

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินศักยภาพการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งในการบริการ
ของระบบนิเวศเกษตรของประเทศไทยทีมา โยธากิติ^{1*}, เอกพันธ์ ไกรจักร², กราญจนา ถาวรินชุม³, ชามา อินซอน⁴ และ ณัฐธินา กงภูธร⁵

รับต้นฉบับ: 25 พฤษภาคม 2567

ฉบับแก้ไข: 18 มิถุนายน 2567

รับลงพิมพ์: 22 มิถุนายน 2567

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: ผู้ผสมเกสรช่วยรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืช ด้วยการทำหน้าที่การบริการในระบบนิเวศ วัตถุประสงค์เพื่อการประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของผู้ผสมเกสรในการควบคุมกลไกทางธรรมชาติและการเป็นแหล่งผลิต

วิธีการ: พื้นที่ศึกษา 6 ภาคของประเทศไทย จำนวน 16 จังหวัด เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 29 ราย โดยใช้แบบสัมภาษณ์ เครื่องมือวิเคราะห์เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดมูลค่ารวมทางเศรษฐกิจของสิ่งแวดล้อม

ผลการศึกษา: ศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ พบผึ้งมีศักยภาพการทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรมีมูลค่ามากที่สุดในสวนลำไย 68 กิโลกรัม/ไร่ และชันโรงมีพบในสวนลิ้นจี่ผสมผสาน 359.34 กิโลกรัม/ไร่ ด้านการเป็นแหล่งผลิตพบผึ้งมีศักยภาพในรายได้จากการจำหน่ายผลผลิตมากที่สุด คือ ลำไย 13,080 บาท/ไร่ และชันโรงพบในสวนลิ้นจี่ผสมผสาน 15,734.43 บาท/ไร่/ปี ด้านมูลค่าทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของผึ้ง พบกำไรมากที่สุดคือ ผึ้งหลวง 1,183.93 บาท/รัง/ปี รองลงมาคือ ผึ้งพันธุ์ 742.16 บาท/รัง/ปี ชันโรง 517.83 บาท/รัง/ปี และผึ้งโพรง 337.96 บาท/รัง/ปี

สรุป: มูลค่าที่ประเมินออกมาเป็นเป็นตัวเงิน ช่วยแสดงให้เห็นถึงคุณค่าและศักยภาพของผู้ผสมเกสร กลุ่มผึ้งที่ทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรของดอกไม้ของพืช ด้วยการทำหน้าที่ควบคุมกลไกทางธรรมชาติในระบบนิเวศ ดังนั้น การตระหนักในการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรเหล่านี้ ต้องมีการรักษาระบบนิเวศในแปลงให้ปลอดภัย สารเคมี ช่วยให้ผู้ผสมเกสรทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรและขยายพันธุ์พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: มูลค่าที่เป็นตัวเงิน, ด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ, ธุรกิจการเกษตร

¹ สาขาการตลาดดิจิทัล มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

³ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

⁴ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

⁵ สำนักพัฒนาและจัดการองค์ความรู้ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)

* ผู้รับผิดชอบบทความ: Email: teekasom@gmail.com

<https://doi.org/10.34044/j.tferj.2024.8.1.08>

ORIGINAL ARTICLE

Potential Assessment of Apis Bees Pollinators for Agricultural Ecosystem Services of Thailand

Teeka Yotapakdee^{1*}, Ekaphan Kraichak², Krajana Thainchom³, Chama Inson⁴, and Natthiya Kongphuthorn⁵

Received: 25 May 2024

Revised: 18 June 2024

Accepted: 22 June 2024

ABSTRACT

Background and Objectives: Pollinators can do to conserve biodiversity with the pollination services in ecosystems services. The objective evaluated in ecosystem services of pollinators in regulation services and provisioning services.

Methodology: Study area was included 6 parts of Thailand which concluded in 16 provinces as collected data using purposive sampling 29 samples by questionnaire. Methodology was applied the concept of total economic value of environments.

Main Results: Potential of bee pollinators in part of regulation services was maximizing yielded of bee in longan farm 68 kg./rai and stingless bee in lychee mixed farm 359.34 kg./rai. Provisioning services were maximizing income of bee in longan farm 13,080 ThB/rai and stingless bee in lychee mixed farm 15,734.43 ThB/rai/year. On the other hand, economic value from bee production was maximizing profit in royal bee 1,183.93 ThB/bee hive/year, honey bee 742.16 ThB/bee hive/year, stingless bee 517.83 ThB/bee hive/year and Indian honey bee 337.96 ThB/bee hive/year, respectively.

Conclusion: The monetary value showed worth and potential of bee pollinators which in part of the pollination services in regulation services and provisioning services. Therefore, awareness of pollinators will protect farm ecosystem that no chemicals pesticides for the pollination efficiency of pollinators.

Keywords: Monetary value, regulation services, agribusiness

¹ Department of Digital Marketing, Maejo University, Phrae Campus, Phrae 54140, Thailand

² Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

³ Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkla 90110, Thailand

⁴ Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

⁵ Office of Knowledge Management and Development, Biodiversity-Based Economy Development Office (Public Organization)

* Corresponding Author: Email: teekasom@gmail.com

<https://doi.org/10.34044/j.tferj.2024.8.1.08>

คำนำ (Introduction)

การผสมเกสรของพืชมีอยู่หลายวิธี เช่น ลม แรงแโน้มถ่วงของโลก และผู้ผสมเกสร ซึ่งผู้ผสมเกสร ประกอบด้วย 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผึ้ง (ชันโรง ผึ้งป่า ผึ้งกตโบ ผึ้งหลวง แมลงภู่) 2) กลุ่มต่อ แตน และมด 3) กลุ่มผีเสื้อ 4) กลุ่มแมลงวันดอกไม้ (แมลงวันผึ้ง แมลงวันหัวเขียว แมลงวันบ้าน) 5) กลุ่มด้วง (แมลงนูน ด้วงผลไม้ ด้วงถั่ว ด้วงงวง) 6) กลุ่มสัตว์เลื้อยคลานด้วยนม (ค้างคาว) โดยการผสมเกสรของแมลงมีความสำคัญต่อการขยายพันธุ์พืชทั้งในพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ป่าไม้ (Thongprom, 2018) รวมทั้งยังสามารถบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของป่าได้ ในกรณีผึ้งหลวงที่พบในอ.ศรีสวัสดิ์ จ.กาญจนบุรี (Junkaew *et al.*, 2017) พบผึ้งหลวงเลือกสร้างรังบนต้นไม้ที่มีขนาดสูงใหญ่ตั้งแต่ 30 เมตรขึ้นไป และอยู่ในป่าลึกที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำในบริเวณใกล้เคียง การทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรในสวนป่า Taman Hutan Raya Ir. H. Djuanda อินโดนีเซียนั้น พบว่า ผึ้งทำหน้าที่ในการช่วยผสมเกสรในพื้นที่ป่าได้ดีกว่าพื้นที่การเกษตร สามารถช่วยขยายพันธุ์พืชที่หายาก พืชท้องถิ่นให้ยังคงอยู่ เป็นการช่วยอนุรักษ์พืชอีกทางหนึ่ง (Nuriyah *et al.*, 2021) นอกจากนี้ ระบบนิเวศมีความสำคัญต่อการขยายพันธุ์พืชอีกด้วย โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดในการพึ่งพาอาศัยกันและกัน ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน เช่น ผึ้งและดอกไม้ โดยผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งช่วยผสมเกสรและแพร่ขยายพันธุ์ได้ถึงร้อยละ 87 (Christmann, 2019) ในประเทศไทยพบมีการใช้ผึ้งช่วยผสมเกสรเพื่อเพิ่มผลผลิต ส่วนใหญ่เป็นการใช้ผึ้งพันธุ์ European honeybee ช่วยผสมเกสรพืชเศรษฐกิจ

ของประเทศไทยพบผลผลิตเพิ่มขึ้น ได้แก่ ลำไยร้อยละ 78.78 เงาะโรงเรียนร้อยละ 75.09 ลิ้นจี่ร้อยละ 42.5 พืชตระกูลแตงร้อยละ 39 และเงาะร้อยละ 26.70 (Department of Agricultural Extension, 2022) สิ่งที่เกี่ยวข้องที่เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งต้องพิจารณาให้มีความสำคัญ คือ ระบบนิเวศ และแหล่งพืชอาหาร รวมทั้งการดูแลเกี่ยวกับควบคุมศัตรูผึ้ง (Treetrapietch *et al.*, 2021) โดยความหลากหลายของแหล่งพืชอาหารของผึ้งใน อ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี (Maksong, 2016) พบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม มีพืชอาหารของผึ้งมากที่สุด อย่างไรก็ตามในเขตพื้นที่สีเขียวในเมืองเขตกรุงเทพฯ (Stewart *et al.*, 2018) พบปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมและที่อยู่ของผู้ผสมเกสร คือ ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งพืชอาหาร พื้นที่สีเขียวในเมืองขนาดเล็ก เช่น พื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่วัด พื้นที่โรงเรียน เป็นต้น ควรมีการปลูกพืชอาหารเพื่อช่วยให้ผู้ผสมเกสรสามารถอาศัยอยู่ได้

การผสมเกสรของผึ้งที่ช่วยรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชดอกต่าง ๆ ทำให้เกิดระบบนิเวศที่สมบูรณ์ ด้วยการทำหน้าที่ควบคุมกลไกทางธรรมชาติในระบบนิเวศ หรือแม้กระทั่งการตระหนักถึงความเสี่ยงในการลดลงของผู้ผสมเกสรที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศด้วยเช่นเดียวกัน (IPBES, 2016) จะเห็นว่าการพึ่งพาอาศัยกันของสิ่งมีชีวิตก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการบริการระบบนิเวศ ทำให้การประเมินทางเศรษฐศาสตร์ด้านการบริการระบบนิเวศในด้านคุณค่าจะถูกประเมินในรูปของมูลค่าที่เป็นตัวเงิน (Monetary value) เพื่อตระหนักถึงส่วนที่ขาดหายไปของราคาที่ต้องจ่าย (Missing prices) ของทรัพยากรธรรมชาติที่มีการใช้งาน และก่อให้เกิด

คุณค่ากับประโยชน์ที่เกิดขึ้น (Coastal Quest and Gordon Betty Moore Foundation, 2012) โดยมีแนวคิดการประเมินการบริการของระบบนิเวศด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ (Regulating services) และด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning services) ของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งเป็นการประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดการพิจารณาในด้านความสมดุลทางเศรษฐกิจการเงิน สังคม บริบทพื้นที่ ความจำเป็นขั้นพื้นฐานของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดประโยชน์โดยรวม (Porto *et al.*, 2020) ซึ่งการวัดมูลค่านี้สามารถแสดงศักยภาพทั้งทางเศรษฐกิจและระบบนิเวศสำหรับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่สามารถใช้ในการตัดสินใจด้านการทำธุรกิจเกษตรแบบปลอดภัยและ การเลี้ยงผึ้งร่วมกัน (Hanley *et al.*, 2015) ดังนั้น งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการประเมินการบริการของระบบนิเวศของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้ง ในด้านการบริการการควบคุมกลไกทางธรรมชาติและด้านการเป็นแหล่งผลิต เพื่อแสดงให้เห็นคุณค่าของการบริการระบบนิเวศในรูปแบบของมูลค่าที่เป็นตัวเงิน และศักยภาพของผู้ผสมเกสรที่ทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรของพืชแต่ละชนิด

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

1. พื้นที่ศึกษา (Study area)

แบ่งเป็น 6 ภาค จำนวน 16 จังหวัด กลุ่มตัวอย่าง 29 ราย (Table 1) ได้แก่

ภาคเหนือ 6 ราย: เชียงใหม่ (2) ลำพูน (1) แพร่ (2) อุตรดิตถ์ (1)
ภาคกลาง 4 ราย: สมุทรสงคราม (2) สระบุรี (1) ราชบุรี (1)
ภาคตะวันตก 2 ราย: ตาก (2)

ภาคตะวันออก 4 ราย: ระยอง (1) จันทบุรี (2) ตราด (1)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 5 ราย: นครราชสีมา (5)
ภาคใต้ 8 ราย: ชุมพร (3) สงขลา (2) พัทลุง (1) นครศรีธรรมราช (1) ตรัง (1)

2. การเก็บข้อมูล (Data collectin)

ข้อมูลปฐมภูมิ ใช้แบบสัมภาษณ์ 2 ชุด ได้แก่ 1) กลุ่มเกษตรกรที่ทำการเกษตรโดยมีผู้ผสมเกสรในแปลง และ 2) กลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสร เกี่ยวกับอัตราการติดผล (fruit set) ของไม้ผล ปริมาณผลผลิตของไม้ผล ต้นทุนผลตอบแทน ของการผลิตไม้ผลและการเลี้ยงผึ้งชันโรง

ข้อมูลทุติยภูมิ เกี่ยวกับการเลี้ยงผู้ผสมเกสรร่วมกับการทำฟาร์มเกษตร การทำธุรกิจการเลี้ยงผึ้ง และข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงผึ้ง ชันโรงจากกรมส่งเสริมการเกษตร

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงผู้ผสมเกสร ได้แก่ ผึ้ง ชันโรง จากนั้นทำการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษารวม 29 ตัวอย่าง จาก 16 จังหวัด (Table 1) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยพิจารณาจากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือเจ้าของฟาร์มที่เลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

- คุณสมบัติของกลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงผู้ผสมเกสร ได้แก่ 1) เกษตรกรเป็นประธานหรือสมาชิกของแปลงใหญ่/รัฐวิสาหกิจ/ชมรมฯ/กลุ่มวิสาหกิจ/กลุ่มอนุรักษ์ และ 2) เกษตรกรที่เลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสรมีประสบการณ์ในการเลี้ยง

อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป หรือ 3) เกษตรกรที่เลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสรในรูปแบบฟาร์มขนาดกลาง เช่น การลงทุนเลี้ยงผึ้งขนาดกลาง 100-500 รัง หรือ 4) เกษตรกรที่เลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสรมีการทำธุรกิจในการจำหน่ายผลผลิต เป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ

- คุณสมบัติของกลุ่มเกษตรกรที่ทำการเกษตรและมีพื้นที่ปลูกไม้ผล ได้แก่

- 1) เกษตรกรอยู่ในกลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่ หรือทำการปลูกพืชร่วมกับการเลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสร และ
- 2) เกษตรกรมีประสบการณ์ในการปลูกพืช หรือการเลี้ยงผู้ช่วยผสมเกสร อย่างน้อย 3 ปีขึ้นไป

ซึ่งเกษตรกรแต่ละรายจะมีผู้ผสมเกสรในแปลง เช่น ผึ้งโพรง หรือชันโรง อยู่แล้ว หรือบางส่วนมีการเช่า รังผึ้งโพรง หรือชันโรงมาเพื่อผสมเกสรในแปลงร่วมด้วย นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลมีความประสงค์ที่จะให้ข้อมูลในงานชิ้นนี้ด้วย ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างที่ได้ในแต่ละภาค จึงมีลักษณะการเก็บไม่เท่ากัน

กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรที่เลี้ยงผู้ผสมเกสร จำนวน 29 ราย กลุ่มเกษตรกรที่ทำการเกษตรและมีพื้นที่ปลูกไม้ผล จำนวน 12 ราย

Table 1 Samples' community enterprise and private farm of pollinators

Community enterprise	Member (person)	Samples (person)	Fruit farm	Pollinator farm
Doilang stingless bee bank, Chiangmai	7	1	-	✓ (Stingless bee)
Banchangpian community enterprise, Chiangmai province	20	1	-	✓ (Stingless bee)
Native honeybee community enterprise, Uttaradit province	82	1	-	✓ (Indian honeybee)
Honeybee community enterprise, Lamphun province	7	1	✓ (Longan)	✓ (European honeybee)
Honeybee community enterprise, Phrae	36	1	-	✓ (European honeybee)
Organic farm, Phrae province	50	1	✓ (Orange mixed)	✓ (Indian honeybee)
Total Northern	202	6		
Native honeybee and pollinators center, Ratchaburi province	200	1	-	✓ (Indian honeybee)
Stingless bee farm, Samut Songkhram	2	2	✓ (Lychee mixed)	✓ (Stingless bee)
Private farm name koonton bee farm, Saraburi province	1	1	-	✓ (European honeybee)
Total Center	203	4		
Avocado farm, Tak province	101	2	✓ (Avocado & avocado mixed)	✓ (Indian honeybee)
Total Western	101	2		

Table 1 (continue)

Community enterprise	Member (person)	Samples (person)	Fruit farm	Pollinator farm
Banthapma community enterprise of stingless bee, Rayong province	48	1	-	✓ (Stingless bee)
Banbangsakao community enterprise of stingless bee, Chanthaburi province	20	1	-	✓ (Stingless bee)
Farmer group of stingless bee, Trad	42	1	✓ (Rambutan)	✓ (Stingless bee)
Baantungtarad large scale farming of stingless bee, Chanthaburi province	20	1	-	✓ (Stingless bee)
Total Eastern	130	4		
Farmer group of stingless bee, Nakhon Ratchasima province	3	1	✓ (Avocado mixed)	✓ (Stingless bee)
Pakchong khoayai avocado club, Nakhon Ratchasima province	66	4	✓ (Avocado)	✓ (Stingless bee)
Total Northeastern	69	5		
Lamae farmer group of stingless bee, Chumphon province	4	1	-	✓ (Stingless bee)
Sirichan farm of bee and stingless bee, Trang province	19	1	-	✓ (Stingless bee)
Native honeybee community enterprise, Songkhla province	37	1	-	✓ (Indian honeybee)
Native honeybee community enterprise, Chumphon province	50	1	-	✓ (Indian honeybee)
Native honeybee community enterprise, Nakhon Si Thammarat	40	1	-	✓ (Indian honeybee)
Private farm name rungtip farm of bee, Chumphon province	1	1	-	✓ (European honeybee)
Khunsai native giant bee community enterprise, Songkhla province	60	1	-	✓ (Giant honeybee)
Native honeybee community enterprise, Phatthalung province	50	1	-	✓ (Indian honeybee)
Total Southern	261	8		
Overall total	966	29		

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

1) การประเมินการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ ของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้ง ใช้การประยุกต์จากแนวคิดเกี่ยวกับการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรภายใต้สภาพการปลูกในแปลงกลางแจ้งของ (Chuttong & Kumpoun, 2010; Chuttong, 2016) ด้านสัดส่วนการประเมินศักยภาพของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้ง เป็นการนำข้อมูลจากงาน Carreck & Williams (1998), FAO (2008), Hein (2009) และจากการเก็บข้อมูลในพื้นที่มาประกอบกัน โดยพบว่า ด้านการจัดการฟาร์มที่ช่วยให้มีการผสมเกสรคิดเป็นร้อยละ 70 ด้านผู้ผสมเกสรที่ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยในการผสมเกสรคิดเป็นร้อยละ 20 ด้านลมที่มีส่วนช่วยในการพัดละอองเกสรคิดเป็นร้อยละ 10 ดังนั้น ด้านการประเมินศักยภาพของผู้ผสมเกสรจะคิดที่สัดส่วนร้อยละ 20 ของการทำหน้าที่ด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ

การทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรแต่ละชนิด
โดยการสอบถามจากเกษตรกรกรกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งการอ้างอิงการทำงานของผู้ผสมเกสรจากงานของ (Chuttong & Kumpoun, 2010; Chuttong, 2016) และคิดออกมาเป็นค่าร้อยละของผู้ผสมเกสรแต่ละชนิด ซึ่งพบว่า ผึ้ง ทำหน้าที่ในการผสมเกสรได้ร้อยละ 20 จากการเก็บข้อมูลเนื่องจากผึ้งมีอัตราส่วนเก็บเกสรดอกไม้และน้ำหวาน 50 : 50 และมีความมั่นคงในการตอมดอกไม้อย่างสม่ำเสมอมีนิสัยไม่ชอบเลือก ด้านชันโรงทำหน้าที่ในการผสมเกสรได้ร้อยละ 80 จากการเก็บข้อมูล เนื่องจากชันโรงมีพฤติกรรมเก็บเกสรดอกไม้และน้ำหวาน 80 : 20 ดังนั้น ด้านการประเมินศักยภาพของผู้ผสมเกสรจะคิดที่สัดส่วนผึ้งทำหน้าที่ร้อยละ 20 ชันโรงทำหน้าที่

ร้อยละ 80 ของการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรในด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติของระบบนิเวศ

ด้านศักยภาพของผู้ผสมเกสร เป็นการประยุกต์แนวคิดด้านการประเมินศักยภาพของการบริการระบบนิเวศของผู้ผสมเกสร (Potential of ecosystems for pollination services: PPS) ของ Lowicki & Fagiewicz (2021) ดังนั้น จึงได้สมการศักยภาพของผู้ผสมเกสร ในการทำหน้าที่ควบคุมกลไกทางธรรมชาติในระบบนิเวศ ดังสมการ

ศักยภาพของผึ้ง (กิโลกรัม/ไร่/ปี) = ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ปี) x 0.2 การทำหน้าที่ภายในฟาร์มของผึ้ง x 0.2 ศักยภาพการทำหน้าที่ของผึ้ง

ศักยภาพของชันโรง (กิโลกรัม/ไร่/ปี) = ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่/ปี) x 0.2 การทำหน้าที่ภายในฟาร์มของชันโรง x 0.8 ศักยภาพการทำหน้าที่ของชันโรง

2) การประเมินด้านการเป็นแหล่งผลิต เป็นการประยุกต์ใช้การประเมินเศรษฐกิจด้านต้นทุน-ผลตอบแทนสำหรับการเป็นแหล่งผลิตในแปลงไม้ผลที่ได้จากการบริหารจัดการฟาร์มของเกษตรกร การมีผู้ผสมเกสรที่ทำหน้าที่อยู่ในแปลงและช่วยในการรักษาความสมดุลของระบบนิเวศของแต่ละแปลง

การวิเคราะห์ต้นทุน (Cost analysis)

ต้นทุนรวมเป็นต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการผลิต ประกอบด้วยต้นทุนคงที่รวมและต้นทุนผันแปรรวม ดังสมการ

ต้นทุนรวม (บาท/ปี) = ต้นทุนคงที่รวม (ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์) + ต้นทุนผันแปรรวม (ค่าพันธุ์ + ค่ารัง + ค่าอาหารเทียม + ค่าแรงงาน)

การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการผลิต (Benefit of production)

ผลตอบแทนจากการผลิต (รายรับรวม)
คือ จำนวนเงินที่ได้จากการขายผลผลิต ดังสมการ
รายรับรวม (บาท/ปี) = ราคาผลผลิต
(บาท/กก.) x ปริมาณผลผลิต (กก.)

ด้านศักยภาพของผู้ผสมเกสร การประเมินมูลค่าในรูปตัวเงิน เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดการประเมินการบริการระบบนิเวศของผึ้ง (Monetary valuation of the ecosystem services provided by honey bees) ของ Ferenczi *et al.* (2023) และแนวคิดมูลค่าทางด้านเศรษฐกิจของการบริการด้านการผสมเกสร (The economic value of the pollination services) ของ Adnan *et al.* (2021) เนื่องจากผู้ผสมเกสรมีความสำคัญต่อระบบนิเวศเกษตร ตัวของผู้ผสมเกสรเอง เช่น ผึ้ง และชันโรง ยังให้น้ำผึ้งที่เป็นผลผลิตหลักที่ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจ นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์จากผึ้งอื่น ๆ เช่น นมผึ้ง เกสรผึ้ง ไขผึ้ง เป็นต้น ยังสามารถสร้างมูลค่าจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ส่งผลให้เป็นรายได้หมุนเวียนให้แก่เกษตรกรเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจการเกษตรที่คำนึงถึงการทำการฟาร์มที่ปลอดภัยและยั่งยืน ดังนั้น จึงได้สมการศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตของระบบนิเวศในระบบเศรษฐกิจ ดังสมการ

ศักยภาพของผู้ผสมเกสร (บาท/ปี) =
กำไร (บาท/ปี) x 0.2 การทำหน้าที่ภายในฟาร์ม
ของผู้ผสมเกสร

3) การประเมินการเปลี่ยนแปลงมูลค่า ทางเศรษฐกิจหมุนเวียนของผู้ผสมเกสร

เป็นการคำนวณมูลค่าด้วยการนำจำนวนสมาชิกที่เลี้ยงผู้ผสมเกสรทั้งหมดของกลุ่ม

ตัวอย่าง คุณกับ กำไรที่ได้รับของผลิตภัณฑ์จากผู้ผสมเกสรแต่ละชนิด เนื่องจากสมาชิกภายในกลุ่มมีการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการอบรมของหน่วยงานไปประยุกต์ใช้ หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างสมาชิกคนอื่น ๆ ส่งผลให้เกิดโอกาสในการผลิตที่มีประสิทธิภาพในวงกว้างต่อสมาชิกทั้งหมด ส่งผลให้เกิดมูลค่าเศรษฐกิจรวมดังสมการ

มูลค่าทางเศรษฐกิจหมุนเวียนของผู้ผสมเกสร
(บาท/ปี) = จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งหมด (คน) x กำไรที่ได้รับของผลิตภัณฑ์จากผู้
ผสมเกสรแต่ละชนิด (บาท/ปี)

ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

1. การประเมินด้านการควบคุมกลไกทาง ธรรมชาติ

ผู้ผสมเกสรที่เกษตรกรนำมาใช้มี 2 ประเภท คือ ผึ้ง และชันโรง โดยการเลี้ยงผึ้งพบในสวนส้มผสมผสาน สวนลำไย และสวนอะโวคาโดผสมผสาน ส่วนชันโรงพบในสวนอะโวคาโด สวนลิ้นจี่ผสมผสาน และสวนเงาะ เมื่อวิเคราะห์ศักยภาพของผู้ผสมเกสรที่ทำหน้าที่ควบคุมกลไกทางธรรมชาติในระบบนิเวศภายในฟาร์มไม้ผล (Table 2) พบว่า ผึ้งทำหน้าที่ในการช่วยผสมเกสรในแปลงก่อให้เกิดผลผลิตในสวนส้มผสมผสาน 39.62 กิโลกรัม/ไร่ สวนลำไย 68 กิโลกรัม/ไร่ สวนอะโวคาโดผสมผสาน 34.33 กิโลกรัม/ไร่ ด้านชันโรงทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรเช่นเดียวกัน ก่อให้เกิดผลผลิตในสวนอะโวคาโด 112.67 กิโลกรัม/ไร่ สวนสวนลิ้นจี่ผสมผสาน 359.34 กิโลกรัม/ไร่ สวนเงาะ 320 กิโลกรัม/ไร่

Table 2 Potential of pollinators in regulating services of each farm type; orange mixed farm (OMF), longan farm (LF), avocado mixed farm (AMF), avocado farm (AF), lychee mixed farm (LMF) and rambutan farm (RF), respectively.

List	OMF ¹	LF	AMF ²	AF	LMF	RF
Pollinators	Indian honeybee	European honeybee	Indian honeybee	Stingless bee	Stingless bee	Stingless bee
Samples (person)	1	1	2	5	2	1
Average area (rai)	24	10	110	18	61	15
Yield (kg.)						
Orange	3,000 (75 ThB/kg.)					
Avocado	1,000 (35 ThB/kg.)		30,000 (40 ThB/kg.)	12,675 (40 ThB/kg.)		
Longan		17,000 (45 ThB/kg.)				
Lychee					3,000 (200 ThB/kg.)	
Rambutan						30,000 (15 ThB/kg.)
Durian			9,975 (170 ThB/kg.)			
Coconut					80,000 (10 ThB/unit)	
Pomelo					54,000 (65 ThB/kg.)	
Other	19,770		54,420			
Total yield (kg./year)	23,770	17,000	94,395	12,675	137,000	30,000
Average yield (kg./rai/year)	990.42	1,700.00	858.14	704.17	2,245.90	2,000.00
Potential of pollinators (kg./rai/year)	39.62	68.00	34.33	112.67	359.34	320.00

Note: ¹Orange mixed farm included in lime, sugar cane, pomelo, climbing wattle, *Melientha suavis* Pierre, Burmese grape, santol.

²Avocado mixed farm included in custard apple, mango, yellow star apple, canistel, passion fruit.

แสดงให้เห็นว่าศักยภาพการทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรก่อให้เกิดผลผลิตของไม้ผลแต่ละชนิด โดยชั้นโรงทำน้ำที่ใต้ดินแปลงลื่นจีผสมผสานและเงาะ รองลงมาคือ ฝรั่งแปลงดำไย และส้ม

ผสมผสาน ซึ่งการประเมินศักยภาพของการบริการระบบนิเวศด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติของผู้ผสมเกสร การจัดการฟาร์มโดยมีการใช้ผึ้งช่วยผสมเกสรพืชทางการเกษตร ถือเป็น

ปัจจัยการผลิตหนึ่งที่ได้รับผลดีและเป็นที่ยอมรับของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ที่ก่อให้เกิดการเพิ่มผลผลิตพืชทั้งด้านปริมาณและคุณภาพได้ถึงร้อยละ 40-90 (Department of agricultural extension, 2014) ซึ่งสิ่งนี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชในภาคการเกษตร สามารถเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตของผลไม้ (Fruits) พืชตระกูลถั่ว (Nuts) และพืชที่ให้น้ำมัน (Oils) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Khalifa *et al.*, 2021) อีกด้านหนึ่งในพื้นที่หลังการสิ้นสุดการทำเหมืองของประเทศโปแลนด์ Lowicki and Fagiewicz (2021) พบศักยภาพการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรมีมากในพื้นที่การเกษตร (Cropland) รองลงมาคือ พื้นที่ทุ่งหญ้า (Grassland) พื้นที่ป่า (Forest) และพื้นที่อยู่อาศัยของชน (Settlement area) ตามลำดับ

2. การประเมินด้านการเป็นแหล่งผลิต

มูลค่าศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตไม้ผลของระบบนิเวศ ด้วยการวิเคราะห์ผลตอบแทนสุทธิ (กำไร) ที่เกิดจากการจัดการฟาร์มของเกษตรกรและการมีอยู่ของผู้ผสมเกสรในแปลง (Table 3) พบว่ากำไรจากการเลี้ยงผึ้งในสวนส้มผสมผสาน 26,037.50 บาท/ไร่/ปี ลำไย 65,400 บาท/ไร่/ปี อะโวคาโดแบบผสมผสาน 58,234.09 บาท/ไร่/ปี ส่วนการเลี้ยงชันโรงพบกำไรในสวนอะโวคาโด 23,166.67 บาท/ไร่/ปี สวนลิ้นจี่ผสมผสาน 78,672.13 บาท/ไร่/ปี สวนเงาะ 22,066.67 บาท/ไร่/ปี ด้านการประเมินศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตไม้ผลของระบบนิเวศในระบบเศรษฐกิจ พบว่า มูลค่าศักยภาพของผึ้งในสวนส้มผสมผสาน 5,207.50 บาท/ไร่/ปี ลำไย 13,080

บาท/ไร่/ปี อะโวคาโดแบบผสมผสาน 11,646.82 บาท/ไร่/ปี และชันโรงพบในสวนอะโวคาโด 4,633.33 บาท/ไร่/ปี สวนลิ้นจี่ผสมผสาน 15,734.43 บาท/ไร่/ปี สวนเงาะ 4,413.33 บาท/ไร่/ปี แสดงให้เห็นถึงการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรในการเป็นแหล่งผลิตอาหารของการบริการระบบนิเวศ โดยผู้ผสมเกสรที่มีศักยภาพ ได้แก่ ชันโรงในสวนลิ้นจี่ผสมผสาน รองลงมาคือ ผึ้งในสวนลำไย ซึ่งการประเมินมูลค่าในรูปตัวเงินในการบริการระบบนิเวศของผึ้งในประเทศฮังการี Ferenczi *et al.* (2023) พบศักยภาพของผึ้งในแปลงเพาะปลูกทานตะวัน และ Rapeseed สามารถช่วยในการเพิ่มผลผลิตในแปลงที่เกิดขึ้นจากการทำหน้าที่ของผึ้ง โดยมีการนำรังผึ้งไปวางในแปลงของทานตะวันและ Rapeseed จำนวน 300 รังต่อ 100 เฮกตาร์ แต่อย่างไรก็ตาม การได้มาซึ่งผลผลิตต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย ปี (Hoover *et al.*, 2012) เช่น การจัดการฟาร์ม สิ่งแวดล้อม สภาพอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น ส่งผลร่วมกันด้วยในแต่ละปี

ผึ้งมีศักยภาพของการทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรมีมูลค่าต่อระบบนิเวศมากที่สุดในส่วนลำไย 13,080 บาท/ไร่/ปี รองลงมาคือสวนอะโวคาโดผสมผสาน 11,646.82 บาท/ไร่/ปี และสวนส้มผสมผสาน 5,207.50 บาท/ไร่/ปี สอดคล้องกับ Sanpatong district agricultural extension office (2020) ในแปลงลำไยถ้ามีการนำผึ้งเข้ามาช่วยผสมเกสร จะช่วยให้เปอร์เซ็นต์การติดผลของลำไยมีมากขึ้น ไม่ว่าต้นลำไยจะอายุเท่าใดก็ตาม และจะมีปริมาณมากกว่าต้นที่ไม่มีผึ้งและแมลงผสมเกสรอื่น ๆ

Table 3 Cost-benefits of each orchard farm; orange mixed farm (OMF), longan farm (LF), avocado mixed farm (AMF), avocado farm (AF), lychee mixed farm (LMF) and rambutan farm (RF), respectively.

List	OMF ¹	LF	AMF ²	AF	LMF	RF
Samples (person)	1	1	2	5	2	1
Average area (rai)	24	10	110	18	61	15
Fixed cost (ThB/year)						
Lawnmower	2,250	1,500	24,000	30,000	1,500	5,000
Water pump	5,500	4,000			4,000	10,000
Insecticide sprayer	750	800			800	5000
Total fixed cost (ThB/year)	8,500	6,300	24,000	30,000	6,300	20,000
Variable cost (ThB/year)						
Labor	30,000	60,000	24,000		60,000	45,000
Fertilizer	4,000	14,700	36,000	60,000	14,700	50,000
Bagasse	3,500					
Fuel	6,000	15,000			15,000	
Plant hormones		15,000			15,000	4,000
Total variable cost (ThB/year)	43,500	104,700	60,000	60,000	104,700	99,000
Total cost (ThB/year)	52,000	111,000	84,000	90,000	111,000	119,000
Income (ThB/year)						
Orange	225,000					
Avocado	35,000		1,200,000	507,000		
Longan		765,000				
Lychee					600,000	
Rambutan						450,000
Durian			1,695,750			
Coconut					800,000	
Pomelo					3,510,000	
Other	416,900		3,594,000			
Total income (ThB/year)	676,900	765,000	6,489,750	507,000	4,910,000	450,000
Profit (ThB/year)	624,900	654,000	6,405,750	417,000	4,799,000	331,000
Area (rai)	24	10	110	18	61	15
Average profit (ThB/rai/year)	26,037.50	65,400.00	58,234.09	23,166.67	78,672.13	22,066.67
Potential of pollinators (ThB/rai/year)	5,207.50	13,080.00	11,646.82	4,633.33	15,734.43	4,413.33

Note: ¹Orange mixed farm had income included in lime 325,500, sugar cane 30,000, pomelo 24,000, climbing wattle 10,400, Melientha suavis Pierre 2,000, Burmese grape 22,500, and santol 2,500 THB/year.

²Avocado mixed farm had income included in custard apple 1,800,000, mango 360,000, yellow star apple 147,000, canistel 387,000, and passion fruit 900,000 THB/year

ด้านชั้นโรงมีศักยภาพของการทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรมีมูลค่าต่อระบบนิเวศมากที่สุดในส่วนดินจีผสมผสาน 15,734.43 บาท/ไร่/ปี รองลงมาคือสวนอะโวคาโด 4,633.33 บาท/ไร่/ปี และสวนเงาะ 4,413.33 บาท/ไร่/ปี โดยชั้นโรงเป็นแมลงที่ลงตอมดอกเงาะในปริมาณที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงชนิดอื่น (Boonthai & Sawattum, 2014) พบชั้นโรงลงตอมดอกเงาะปริมาณมากที่สุดเวลา 11.00 น. รองลงมาคือเวลา 13.00 น. และ 14.00 น. แมลงชนิดอื่นที่พบในจำนวนน้อย ได้แก่ แมลงวันทอง ผีเสื้อ ต่อ และแมลงภู่ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งทำหน้าที่ในการช่วยผสมเกสรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของผู้ผสมเกสร ส่วนใหญ่จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในด้านการเพิ่มขนาดผลผลิต (Fruit size) (Porto *et al.*, 2020) สอดคล้องกับงานของ Klein *et al.* (2007) พบว่าการทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรช่วยทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 35 ซึ่งผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งส่วนใหญ่มีผลต่อการเพาะปลูกอย่างมาก

3. การประเมินด้านเศรษฐกิจของผู้ผสมเกสร

มูลค่าศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย (Table 4) พบจำนวนรังเฉลี่ยในการเลี้ยงผึ้งโพรง 150 รัง ผึ้งพันธุ์ 259 รัง ผึ้งหลวง 150 รัง และชันโรง 305 รัง สามารถสร้างกำไรให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงได้เท่ากับ ผึ้งโพรง 1,689.79 บาท/รัง/ปี ผึ้งพันธุ์ 3,710.82 บาท/รัง/ปี ผึ้งหลวง 5,919.67 บาท/รัง/ปี และชันโรง 2,589.17 บาท/รัง/ปี โดยการประเมินศักยภาพด้านเศรษฐกิจของ

ผู้ผสมเกสรในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายคิดเป็นมูลค่าศักยภาพเท่ากับ ผึ้งโพรง 337.96 บาท/รัง/ปี ผึ้งพันธุ์ 742.16 บาท/รัง/ปี ผึ้งหลวง 1,183.93 บาท/รัง/ปี และชันโรง 517.83 บาท/รัง/ปี แสดงให้เห็นถึงผึ้งหลวงที่อพยพมาตามฤดูกาล และอาศัยอยู่ตามธรรมชาติมีศักยภาพสูงสุดในด้านเศรษฐกิจเนื่องจากน้ำผึ้งราคาสูง และต้นทุนการผลิตต่ำ แต่ถ้ายึดกับผึ้งที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจ พบ ผึ้งพันธุ์มีศักยภาพสูงสุด รองลงมาคือ ชันโรง และผึ้งโพรง ซึ่งการเลี้ยงผึ้งโพรงของชุมชนห้วยหินลาดในอ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย (Maneechot *et al.*, 2020) พบผลผลิตของน้ำผึ้งเฉลี่ย 64.88 กก./ครัวเรือน/ปี มูลค่าสุทธิของการเลี้ยงผึ้งรวมทั้งชุมชน เท่ากับ 201,833 บาท/ปี นอกจากนี้ผึ้งหลวงในประเทศไทย ที่พบในชุมชนบ้านถ้ำพระพุทธรอยต่อระหว่างจ.ตรังและจ.นครศรีธรรมราช สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจของน้ำผึ้งหลวงได้ 71,917 บาทต่อปี ราคาขาย 500 บาทต่อขวด (Sampantamit *et al.*, 2013) ซึ่งมีราคาที่แตกต่างกันกับที่กาญจนบุรีที่มีราคาขาย 300-400 บาท/ขวด (750 มิลลิลิตร) (Junkaew *et al.*, 2017)

การประเมินมูลค่าในรูปตัวเงินในการบริการระบบนิเวศของผึ้งในพื้นที่การเกษตรของประเทศมาเลเซีย (Adnan *et al.*, 2021) พบศักยภาพของผึ้งในการช่วยเพิ่มผลผลิตในพื้นที่การเกษตรของพืช ได้แก่ ทุเรียน แดงโม เมล่อน และเงาะ ก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจ 6,588,630.91 ริงกิตมาเลเซีย (51,325,434.79 บาท) ซึ่งค้นพบว่าผู้ผสมเกสรมีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างมากต่อการทำการเกษตร โดยเกษตรกรที่ปลูกพืชเหล่านี้เป็นคนที่มีความ

ต้องการใช้ผู้ผสมเกสรในพื้นที่ของตนเองส่วนพืช
อื่น ๆ ที่เป็นพืชเศรษฐกิจ เช่น ขนุน ลองกอง

มั่งคุด กลัว และสละ ไม่พบการใช้ผู้ผสมเกสร
ในแปลงของประเทศมาเลเซีย

Table 4 Cost-benefits of pollinators farm.

List	Indian honeybee	European honeybee	Giant honeybee	Stingless bee
Samples (farm)	9	4	1	15
Total beehive (beehive)	150	259	150	305
Cost (THB/year)				
Breeder bee box	2,457.14	38,640		38,333.33
bee box	2,142.86	20,000		51,425
Artificial food		11,040		2,500
Sugar		198,832		
Equipment	31,714.30	69,000	3,050	41,916.67
Labor	3,600	176,225	4,500	3,600
Fuel	3,360	3,360	4,500	3,360
Renting bee box	2,400	1,800		
Total cost (THB/year)	45,674.30	518,897.00	12,050.00	141,135.00
Income (THB/year)				
Honey bee	286,286	948,000	900,000	394,375
Bees Wax	5,714.29	217,000		
Royal Jelly		30,000		
Bee larvae	7,142.86	21,000		
Breeder bee box				511,250.00
Honey comb		24,000		10,000.00
Propolis				5,625.00
Bee soap		240,000		
Renting bee box				9,583.33
Total income (THB/year)	299,143.15	1,480,000.00	900,000.00	930,833.33
Profit (THB/year)	253,468.85	961,103.00	887,950.00	789,698.33
Average profit	1,689.79	3,710.82	5,919.67	2,589.17
(THB/beehive/year)				
Potential of pollinators	337.96	742.16	1,183.93	517.83
(THB/beehive/year)				

Note: European honeybee (*Apis mellifera ligustica* L.), Indian honeybee (*A. cerana indica* F.), Giant honeybee (*A. dorsata* F.) and stingless bees (*Tetragonula pagdeni* (Schwarz) and *T. laeviceps* Smith)

ด้านการประเมินศักยภาพของผู้ผสมในการทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายในระบบเศรษฐกิจมีศักยภาพของผู้ผสมเกสรคิดเป็นมูลค่ามากที่สุด คือ ผึ้งหลวง 1,183.93 บาท/รัง/ปี รองลงมาคือ ผึ้งพันธุ์ 742.16 บาท/รัง/ปี ชันโรง 517.83 บาท/รัง/ปี และผึ้งโพรง 337.96 บาท/รัง/ปี สอดคล้องกับงานของ Ricketts *et al.* (2008) พบว่า การทำหน้าที่ของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งในแปลงเพาะปลูกพืชเขตร้อน (Tropical crops) สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางด้านขนาด คุณภาพ หรือความมั่นคงในการเก็บเกี่ยวได้ถึงร้อยละ 70 เนื่องจากผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งมีผลต่อการเพาะปลูกด้านการช่วยผสมเกสรในแปลงที่มีการจัดการระบบนิเวศที่เหมาะสม โดยงานวิจัยด้านประสิทธิภาพการผสมเกสรของชันโรง (*T. pagdeni*) ในการเพิ่มผลผลิตมะระจีนในสภาพไร่ อัตราส่วนของจำนวนรังต่อไร่ที่เหมาะสม และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Theanworakant *et al.*, 2017) โดยพบว่าชันโรงชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการผสมเกสรและช่วยเพิ่มผลผลิตมะระจีนในสภาพไร่ได้ดี แปลงทดลองที่มีการวางรังชันโรงจำนวน 4, 8 และ 12 รังต่อไร่ มีจำนวนผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นร้อยละ 60.12, 85.40 และ 133.67 และน้ำหนักของผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นร้อยละ 70.50, 101.77 และ 161.46 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกไม้ผลตามภูมิภาคต่าง ๆ สามารถใช้ผู้ผสมเกสรช่วยในการทำหน้าที่ผสมเกสร เนื่องจากเกษตรกรที่เลี้ยงผู้ผสมเกสรต่าง ๆ ให้เหตุผลว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ต้องการของตลาด ราคาดี ต้นทุนในการเลี้ยงต่ำ ผู้ผสมเกสรดูแลง่ายสามารถปล่อยให้หากินตามธรรมชาติได้ ซึ่งผู้ผสมเกสรเป็นตัวช่วยรักษาสกุลของระบบ

นิเวศ รวมทั้งเป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมภายในแปลงที่แสดงว่าปลอดภัย

4. การประเมินการเปลี่ยนแปลงมูลค่าทางเศรษฐกิจหมุนเวียนของผู้ผสมเกสร

การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจหมุนเวียนของกลุ่มตัวอย่างที่เลี้ยงผู้ผสมเกสร (Table 5) พบว่าจำนวนสมาชิกที่เลี้ยงผู้ผสมเกสร สามารถสร้างมูลค่าเศรษฐกิจที่เกิดจากการทำกำไรของผู้ผสมเกสรแต่ละชนิด โดยผึ้งโพรง 154.6 ล้านบาท ผึ้งพันธุ์ 43.2 ล้านบาท ผึ้งหลวง 53.3 ล้านบาท และชันโรง 198.2 ล้านบาท ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มมีการนำองค์ความรู้ที่ได้จากการอบรมของหน่วยงานไปประยุกต์ใช้ หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างสมาชิกคนอื่น ๆ ส่งผลให้เกิดโอกาสในการผลิตที่มีประสิทธิภาพในวงกว้างต่อสมาชิกทั้งหมด ส่งผลให้เกิดมูลค่าเศรษฐกิจรวม 449.4 ล้านบาท เนื่องจากเกษตรกรที่เลี้ยงผู้ผสมเกสรต่าง ๆ ให้เหตุผลว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เช่น น้ำผึ้ง เป็นที่ต้องการของตลาด การเลี้ยงผึ้งดูแลง่ายสามารถปล่อยให้หากินตามธรรมชาติได้ ซึ่งผู้ผสมเกสรเป็นตัวช่วยรักษาสกุลของระบบนิเวศรวมทั้งเป็นตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อมภายในแปลงที่แสดงว่าปลอดภัย โดยมีหลักในการเลือกพื้นที่ที่นำผู้ผสมเกสรไปไว้ในพื้นที่ คือ ต้องมีพืชที่เป็นแหล่งน้ำหวานที่ดี เป็นพื้นที่ที่มั่นใจว่าปลอดภัย นอกจากนี้ยังต้องมีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเจ้าของแปลงไม้ผลและเจ้าของผู้ผสมเกสร เพราะเจ้าของแปลงไม้ผลจะเป็นคนที่ช่วยดูแลสอดคล้องความปลอดภัยของผู้ผสมเกสรในแปลงให้อีกทางหนึ่ง ถ้ามีเหตุการณ์ผิดปกติก็จะ

สามารถติดต่อให้เจ้าของผู้ผสมเกสรดูได้ทันเวลา
ทันเหตุการณ์ ทำให้ได้รับความเสียหายน้อย

เนื่องจากเจ้าของผู้ผสมเกสรส่วนใหญ่มีการดูแล
เฉลี่ย 1 ครั้ง/สัปดาห์

Table 5 Economic value of pollinators

List	Indian honeybee (<i>Apis cerana</i>)	European honeybee (<i>Apis mellifera</i>)	Giant honeybee (<i>Apis dorsata</i>)	Stingless bee (<i>Trigona laeviceps</i>)
Beekeeper (person)	610	45	60	251
Profit (THB/year)	253,468.85	961,103.00	887,950.00	789,698.33
Economics value (THB/year)	154,615,998.50	43,249,635.00	53,277,000.00	198,214,280.83
Total economic value (THB/year)	449,356,914.33			

การประเมินมูลค่าเศรษฐกิจของผู้ผสมเกสรในระดับประเทศ โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงผู้ผสมเกสรของประเทศไทย 35,405 คน กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้เลี้ยงผู้ผสมเกสรจำนวน 966 คน คิดเป็นร้อยละ 0.03 ของเกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งทั้งประเทศ ซึ่งในปี 2565 เกษตรกรเหล่านี้สามารถสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจเกี่ยวกับผู้ผสมเกสรทั้งหมดของประเทศไทย 2,000 ล้านบาท (DOAENEWS, 2022) คิดเป็นมูลค่าเศรษฐกิจของผู้ผสมเกสรจากกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คิดเป็นร้อยละ 0.22 ของมูลค่าทางเศรษฐกิจของผู้ผสมเกสรทั้งหมดของประเทศไทย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของผู้ผสมเกสรที่พบ ได้แก่ น้ำผึ้ง ไข่ผึ้ง นมผึ้ง เกสรผึ้ง ตัวอ่อน กล่องพ่อแม่พันธุ์ รังผึ้ง โพรโพลิส สบู่ หรือการให้เช่ารังผึ้งในการนำไปวางในแปลงไม้ผลที่ทำให้เป็นธุรกิจเกษตรได้ ซึ่งได้มีการศึกษาในพื้นที่จ.เชียงใหม่ และจ.เชียงราย ในด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผึ้งที่สร้างรายได้ (Phankaew, 2016) พบผลิตภัณฑ์จากผึ้ง เช่น น้ำผึ้ง เกสรผึ้ง นมผึ้ง เป็นต้น สามารถ

สร้างมูลค่าได้ 1,269 ล้านบาท (37.7 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ) ก่อให้เกิดโอกาสในการพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงผึ้งในพื้นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการผลิตภัณฑ์จากผึ้งสูงทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ นอกจากนี้มีผึ้งอีกชนิดหนึ่งคือ ผึ้งมีม (*Apis florea*) เป็นผึ้งชนิดหนึ่งที่ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายของทวีปเอเชีย สร้างรวงรังแบบชั้นเดียวขนาดความกว้างประมาณ 20 - 30 ซม. บนกิ่งก้านของต้นไม้ขนาดเล็ก ไม้พุ่ม จึงพบผึ้งมีมในเกือบทุกสภาพภูมิประเทศของประเทศไทย ผึ้งมีมมีขนาดประชากรเล็ก สามารถเลี้ยงแบบจำกัดเขตพื้นที่แหล่งอาหารได้ มีความสามารถในการปรับตัวได้ดี โรคและศัตรูธรรมชาติน้อย ผึ้งมีมไม่ค่อยแสดงพฤติกรรมดุร้ายจึงบริหารจัดการได้ง่ายและมีการต่อยอดวิธีการพัฒนาการเลี้ยงผึ้งมีมในเชิงเศรษฐกิจ เพื่อผลิตน้ำผึ้งเอกลักษณ์เฉพาะ (Unique uniflora honey) จากดอกไม้สมุนไพร 4 ชนิด คือ กุหลาบ มะลิ ดาวกระจาย พวงชมพู ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Duangphakdee *et al.*,

2021) ด้านทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อผู้ผสมเกสร พบว่าสามารถสร้างรายได้ ทำเป็นอาชีพเสริมได้ และนำมาทำผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ด้วย รวมทั้งเจ้าของแปลงไม้ผลมีความต้องการผู้ผสมเกสรไปไว้ในสวนไม้ผล เนื่องจากปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น จากที่ได้มีการนำเอาผู้ผสมเกสรไปไว้ในแปลง มีการลดการใช้สารเคมีในแปลงลง และยังคงรักษาสมดุลของระบบนิเวศเกษตรได้ เพื่อให้แมลงธรรมชาติที่ช่วยผสมเกสรยังคงอยู่รวมทั้งมีการแนะนำถ่ายทอดองค์ความรู้จากเครือข่ายให้กับเกษตรกรท่านอื่น ๆ ที่อยู่ในรูปกลุ่มวิสาหกิจหรือกลุ่มแปลงใหญ่ร่วมกัน เพื่อให้การเลี้ยงมีการพัฒนาขับเคลื่อนร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป (Conclusion)

การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งที่ช่วยในการผสมเกสรดอกไม้ เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดมูลค่ารวมทางเศรษฐกิจของสิ่งแวดล้อม โดยมีผู้ผสมเกสร คือ ผึ้งและชันโรง ที่ได้ทำหน้าที่ด้านควบคุมกลไกทางธรรมชาติ โดยผึ้งทำหน้าที่ในการช่วยผสมเกสรในแปลงก่อให้เกิดผลผลิตมากที่สุดในส่วนลำไย 68 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา คือ สวนส้มผสมผสาน 39.62 กิโลกรัม/ไร่ และสวนอะโวคาโดผสมผสาน 34.33 กิโลกรัม/ไร่ ด้านชันโรงทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรก่อให้เกิดผลผลิตมากที่สุดในส่วนลิ้นจี่ผสมผสาน 359.34 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือสวนเงาะ 320 กิโลกรัม/ไร่ และสวนอะโวคาโด 112.67 กิโลกรัม/ไร่ ด้านศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการเป็นแหล่งผลิตมีมูลค่าต่อระบบนิเวศมากที่สุดของผึ้งในส่วนลำไย 13,080

บาท/ไร่/ปี รองลงมาคือสวนอะโวคาโดผสมผสาน 11,646.82 บาท/ไร่/ปี สวนส้มผสมผสาน 5,203.33 บาท/ไร่/ปี ส่วนชันโรงมีศักยภาพของผู้ผสมเกสรในการเป็นแหล่งผลิตมีมูลค่าต่อระบบนิเวศมากที่สุดพบในส่วนลิ้นจี่ผสมผสาน 15,734.43 บาท/ไร่/ปี รองลงมาคือสวนอะโวคาโด 4,633.33 บาท/ไร่/ปี สวนเงาะ 4,413.33 บาท/ไร่/ปี โดยมูลค่าที่ประเมินออกมาเป็นตัวเงิน ช่วยแสดงให้เห็นถึงคุณค่าและศักยภาพของผู้ผสมเกสรที่ทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรของดอกไม้ของพืชแต่ละชนิด ซึ่งผู้ผสมเกสรกลุ่มผึ้งเป็นตัวบ่งชี้ระบบนิเวศที่ปลอดภัยและมี โดยเฉพาะการผสมเกสรของผึ้งที่ช่วยรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชดอกต่าง ๆ ทำให้เกิดระบบนิเวศที่สมบูรณ์ อีกทั้งยังรักษาสมดุลของห่วงโซ่อาหาร ด้วยการทำหน้าที่ควบคุมกลไกทางธรรมชาติในระบบนิเวศ ดังนั้น การประเมินมูลค่าการบริการของระบบนิเวศของผู้ผสมเกสร เพื่อช่วยในการตัดสินใจนำผู้ผสมเกสรเหล่านี้มาช่วยผสมเกสรในแปลงได้อย่างเหมาะสม หรือแม้กระทั่งการรักษาระบบนิเวศในแปลงให้ปลอดภัย ช่วยให้ผู้ผสมเกสรที่มีอยู่ตามธรรมชาติได้ทำหน้าที่ช่วยผสมเกสรและขยายพันธุ์พืชได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบพระคุณสำนักพัฒนาและจัดการองค์ความรู้ สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนในโครงการข้อมูลบัญชีรายการแมลงช่วยผสมเกสรในประเทศไทย ขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนทุกกลุ่มที่ให้ข้อมูลและความร่วมมือในการลง

พื้นที่ทำงานเป็นอย่างดี และขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ให้โอกาสในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง (References)

Adnan, N., M. P. Mamat & T. M Tuan Ibrahim. 2021. **Pollination services support for agriculture productions values.** pp. 1-5. In Proceeding of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science and 3rd Asia Pacific Regional Conference on Food Security (ARCoFS 2021), March 9, 2021, Kelantan, Malaysia <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/756/1/012089>

Boonthai, S. & A. Sawatthum. 2014. Diversity of insect pollinator of rambutan var. Sri Thong. **Khon Kaen Agriculture Journal** 42(SUPPL.3): 287-291. (in Thai)

Carreck, N. & I. Williams. 1998. The economic value of bees in the UK. **Bee World** 79(3): 115-123.

Christmann, S. 2019. Do we realize the full impact of pollinator loss on other ecosystem services and the challenges for any restoration in terrestrial areas?. **Restoration Ecology Journal** 27(4): 720-725. <https://doi.org/10.1111/rec.12950>

Chuttong, B. 2016. **Bee pollination of strawberry crop.** Science and Technology Research Institute, Chiangmai University. Available source: https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=30 (Accessed: June 14, 2023) (in Thai)

Chuttong, B. & W. Kumpoun. 2010. **Bee pollination for increasing the quality and production of strawberry crop.** Science and Technology Research Institute, Chiang Mai University. https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/CMU.res.2010.230 (Accessed: June 14, 2023) (in Thai)

Coastal Quest and Gordon Betty Moore Foundation. 2012. **Measuring nature's balance sheet of 2011 Ecosystem Services Seminar Series.** Palo Alto: Gordon and Betty Moore Foundation. Available source: <https://www.moore.org/ecosystemservicesseminar.html> (Accessed: May 1, 2024)

Department of agricultural extension. 2014. **Documentary 2/2014 of quality honey production.** Ministry of agriculture and cooperatives. Available source: <https://esc.doae.go.th/wpcontent/uploads/2018/12> (Accessed: May 1, 2024)

Department of agricultural extension. 2022. **Bee pollinator of longan crop.** Ministry of Agriculture and Cooperatives. Available source: <https://www.doae.go.th> (Accessed: June 14, 2023) (in Thai)

Duangphakdee, O., N. Phoka, K. Soontharapirakkul & P. Rodim. 2021. **Research report of the development of value-added honey and products from native honeybees in Thailand.** King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)

- FAO. 2008. **Tools for conservation and use of pollination services: Initial survey of good pollination practices**. Global Action on Pollination Services for Sustainable Agriculture. Rome: Publishing Management Service Information Division. Available source: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/SURVEY_DEC_08_Small.pdf (Accessed: May 1, 2024)
- Ferenczi, A. F., I. Szucs & A. B. Gathy. 2023. Evaluation of the Pollination Ecosystem Service of the Honey Bee (*Apis mellifera*) Based on a Beekeeping Model in Hungary. **Sustainability** 15(9906) <https://doi.org/10.3390/su15139906>
- Hanley, N., T. D. Breeze, C. Ellis & D. Goulson. 2015. Measuring the economic value of pollination services: Principles, evidence, and knowledge gaps. **Ecosystem Services** 14: 124–132. Available source: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.09.013> (Accessed: May 1, 2024)
- Hein, L. 2009. The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales. **The Open Ecology Journal** 2: 74-82.
- Hoover, S. E., J. J. Ladley, A. A. Shchepetkina, M. Tisch, S. P. Gieseg & J. M. Tylianakis. 2012. Warming, CO₂, and nitrogen deposition interactively affect a plant-pollinator mutualism. **Ecology Letters** 15(3): 227–234. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01729.x>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2016. **Summary for policymakers of the assessment report on pollinators, pollination and food production**. Bonn, Germany. Available source: <https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators> (Accessed: May 1, 2024)
- Junkaew, K., N. Mianmit & R. Pothitan. 2017. Karen Knowledge of Utilization and Management of *Apis dorsata* in Si Sawat District, Kanchanaburi Province. In Proceeding of The 14th KU-KPS Conference, December 7-8, 2017, Kasetsart University. Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom (Thailand). Office of the Campus. Educational Administration and Student Affairs Division. Available source: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php/bkn/search_detail/result/20002753 (Accessed: May 1, 2024) (in Thai)
- Khalifa, S. A. M., E. H. Elshafiey, A. A. Shetaia, A. A. A. El-Wahed, A. F. Algethami, S. G. Musharraf, M. F. I Ajmi, C. Zhao, S. H. D. Masry, M. M. Abdel-Daim, *et al.* 2021. Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. **Insects** 12(688):1-23. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen & T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences** 274(1608): 303-131. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

- Lowicki, D. & K. Fagiewicz. 2021. A new model of pollination services potential using a landscape approach: A case study of post-mining area in Poland. **Ecosystem Services** 52(101370): 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101370>
- Maksong, S. 2016. Diversity of Bee Flora at Tipuya, Chalee, Thong PhaPhum, Kanchanaburi. **Thai Science and Technology Journal** 24(1): 76-86. (in Thai)
- Maneechot, P., S. Onprom & P. Sunthornhao. 2020. Value Chain Analysis of Natural Beekeeping in Forests: A Case Study of Huay Hin Lat Nai Community, Wiang Pa Pao District, Chiang Rai Province. **Thai Journal of Forestry** 39(1): 165-175. (in Thai)
- Nuriyah, S., A. A. Yusuf, W. Hermawan & T. Husodo. 2021. **Ecosystem Services From Honey Bees Apis cerana Fabr. In Taman Hutan Raya (Tahura) Ir. H. Djuanda Dago Expert Bandung Ecology and Economically**. pp. 1-5. In Proceeding of 4th International Conference on Sustainability Science (CSS2020), April 7, 2021, E3S Web of Conferences 249, Bandung, Indonesia <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124903016>
- Phankaew, C. 2016. Apiculture and pollinator industry survey in Thailand. **International Journal of Agricultural Extension** 4(2): 95-103. <https://esciencepress.net/journals/index.php/IJA> E/article/download/1521/883
- Porto, R. G., R. F. Almeida, O. Cruz- Neto, M. Tabarelli, B. F. Viana, C. A. Peres & A. V. Lopes. 2020. Pollination ecosystem services: A comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. **Food Security** 12: 1425-1442. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01043-w>
- Ricketts, T. H., J. Regetz, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, A. Bogdanski, B. Gemmill-Herren, S. S. Greenleaf, A. M. Klein, M. M. Mayfield, L. A. Morandin, A. Ochieng & B. F. Viana. 2008. Landscape effects on crop pollination services: Are there general patterns?. **Ecology Letters** 11(5): 499-515. <https://doi:10.1111/j.1461-0248.2008.01157.x>
- Sampantamit, T., W. Markphan, W. Klawech, N. Sutummawong & S. Roongtawanreongsri. 2013. Conservation of Local Wisdom on Bees Hunting for Sustainable Utilization: Case Study at Pra Buddha Cave Community a Boundary between Trang and Nakhon Si Thammarat Province. **Thaksin University Journal** 16(2): 55-66. (in Thai)
- Sanpatong district agricultural extension office. 2020. Technology of bee pollination for increasing longan production. **Journal of Agricultural Extension** 53(294): 27-29. (in Thai)

- Stewart, A. B., T. Sritongchuay, P. Teartisup, S. Kaewsomboonl & S. Bumrungsri. 2018. Habitat and landscape factors influence pollinators in a tropical megacity, Bangkok, Thailand. **Peer Journal** (7): Article e5335. <https://doi.org/10.7717/peerj.5335>
- Theanworrakant, N., L. Yapanan, C. Thangsirimongko & S. Thophon. 2017. Pollination Efficacy of Stingless Bee (*Tetragonula pagdeni*) to Increase Yield of Bitter Guard in the Fields. **SDU research journal of science and technology** 10(3): 171-186. (in Thai)
- Thongprom, A. 2018. **Introduction of Agro-ecosystem for apply in sustainable agriculture.** Technology Transfer and Development Bureau, Agricultural Land Reform Office (in Thai) https://alro.go.th/uploads/org/khonkaen/download/article/article_20190401165454.pdf (Accessed: May 1, 2024)
- Treetrapetch, N., T. Jamjumrus & W. Chantanasombat. 2021. Factors affecting the success of Thai beekeepers in beekeeping. **Journal of Social Science and Buddhistic Anthropology** 6(5): 359-377. (in Thai)