาช่างฝีมือที่มีทักษะในการทำผ้าเขียนเทียนบนผืนผ้าโยกัญชง ทั้งกระบวนการได้ยากมากแล้ว เอกลักษณ์การเขียนเทียนบนผืนผ้าโยกัญชงนั้น เริ่มจากกระบวนการทำน้ำเทียน เคล็ดลับนำเทียนจะไม่ใช้ขี้ผึ้งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากจะทำให้เหนียวเขียนยาก ต้องนำไปผสมกับไขเทียนที่ได้จากน้ำหอม ขณะต้มผ้าเขียนเทียนไว้แล้วจะลอกเทียนออก เทียนที่ถูกลอกออกโดยการต้มครั้งนั้นจะนำขึ้นมาใช้ผสมน้ำเทียนโดยนำมือชุบน้ำเย็นก่อนแล้วนำตะบन्न้ำย้อมหอมที่เดือดเต็มที ซึ่งต้องรีบเอาขี้ผึ้งที่หลุดในตอนแรกออกอย่างรวดเร็ว เพราะเวลาเอาผ้าขึ้นจะได้เหลือขี้ผึ้งติดผ้าน้อยลงเวลานำผ้าไปล้างจะทำให้ล้างออกง่าย จากนั้น จึงนำไปผสมกับขี้ผึ้งที่ผ่านการต้มแล้วกรองเอาเทียนออก เพื่อนำไป

เขียนลายเขียนต่อไป การเขียนเขียน จะนำไปเขียนด้วยไม้เขียนเขียนที่ทำจากทองเหลืองหรือทองแดง และด้ามทำจากไม้ โดยใช้เทคนิคการลากลง ก่อนลากลายมีการตีตารางก่อนเพื่อสามารถเขียนลายไปได้โดยไม่มีจุดสิ้นสุด เพื่อให้เกิดลวดลายตรงตามลวดลายโบราณที่เล่าขานกันว่า เป็นลวดลายนั้นคืออักษรโบราณของชาวม้งที่ใช้เก็บเรื่องราวไว้บนเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม เวลาลอพยพย้ายถิ่นฐานแต่ละครั้ง (สถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรมไทย , 2564).

อิมจิรา อ่อนคำ. และ Gao Jingjing (2564). นำเสนอผลการศึกษาว่า ผ้าใยกัญชงเป็นผ้าแบบดั้งเดิมที่ใช้ทำชุดม้ง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ชาวม้งบ้านแม่สาใหม่ก็ยังเชื่อว่าในช่วงสุดท้ายของชีวิตจำเป็นต้องแต่งชุดม้งผ้าใยกัญชง เพื่อสามารถเดินทางไปสู่สวรรค์ และสื่อสารกับวิญญาณบรรพบุรุษได้ ดังนั้นชาวบ้านจึงได้สืบทอดและรักษาวีธีการทอผ้าใยกัญชง และในทุกปีพวกเขาจะไปเก็บกัญชงและนำมาประกอบผ่านกระบวนการต่างๆ และจนนำใยกัญชงมาทอเป็นผ้าและใช้มาตัดเย็บเป็นเครื่องแต่งกายต่างๆ แต่เนื่องจากการผลิตเครื่องแต่งกายใยกัญชงมีต้นทุนสูงและต้องใช้เวลานาน ในปัจจุบันชาวบ้านจึงนิยมใช้ผ้ากำมะหยี่แทนผ้าใยกัญชงมาผลิตชุดม้ง แต่พวกเขาก็ยังคงผลิตเครื่องแต่งกายผ้าใยกัญชงชิ้นเล็ก เช่น เสื้อคลุม หมวก และรองเท้า เป็นต้น การปักผ้าลายม้ง เป็นศิลปะบนผืนผ้าที่ใช้วิธีการนำด้ายมาปักเป็นผ้าปักในลักษณะลวดลายต่าง ๆ ที่เป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นในการแสดงอัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง โดยมีวัสดุอุปกรณ์ 4 อย่างที่ใช้ในการปักผ้า คือ เข็มเบอร์ 24 ไหมพรม ผ้าปัก และแบบลายที่ต้องการปัก ซึ่งลวดลายที่ชาวม้งนิยมนั้นส่วนใหญ่มีความหมายตามความเชื่อของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ดังเช่น ลายหอยแปดเข็ม มีความหมายถึงความมั่งมีและลักษณะของลายเลียนแบบจากฝายหอยเบี้ยจ๊กจั่นที่มีลักษณะคว่ำฝายหอยลง ซึ่งลายหอยชนิดนี้นิยมปักประดับในชุดแต่งงานเพื่อสิริมงคล ลายดาวหมายถึงความสำเร็จ ชัยชนะและลักษณะของลายเลียนแบบมาจากดาวแปดแฉก ซึ่งการปักลวดลายนี้ชาวบ้านส่วนใหญ่จะนิยมใช้ทำส่วนของเสื้อและผืนผ้าด้านหน้ากระโปรงของชุดม้ง อีกทั้งยังใช้ประดับ บนเครื่องแต่งกายอื่น ๆ เช่น รองเท้า และกระเป๋า ส่วนการเขียนเขียนผ้าลายซี้ผึ่ง เป็นศิลปะการสร้างลวดลายลงบนผืนผ้า โดยใช้อุปกรณ์ที่ชาวม้งเรียกว่า “หลาจัง” ซึ่งเป็นแท่งเล็ก ๆ ที่ทำจากไม้กับทองแดงแล้วนำมาจุ่มลงบนเทียนร้อนๆ และใช้เป็นเครื่องมือวาดลวดลายม้งบนผ้า วาดลายเสร็จนำผ้าไปย้อมเป็นสีน้ำเงิน และต้มด้วยความร้อน แล้วจึงสามารถใช้ผ้าเขียนเขียนนั้นไปตัดเย็บเป็นเครื่องแต่งกายอื่นๆ ต่อ ซึ่งโดยส่วนใหญ่ชาวบ้านจะนิยมนำมาใช้ตัดเย็บเป็นกระโปรงของชุดม้งผู้หญิง อีกทั้งยังนิยมนำผ้าเขียนเขียนมาทำเป็นสินค้าเครื่องแต่งกายแบบทันสมัยเพื่อนำไปจำหน่าย เช่น เสื้อ กระโปรง รองเท้า และผ้าพันคอ เป็นต้น ปัจจุบันพบว่า อุตสาหกรรม กัญชา กัญชง มีศักยภาพ

สูงมาก มูลค่าตลาดรวมกว่า 15,000 ล้านบาทต่อปี ขณะที่มูลค่าในตลาดโลกมากกว่า 3 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐ กัญชงนั้นสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้เช่นเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นเสื้อผ้า กระเป๋า ผ้าห่ม เชือก เสื้อเกราะกันกระสุน ฯลฯ โดยมีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความแข็งแรงทนทาน และยืดหยุ่น อีกทั้งยังทนความร้อนได้ดี ไม่ยับขึ้น และอมกลิ่น ที่สำคัญ ป้องกันฝุ่น PM 2.5 ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากใยกัญชงทุกชิ้น ควรมีการเล่าเรื่อง (Storytelling) โดยเจ้าของผลิตภัณฑ์เป็นผู้นำเสนอด้วยตนเองและควรให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ใยกัญชง เป็นการสร้างความน่าสนใจให้กับลูกค้าได้ในระดับหนึ่ง เพิ่มทั้งคุณค่าและมูลค่า อีกทั้งจะช่วยให้สามารถจำหน่ายสินค้าได้ง่ายมากขึ้นตามราคาที่เหมาะสมตรงความต้องการของลูกค้า จะก่อให้เกิดรายได้มากขึ้นกว่าเดิมอย่างชัดเจน

3.2 ผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ 2. การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (Creative Design)

จากผลการวิจัยด้านการออกแบบเชิงสร้างสรรค์โดยภาพรวมมีความเห็นอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.83 ยกเว้นในรายการกางเกงผ้าใยกัญชงทรงมั้งสีธรรมชาติ ชุดเดรสถักนิตตั้งขนแกะสีธรรมชาติ และเสื้อเอวลอยแขนกุดใยกัญชงถักนิตตั้งขนแกะ ทั้งสามรายการอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.39 , 3.34 และ 3.30 ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่า กลุ่มวิสาหกิจชุมชนให้ความสำคัญกับการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในระดับมากเท่าที่ควรหรือในระดับมากที่สุด ส่วนราคาสินค้าที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมคือ ประมาณ 2,000-3,000 บาทต่อชุด ซึ่งไม่สอดคล้องกับราคาขายที่ตั้งไว้จริง และต่ำกว่าประมาณ 2 เท่า(ราคาที่ตั้งไว้ 6,000-9,000 บาทต่อชุด) ส่วนผลการวิจัยที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้แทน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน 3 กลุ่ม และผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

3.2.1 การเล่าเรื่อง ควรเพิ่มการเล่าเรื่องผลิตภัณฑ์แต่ละ

ชิ้น เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าและสร้างความแตกต่างให้กับสินค้า เช่น อัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง การเขียนเทียนลวดลายโบราณ การย้อมสีธรรมชาติ เป็นต้น

3.2.2 การออกแบบผลิตภัณฑ์ ควรออกแบบให้โดดเด่น เน้นอัตลักษณ์ท้องถิ่นด้วยการเขียนเทียนขึ้นผึ้ง สีสัน เส้นใยที่แตกต่างจากสินค้าทั่วไปในตลาด สร้างแบรนด์ให้เข้มแข็ง

3.2.3 การตัดเย็บควรให้ประณีตมากขึ้น ออกแบบให้หลากหลายมากขึ้น ไม่เฉพาะเจาะจงเพียงเสื้อผ้าเท่านั้น เช่น ผ้าบุโต๊ะ ผ้าคลุมไหล่ พวงกุญแจ ฯลฯ

3.2.4 ควรขยายฐานลูกค้าให้ตรงกับกลุ่มสินค้า โดยใช้ช่องทางการตลาดดิจิทัล

3.2.5 ไม่ยึดติดกับการออกแบบในรูปแบบเดิม ควรรับฟังข้อเสนอแนะจากลูกค้าอย่างเปิดใจ การให้ลูกค้ามีส่วนร่วมในการออกแบบ



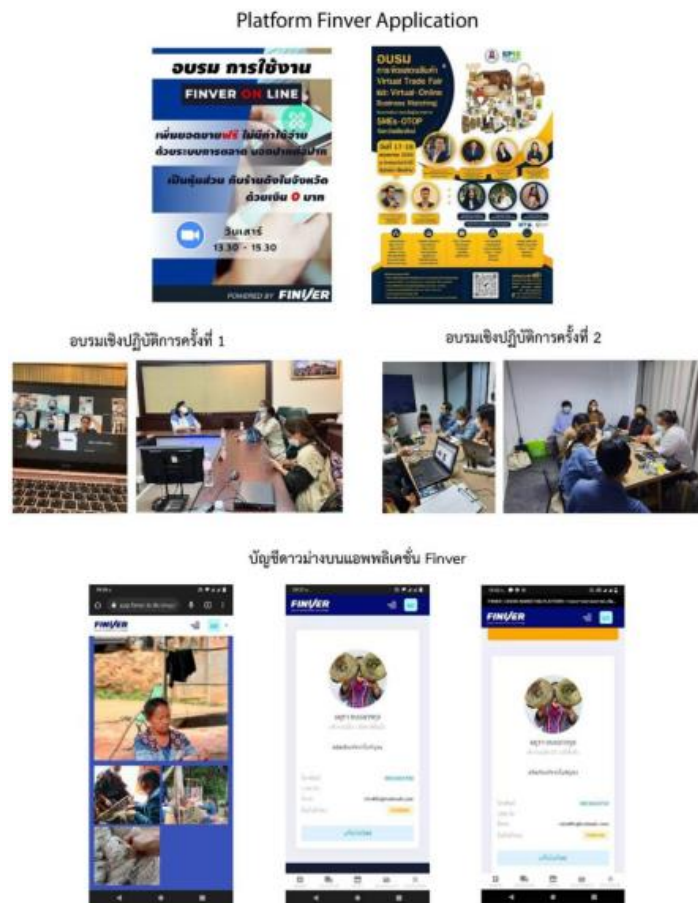
รูปที่ 3 ผู้แสดงแบบกิตติมศักดิ์ (วัตถุประสงค์ข้อที่ 2)

3.2.6 ควรเปิดโอกาสให้นักออกแบบ (ดีไซเนอร์) รุ่นใหม่ มีส่วนร่วมในการผลิตและการตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ทำให้เกิดการต่อยอดและขยายฐานกลุ่มลูกค้า สอดคล้องกับ ชลลดา พงศ์พัฒน์โยธิน (2560). ซึ่งกล่าวไว้ว่าการออกแบบสร้างสรรค์เป็นการบอกเล่าเรื่องราวการออกแบบสร้างสรรค์สามารถมีได้หลายรูปแบบ อาจเป็นโฆษณา วิดีโอ หรือ การแข่งขัน หรือแอป หรือ เว็บไซต์ คอมพิวเตอร์ได้รับความสนใจจากผู้มาเยือน การออกแบบที่สร้างสรรค์ ได้รับความสนใจจากลูกค้าแสดงให้เห็นสิ่งต่าง ๆ ในรูปแบบใหม่ เอี่ยม นอกจากนี้ยังช่วยให้ลูกค้าเข้าใจถึงสิ่งที่ต้องการ สามารถค้นพบวิธีที่สามารถเลือกตัวเลือกที่ดีกว่าเพื่อตอบสนองความต้องการ นั้น มีเนื้อหาที่น่าสนใจ สร้างแรงจูงใจให้กับลูกค้า ส่วนประโยชน์ของการออกแบบสร้างสรรค์นั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่ทำให้ดีในสายตาลูกค้า ลักษณะการออกแบบที่ดีคือ ที่น่าจดจำ ชัดเจน น่าเชื่อถือ พิเศษและไม่เหมือนใครจะนำมาซึ่งการเพิ่มมูลค่าของสินค้า ช่วยให้สินค้าเป็นที่ต้องการของลูกค้าส่วนใหญ่มากขึ้นสามารถจำหน่ายได้เป็นจำนวนมากขึ้น รายได้ก็จะเพิ่มมากขึ้น

3.3 ผลการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ 3 ส่งเสริมการตลาดดิจิทัล (Digital Marketing)

ในยุคปัจจุบันจำเป็นมาก ในการที่ช่วยให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์กัญชงได้รับความรู้เกี่ยวกับการตลาดดิจิทัล จากการได้เข้าอบรม SMEs-OTOP FINVER และการเข้าสู่แพลตฟอร์ม FINVER หรือ Digital Marketing ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัลเป็นโครงการ ที่ช่วยแก้ปัญหาให้กับผู้ผลิตผลิตภัณฑ์กัญชงด้านการตลาดออนไลน์ สามารถเพิ่มยอดขายได้ แต่ทั้งนี้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตภัณฑ์กัญชงควรให้ความสำคัญมากที่สุด ศึกษา ทำความเข้าใจให้สามารถทำได้เองและยั่งยืน ปรับเปลี่ยนแนวคิด ไม่ยึดติดการตลาดแบบเดิม ผู้ประกอบการรุ่นใหม่ควรส่งต่อและให้รุ่นลูกหลานได้เข้ามามีส่วนร่วมและดำเนินการต่อในเรื่องของตลาดดิจิทัล ควรเปิดโอกาสให้คนรุ่นใหม่ เข้ามามีส่วนช่วย เรื่องมุมมองการผลิตและการตลาดของกลุ่มผู้ประกอบการ จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดการต่อยอดและขยายฐานลูกค้าได้เป็นอย่างดี ดังความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่บอกว่า เพื่อให้ประสบผลสำเร็จในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้มีรายได้เพิ่ม ต้องปรับเปลี่ยนแนวคิดของตนเองโดยเฉพาะในเรื่องของ การตลาดดิจิทัล ในยุคปัจจุบันซึ่งเป็นการผสมผสานสื่อเพื่อเข้าถึงผู้บริโภคแบบเฉพาะเจาะจงได้ดีกว่า และยังมีการเกิดขึ้นของสื่อใหม่ ๆ

ดังที่ สิทธิวิสุทธิ์ อนันท์นครกุล. (2565). กล่าวไว้ว่า ประเภทของเครื่องมือ Digital Marketing ตามจุดประสงค์ของการใช้งาน ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ Advertising & Promotion เครื่องมือสำหรับการทำโฆษณาหรือเพื่อการประชาสัมพันธ์ Social & Relationship เครื่องมือที่ช่วยให้แบรนด์ปฏิสัมพันธ์กับผู้คน ส่วนใหญ่มักเป็นช่องทางในการสื่อสาร เช่น เว็บไซต์ อีเมล โซเชียลมีเดีย เป็นต้น Content & Experience เครื่องมือในการสร้างคอนเทนต์ประสบการณ์ต่าง ๆ หรือสื่อ (Media) เช่น โปรแกรมทำเว็บไซต์และบล็อก โปรแกรมทำวิดีโอ โปรแกรมทำเกม CMS ฯลฯ เป็นต้น Commerce & Sales เครื่องมือที่ช่วยในการขายของ เช่น แพลตฟอร์ม E-Commerce หรือระบบจัดการงานขายบนเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน Data & Analytics เครื่องมือช่วยจัดการและวิเคราะห์ข้อมูล ถือเป็นเครื่องมือที่จำเป็นมาก ๆ ในการทำการตลาดดิจิทัล เนื่องจากการที่เราข้อมูล จะช่วยให้เราสามารถทำธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ รู้ว่าควรปรับปรุงหรือพัฒนาส่วนไหนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ตัวอย่างเครื่องมือวัดผลข้อมูล เช่น Facebook Insight, Google Analytics เป็นต้น Management เครื่องมือสำหรับการจัดการ ช่วยให้การงานเป็นระบบและคล่องตัวมากขึ้น รวมถึงลดการดำเนินงานซ้ำซ้อนที่ต้องใช้คนด้วย เช่น Project Management Tools เป็นต้น



รูปที่ 4 Digital Marketing (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

ดังนั้น การตลาดแบบดิจิทัลจึงเป็นเครื่องมือที่ทำให้เข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคเหล่านั้น และผู้ประกอบการทุกกลุ่มควรมุ่งการตลาดดิจิทัลเป็นหลัก โดยการทำตลาดผ่านช่องทางดิจิทัล เพื่อสร้างกิจกรรมทางการตลาดและการสื่อสารไปยังผู้บริโภคหรือการทำตลาดรูปแบบใหม่บน Platform ดิจิทัลต่างๆ เพื่อเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่โดดเด่นอยู่บนโลกดิจิทัลที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic) เป็นสื่อกลาง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้านสื่อ (Digital Marketing) ที่มีผลต่อสื่อการตลาดดิจิทัล ที่ส่งผลต่อเส้นทางการบริโภคสินค้าและบริการของประชากรในประเทศ ดังนี้ 1) ด้านการตลาดเชิงเนื้อหา (Content Marketing) ผู้ประกอบการควรผลิตสื่อคอนเทนต์แนวสร้างผลประโยชน์ How to ให้กับลูกค้าเป็นอันดับหนึ่ง ให้ลูกค้ารู้สึกถึงข้อดี หรือ ประโยชน์ที่จะได้รับจากคอนเทนต์นั้นๆ และรองลงมา คอนเทนต์เรียลไทม์ ที่ต้องมีความไว และถูกต้องเพื่อสนองความต้องการลูกค้าที่มีความต้องการด้านความเร็วต่อข้อมูล ทันต่อสถานการณ์ด้วย 2) ด้านสื่อสังคม (Social Media Marketing) ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับ Social Media อย่าง Facebook เหตุเพราะนอกจากผลการวิจัยแล้วปัจจุบันยังมีผู้ใช้ Facebook เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผู้ประกอบการอาจใช้เป็นตัวเลือกในการเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่ายได้มากอยู่ เพื่อความหลากหลายต่อการเข้าถึง และใช้เป็นพื้นที่เพื่อสร้างการรู้จัก การรับรู้ รวมไปถึงการซื้อสินค้าและบริการได้ ทั้งนี้ ปัจจัยที่เอื้อต่อความสำเร็จของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกัญชง จังหวัดเชียงใหม่ (กลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ดาวม่างงานผ้าใยกัญชง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรผลิตกัญชงใยกัญชงทรายทอง กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตกัญชงผ้า และโครเซตบ้านห้วยทราย) คือ

3.4 ความร่วมมือของภาคประชาสังคม (ภาครัฐ-ภาคเอกชน-ภาคประชาชน) สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานประชาสัมพันธ์เขต 3 เชียงใหม่

3.4.1 สถานีวิทยุโทรทัศน์แห่งประเทศไทยจังหวัดเชียงใหม่ (NBT-North) อำเภอแมริม องค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (Thailand Creative & Design Center : TCDC) จังหวัดเชียงใหม่ สมาพันธ์ เอสเอ็มอีไทยส่วนภูมิภาค สมาพันธ์เอสเอ็มอีไทยจังหวัดเชียงใหม่ และ Finver แพลตฟอร์มการตลาดออนไลน์ (โครงการ SMEs-Otopทำให้เกิดช่องทาง

3.4.2 การตลาด ทั้งการออกบูธ ในงานแสดงสินค้าต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกัญชง จังหวัดเชียงใหม่ เข้าร่วมงานมหกรรมกัญชา-กัญชง จัดโดย สำนักงานสาธารณสุข จังหวัดขอนแก่น เมื่อวันที่ 1-3 เมษายน พ.ศ.2565

3.4.3 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวม่าง งานผ้าใยกัญชง เข้าร่วมกิจกรรม “งานชิมชารสดี ชนมพันธ์” จัดโดย สำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ จังหวัดเชียงใหม่ และ องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งแยง เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ.2565 ได้เข้าร่วมกิจกรรมเชียงใหม่เมืองเศรษฐกิจสร้างสรรค์ วันที่ 19-21 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ณ ศูนย์การค้าเซ็นทรัลเวิลด์พลาซ่าเชียงใหม่ และ ได้เข้าร่วมโครงการหลวงต่อยอดภูมิปัญญา “งานศิลปหัตถกรรมพื้นที่สูง กัญชงของแม่ถวายพระพันปีหลวง” เมื่อวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ. 2565 จัดโดย มูลนิธิโครงการหลวง ณ อุทยานหลวงราชพฤกษ์ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ /ร้านม่อนทรายคำ เส้นใยกัญชงได้เข้าร่วมถักโครเซต จากเส้นฝ้าย เส้นใยกัญชงย้อมสีธรรมชาติ Craft Bangkok ไปเทคบางนา Hall 101 วันที่ 8-11 กันยายน 2565 ฯลฯ

3.5 ด้านการประชาสัมพันธ์

ข่าวสาร คลิปวิดีโอ ผ่านสื่อมวลชนออนไลน์ที่หลากหลาย ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักกว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนใยกัญชงอำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ สามารถเพิ่มยอดขายได้มากขึ้นจากเดิมอย่างน้อย 10-20 % เช่น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกัญชงดาวม่าง ให้ข้อมูลว่า จากเดิมรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ใยกัญชง 10,000-20,000 บาทต่อเดือน ต่อมาหลังจากได้รับการพัฒนาราว 2 เดือน มีรายได้เพิ่มขึ้นเป็น 30,000-40,000 บาท/เดือน นับเป็นการต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมใหม่ เพื่อให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนใยกัญชง สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนต่อไป สอดคล้องกับ พิพัฒน์ ยอดพฤติการ. (2564).นำเสนอไว้ว่า แนวคิดเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy) ซึ่งสหประชาชาติประกาศให้ปี ค.ศ. 2021 เป็นปีแห่งเศรษฐกิจสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (International Year of Creative Economy for Sustainable Development) เศรษฐกิจสร้างสรรค์เป็นที่ยอมรับในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา ในฐานะ “อนาคตของเศรษฐกิจโลก” จนเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย โดยมีที่มาจากหนังสือของ “จอห์น ฮาวกินส์ (John Hawkins)” ที่มีชื่อว่า “The Creative Economy : How People Make Money from Ideas” ซึ่งจัดพิมพ์ขึ้นในปี ค.ศ. 2001ว่าด้วยเศรษฐกิจที่มีแนวคิดเติมเต็มไปด้วย “จินตนาการ ภูมิปัญญา สังคม วัฒนธรรม และผู้คน” สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) กำหนดไว้ว่า อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 12 สาขาหลัก ได้แก่ งานฝีมือและหัตถกรรม, ศิลปะ การแสดง, ทัศนศิลป์, ดนตรี, ภาพยนตร์ และวีดิทัศน์, การพิมพ์, การกระจายเสียง, ซอฟต์แวร์, โฆษณา, การออกแบบ, สถาปัตยกรรมและแฟชั่น โดยมีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอีก 3 สาขา คือ อาหารไทย, การแพทย์แผนไทย และการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์



รูปที่ 5 ความร่วมมือของภาคประชาสังคม (วัตถุประสงค์ข้อที่ 3)

4.บทสรุป

สำหรับองค์ประกอบสำคัญของวิสาหกิจชุมชนที่ควรมี คือ

- ชุมชนเป็นเจ้าของและเป็นผู้ดำเนินการเอง แต่อย่างไรก็ตาม คนนอกชุมชนอาจจะเข้าร่วม ถือหุ้นเพื่อการมีส่วนร่วมได้ แต่จะต้องไม่ใช่หุ้นใหญ่ที่จะมีอำนาจในการตัดสินใจ
- ผลผลิตมาจากกระบวนการในชุมชน ทั้งนี้ อาจจะมีการนำวัตถุดิบมาจากภายนอกมาใช้ในกระบวนการผลิตได้ แต่จะเน้นการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้มากที่สุด
- ริเริ่มสร้างสรรค์เป็นนวัตกรรมของชุมชน
- มีการผสมผสานความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่นกับความรู้ ภูมิปัญญาสากล
- มีการดำเนินการแบบบูรณาการ โดยมีการดำเนินการในหลาย ๆ กิจกรรมที่ประสานและเกื้อกูลกัน และ เชื่อมโยงกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ
- มีกระบวนการเรียนรู้เป็นหัวใจของกระบวนการพัฒนาวิสาหกิจชุมชน

- มีเป้าหมายอยู่ที่การพึ่งตนเองก่อนเป็นอันดับแรก และสำคัญที่สุดของวิสาหกิจชุมชน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560).

สรุปได้ว่า การพัฒนาวิสาหกิจชุมชนกัญชง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานและบริหารจัดการ ที่มีส่วนสำคัญในการทำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ยกระดับขีดความสามารถของตนเองสู่การขับเคลื่อนเชิงพาณิชย์ให้เกิดความยั่งยืนและมั่นคง โดยเน้นการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการทำงานรูปแบบประชาสังคม (Civil Society) ที่ปรับเปลี่ยนการทำงานแบบแนวตั้งเป็นแนวนราบ นับเป็นหัวใจของการพัฒนาชุมชนเข้มแข็ง และขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากอย่างแท้จริง จึงตอบโจทย์ที่ตั้งที่ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ให้คำจำกัดความของ เศรษฐกิจสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่ใช้พื้นฐานของสินทรัพย์ทางวัฒนธรรม (Cultural asset-based) ร่วมกับ ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) นวัตกรรม (Innovation) หรือ เทคโนโลยีในการผลิตสินค้าและบริการที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงพาณิชย์ (Commercialization) หรือ คุณค่าเพิ่มทางสังคม นั่นเอง

ข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยครั้งต่อไปควรมุ่งหรือให้ความสำคัญกับ คำว่า BCG กับ SDGs เพื่อความคุ้มค่าทางทรัพยากร สร้างรายได้ให้กับชุมชน ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี และคณะ. (2564). การส่งเสริมและพัฒนากลุ่มวิสาหกิจชุมชนสำหรับผ้าทอใยกล้วยของวิสาหกิจชุมชน ตำบลศรีราษฎร์ อำเภอบางบาล จังหวัดตาก. วารสารการบริหารนิเทศศาสตร์และนวัตกรรมท้องถิ่น ปีที่ 7 ฉบับที่ 5 (พฤษภาคม 2564)
- ชลลดา พงศ์พัฒน์โยธิน. (2560). สารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น. กรุงเทพมหานคร: สหธรรมิก.
- นรินทร์ สังข์รักษา. (2561). เรื่องเล่า: วิถีวิทยาแนวใหม่ในการแสวงหาความรู้เพื่อการวิจัยทางสังคม. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2561)
- พิพัฒน์ ยอดพฤติการณ์ (2564). เศรษฐกิจสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. ค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2566.
<https://www.prachachat.net/csr-hr/news-604476>
- สิทธิวิสุทธ์ อนันต์นครกุล. (2565). DIGITAL MARKETING คืออะไร? ไม่ใช่แค่การตลาดก็เรียนรู้ได้ ! ค้นเมื่อ 25 พฤษภาคม 2566.
<https://www.primal.co.th/th/marketing/what-is-digital-marketing/>
- สถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรมไทย(องค์การมหาชน). (2564). ค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2566
<https://www.sacit.or.th/th/detail/2021-11-26-09>
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564). กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อิมธิรา อ่อนคำ. และ Gao Jingjing (2564). วิถีชีวิตของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง : กรณีศึกษาบ้านแม่สาใหม่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่. ศิลปศาสตร์ปริทัศน์ 16 (1) (มกราคม – มิถุนายน 2564)

Research Articles

Impact of incorporating golden shower supplements into the laying hen diet on egg productive performance

Khakhanang Ratananikom¹ Tanitpan Pongjongmit² Kantapon Premprayoon³ Jittawan Kubola^{4*}

¹ Department of Public Health, Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University, Kalasin 46230

² Department of Animal Production, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University, Kalasin 46000

³ Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, Khon Kaen 40000

⁴ Department of Food Innovation and Processing, Faculty of Agricultural Technology, Buriram Rajabhat University, Buriram 31000

* Corresponding author; E-mail address: jittawan.kb@bru.ac.th; Telephone: 0-4461-7426

Received 12/December/2023; Revised 24/December/2023; Accepted 26/ December/2023

Abstract

The aim of this research was to examine the impact of supplementing the diet with golden shower on egg productive performance. Sixty Hybrid breed laying hens, aged 40 weeks, were allocated to 4 treatments, each comprising 3 replicates of 5 laying hens. Each group was assigned a randomly selected experimental diet supplemented with golden shower at levels of 0, 5, 10, and 15 g/kg, respectively, for a duration of 8 weeks. Egg-productive performance, encompassing factors such as body weight, feed intake, feed conversion ratio, and hen-day production were monitored throughout the experimental period. Results showed that all productive parameters were not significantly different ($P>0.05$). However, introducing golden shower into laying hen diets did not adversely affect the health and survival rate of the hens.

Keywords; golden shower, egg, egg productive performance

1. Introduction

Eggs are widely acknowledged for their considerable nutritional value, serving as a low-calorie yet nutrient-dense food choice, rich in selenium and vitamin D (Réhault-Godbert et al., 2019; Zhang et al., 2000). They provide an excellent source of high-quality protein, essential fatty acids, phospholipids, sphingomyelin, lutein, zeaxanthin, various bioactive components, antioxidants, and choline (Zdrojewicz et al., 2016; Sanlier et al., 2021). Additionally, eggs are cost-effective and versatile, suitable for preparation in a variety of foods, desserts, and beverages (Fredriksson et al., 2006). Due to these attributes, consumers show a preference for egg consumption, leading to a rapid expansion in egg production. Consequently, commercial egg production continually evolves to enhance production efficiency and quality to meet consumer preferences for freshness, cleanliness, size, and nutritional

content. Various factors influence efficient commercial egg production, with laying hen diet representing a significant factor impacting productivity in chicken egg production. Presently, the egg production sector plays a crucial role in formulating diets for laying hens. Many feed formulas include synthetic additives to stimulate growth, increase food intake, and improve productivity. Nevertheless, the incorporation of these synthetic components may have repercussions on the health of laying hens and could result in the presence of harmful residues for consumers. Hence, opting for supplements in laying hen diet derived from natural sources can be a viable alternative, avoiding potential adverse effects (El-Sabrou et al., 2022; Ratananikom et al., 2019).

Cassia fistula L., a member of the Fabaceae family, is commonly found in tropical regions, and in Thailand, it is known as the golden shower. This medium-sized perennial tree typically blossoms from February to May, displaying hanging clusters of numerous yellow-petaled flowers. Besides its ornamental significance, it is cultivated for its nutritional and biological attributes. According to the study from Ratananikom et al. (2021), the golden shower boasts a high carotenoid content, with β -carotene as a prominent carotenoid pigment. The study also highlighted its robust antioxidant properties against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radicals, indicating potential inhibition of oxidative mechanisms (Ratananikom et al., 2021). In Thailand, during the Songkran festival, substantial amounts of blossoming golden shower are intentionally employed in ceremonies and subsequently disposed of as waste. The repurposing of this waste as a source of feed additives for laying hen diets aims to enhance egg productivity while aligning with sustainable living practices is challenging. Consequently, this study seeks to evaluate how supplementing laying hen diets with golden shower impacts egg productivity.

2. Material and Methods

2.1 Sample collection

Petals of the golden shower were gathered at Kalasin University in the Mueang District of Kalasin Province, Thailand. Subsequently, they underwent drying in a hot air oven at 60°C for a duration of 24 hours before being finely ground into powder. The resulting dried golden shower powder was then securely stored in an airtight bag for subsequent analysis (Ratananikom et al., 2023).

2.2 Animal study

Approval for all animal-related experiments was obtained from the Institutional Laboratory Animal Care and Use Committee of Kalasin University (Ethics Approval Number: KSU-AE-004/2566). Sixty Hybrid breed laying hens, 40 weeks old, were allocated into 4 treatments, with each treatment consisting of 3 replicates, each containing 5

laying hens. Each group was assigned a random experimental diet supplemented with golden shower for an 8-week duration.

Treatment 1: Control diet

Treatment 2: Control diet with golden shower supplementation at 5 g/kg

Treatment 3: Control diet with golden shower supplementation at 10 g/kg

Treatment 4: Control diet with golden shower supplementation at 15 g/kg

In the process of dietary formulation, the control group adhered to a maize-soybean diet outlined in Table 1, following the guidelines presented by Skřivan et al. (2015).

Table 1 Ingredient composition of the basal diet¹

Ingredients	Amount (g/100 g diet)
Fish meal	10
Corn	35
Soybean meal	15
Broken rice	15
Rice bran	15
Limestone	2
Shells	7
Premix ²	0.5
Salt	0.5

¹ The ingredient composition of the basal diet was obtained and presented in the study from Ratananikom et al. (2023).

² Concentrate mixture including (per kg of diet): vitamin A 32000 IU; vitamin D3 6400 mg; vitamin E 8 mg; vitamin K3 3 mg; vitamin B1 4 mg; vitamin B2 8 mg; vitamin B6 4 mg; vitamin B12 0.02 mg; nicotinamide 16 mg; pantothenic acid 4 mg; choline 400 mg; folic acid 0.4 mg; manganese 68.8 mg; iron 140 mg; cobalt 0.4 mg; copper 4 mg; zinc 40 mg; methionine 80 mg

Table 2 displays the proximate analysis of both the control diet and the experimental diets utilized in this study. The findings indicate that incorporating golden shower supplements into the experimental diets at levels of 5, 10, and 15 g/kg did not result in differences in the percentages of dry matter, ash, crude fiber, crude lipid, crude protein, and nitrogen-free extract ($P>0.05$).

All laying hen treatments were housed in cages in open-housing system and were fed twice a day at 110 g And fully provided clean water as well as 16-hours constant light were maintained, according to method described by Lokaewmanee et al. (2009) [11]. Various productive performance parameters, including body weight, feed intake, feed conversion ratio (FCR), hen-day production, and livability, were monitored throughout the experimental period.

2.3 Statistical analysis

The experimental design was completely randomized design (CRD). Data with a normal distribution were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA), followed by least significant difference (LSD) with a significance level of $\alpha = 0.05$

Table 2 Nutrition values of experimental diet¹

Nutrition values (%)	Level of golden shower supplementation in diets (g/kg)			
	0	5	10	15
Dry matter	90.27±0.60	90.13±0.72	90.36±0.32	90.17±0.66
Ash	9.72±0.04	9.08±0.08	9.59±0.61	9.84±0.53
Crude fiber	3.11±0.11	4.38±0.09	4.41±0.25	3.62±0.36
Crude fat	2.04±0.20	2.54±0.06	2.35±0.02	2.45±0.07
Crude protein	17.15±0.58	17.18±0.01	17.18±0.01	17.17±0.01
Nitrogen free extract ²	58.24±0.20	56.94±0.09	57.83±0.08	57.09±0.02

¹ The nutrition values of experimental diet was obtained and presented in the study from Ratananikom et al. (2023).

² Nitrogen free extract (%) = 100 – (% Moisture + % ash + % crude fiber + % crude fat + % protein)

3. Results and Discussion

3.1 Effect of golden shower supplementation on productive performances

Table 3 illustrates the impact of golden shower supplementation on productive outcomes. It distinctly indicates that feed intake, hen-day production, FCR, and egg mass did not exhibit significant differences among the treatments ($P>0.05$). Furthermore, the inclusion of golden shower in laying hen diets did not yield any adverse effects, as 100% livability was observed across all treatments.

Table 3 Effect of golden shower supplementation on productive performances

Productive performances	Level of golden shower supplementation in diets (g/kg)			
	0	5	10	15
Feed intake (g/chicken/day)	90.91±0.50	90.97±0.81	90.88±0.34	90.89±0.27
Hen-day production (%)	90.85±0.21	90.39±0.34	90.52±0.18	90.12±0.35
FCR (g/kg of egg)	1.89±0.02	1.76±0.07	1.91±0.05	1.81±0.04
Egg mass (g)	52.68±0.30	53.19±0.42	52.89±0.32	52.91±0.27
Livability (%)	100	100	100	100

Proximate compositions of control diet and the experimental diets with golden shower supplementation at 5, 10 and 15 g/kg were not different. These diet formulas shared common conventional structure as approximately 17.5 % crude protein, which commonly used by feed producers and enough for growth (Skřivan et al., 2015; Lokaewmanee et al., 2009). In addition, other nutritive values such as crude fiber, crude fat, ash, nitrogen free extract, and dry matter were not significantly different among the experimental groups. As a result, there was no difference ($P>0.05$) in feed intake, hen-day production, FCR, egg mass, and livability. In other word, golden shower supplementation had no influence on egg production and did not interfere the mortality rate among the experimental groups ($P<0.05$). This outcome aligns with numerous prior studies indicating that pigment supplementation is not linked to alterations in the productive performance of laying hens, as demonstrated by Lokaewmanee et al. (2011). Their study found that adding marigold extract in laying hen diet at 10, 20, 30 and 40 mg/kg had no significant effects on feed consumption, body weight, hen-day production, and egg mass. Skřivan et al. (2015) also found that using marigold flower extract in laying hen diets at 150, 250, and 350 mg/kg did not influence on feed intake and FCR. Similar conclusion was also found by Lu et al. (2013), indicating that combining marigold petals into laying hen diet at 40 g/kg did not change any egg-productive performance.

Nonetheless, the study from Ratananikom et al. (2023) showed that introducing golden shower into laying hen diets, particularly through supplementation at 15 g/kg of feed, could significantly intensify the color of the yolk. The redness score (a^*) of the yolk in the experimental group fed with golden shower at 15 g/kg was notably higher than that of the control group (10.05 ± 0.44 compared to 6.79 ± 0.94 , respectively) ($P<0.01$), leading to an increased accumulation of carotenoids in the yolk (31.86 ± 2.19 $\mu\text{g/g}$ of yolk dry weight). Furthermore, the enhancement in yolk color intensity due to golden shower supplementation positively influences consumer acceptance scores for yolk color, particularly at the 15 g/kg supplementation level. Hence, golden shower petals can serve as a valuable natural colorant for laying hen diet (Ratananikom et al., 2023).

4. Conclusion

In conclusion, the inclusion of golden shower petals in laying hen diets does not influence alterations in egg productive performance, encompassing factors such as body weight, feed intake, feed conversion ratio, and hen-day production. Moreover, introducing golden shower into laying hen diets does not adversely affect the health and survival rate of the hens.

Acknowledgement

This research was funded by Thailand Science Research and Innovation, grant number BRF 011/2564, Kalasin University.

References

- El-Sabrou, K., S. Aggag, and B. Mishra, Advanced Practical Strategies to Enhance Table Egg Production. Scientifica (Cairo), 2022. 2022: p. 1393392.
- Fredriksson, S., K. Elwinger, and J. Pickova, Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. Food Chemistry, 2006. 99(3): p. 530-537.
- Lokaewmanee, K., et al., Effects of dietary mulberry leaves (*Morus alba* L.) on egg yolk color. The journal of poultry science, 2009. 46(2): p. 112-115.
- Lokaewmanee, K., et al., Enhancement of yolk color in raw and boiled egg yolk with lutein from marigold flower meal and marigold flower extract. The Journal of Poultry Science, 2011. 48(1): p. 25-32.
- Lu, J., et al., Effects of marigold extract on laying performance, egg quality and yolk cholesterol content in Suqin green-shelled laying hens. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2013. 25(9): p. 2067-2073.
- Ratananikom, K., N. Nasinporm, and T. Pongjongmit, Yolk color enhancement by *Spirulina platensis* supplementation in laying hen diet. Khon Kaen Agricultural Journal, 2019. 47(6): p. 1195-1202.
- Ratananikom, K., N. Nasinporm, and T. Pongjongmit, Carotenoid Assessments and Antioxidant Activities from Flower Petals. Hayati Journal of Biosciences, 2021.
- Ratananikom, K., et al., Influence of golden shower (*Cassia fistula* L.) petals supplementation in laying hen diet to enhance egg-yolk color and customer acceptance. 2023. 9(3): p. 73-83.
- Réhault-Godbert, S., N. Guyot, and Y. Nys, The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. Nutrients, 2019. 11(3).
- Sanlier, N. and D.J.J.o.F.S. Üstün, Egg consumption and health effects: A narrative review. Journal of Food Science, 2021. 86(10): p. 4250-4261.

References (Continous)

Skřivan, M., et al., Increase in lutein and zeaxanthin content in the eggs of hens fed marigold flower extract. Czech Journal of Animal Science, 2015. 60(3): p. 89-96.

Zdrojewicz, Z., M. Herman, and E. Starostecka, *Hen's egg as a source of valuable biologically active substances*. Postepy Hig Med Dosw (Online), 2016. 70(0): p. 751-9.

Zhang, X., et al., *Egg consumption and health outcomes: a global evidence mapping based on an overview of systematic reviews*. Ann Transl Med, 2020. 8(21): p. 1343.