

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดการข้อมูลพรรณไม้ และแสดงข้อมูล พรรณไม้ด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ในพื้นที่สวนรุกขชาติห้วยแก้ว

พรwana รัตนชูโชค

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50300

E-mail: ponwana.r@g.cmru.ac.th

รับบทความ: 29 มีนาคม 2563 แก้ไขบทความ: 26 ตุลาคม 2563 ยอมรับตีพิมพ์: 7 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ และแสดงข้อมูลพรรณไม้ด้วยคิวอาร์โค้ด กลุ่มที่ศึกษาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้านี้ ประกอบด้วย กลุ่มผู้ให้ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพรรณไม้ ได้แก่ ตัวแทนจากสวนรุกขชาติห้วยแก้วจำนวน 3 ท่าน ได้มาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบ ได้แก่ ตัวแทนจากสวนรุกขชาติห้วยแก้ว และตัวแทนนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษาจำนวน 5 ท่าน ได้มาจากการชักตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มผู้ประเมินความพึงพอใจของระบบ ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และผู้ที่เข้าเยี่ยมชมสวนรุกขชาติห้วยแก้วจำนวน 30 ท่าน ได้มาจากรีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย การสัมภาษณ์ การสอบถาม แบบประเมินประสิทธิภาพ แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติพรรณนา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยผลจากการวิจัยครั้งนี้ได้ระบบสารสนเทศที่สามารถจัดการข้อมูลพรรณไม้ แสดงข้อมูลพรรณไม้ด้วยคิวอาร์โค้ด แสดงแผนที่ตำแหน่งที่ตั้งพรรณไม้ ตลอดจนการเก็บปริมาณคาร์บอนของต้นไม้ นอกจากนี้ผู้ดูแลระบบสามารถจัดการโดย เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลรายละเอียดของพรรณไม้อีกด้วย โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ และมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบเท่ากับ 4.16 และ 4.26 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คิวอาร์โค้ด ฐานข้อมูล

Geographic Information System for Managing Plant Data and Displaying Plant Data Using QR Code Technology in the Area of Huay Kaeo

Ponwana Rattanachuchok

Department of Computer, Faculty of Science and Technology,
Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai 50300, Thailand
E-mail: ponwana.r@g.cmru.ac.th

Received: 29 March 2020 Revised: 26 October 2020 Accepted: 7 November 2020

Abstract

The objective of this research was to develop geographic information system for managing and displaying plant data using QR code. The participant groups used in this study consisted of people who provided and verified the plant species information, i.e., 3 representatives from Huay Kaeo Arboretum, obtained by purposive sampling. The second participants evaluating the efficiency of the system consisted of 5 representatives from the Huay Kaeo Arboretum and academic representatives from higher education institutions, also obtained by purposive sampling. The last participant group evaluating the system satisfaction consisted of 30 students of Chiang Mai Rajabhat University and visitors off Huay Kaeo Arboretum, obtained by simple random sampling. The research instruments consisted of interview, questioning, evaluation form, and satisfaction assessment form. Data were analyzed by descriptive statistics, mean and standard deviation. This research findings revealed a geographic information system for managing plant data, displaying plant data by QR code, location, map and the carbon storage capacity of each plant. In addition, administrators can manage data by, adding, deleting or editing plant information. The efficiency of the system passed the evaluation conducted by experts and the evaluation of the users' satisfaction with an average of 4.16 and 4.26 respectively, which were considered as high level.

Keywords: Geographic information system, QR code, Database

บทนำ

สวนรุกขชาติห้วยแก้ว ตั้งอยู่เชิงดอยสุเทพ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 344 เมตร เป็นพื้นที่

ค่อนข้างราบมีลักษณะหินเป็นหินแกรนิตผสมหินลูกรัง เป็นพื้นที่ที่อยู่ใจกลางเมือง พรรณไม้ที่พบเป็นพรรณไม้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และ

ปลูกเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการศึกษาธรรมชาติ มีพรรณไม้ดั้งเดิมขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นในอดีตได้มีการทำไม้ซุง (ไม้สัก) ออกมาใช้ตามความจำเป็น ดังนั้นพรรณไม้ที่เหลืออยู่จึงเป็นพรรณไม้ที่มีอายุเก่าแก่ และภายในสวนรุกขชาติห้วยแก้วมีอาคารศูนย์นิทรรศการ โรงเรียนกล้วยไม้ เส้นทางศึกษาธรรมชาติ สวนรุกขชาติเป็นแหล่งเรียนรู้ข้อมูลพรรณไม้ที่สำคัญยิ่งภายในตัวเมือง (Forest and Plant Conservation Research Office, 2020) และยังไม่มีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่ในรูปของระบบสารสนเทศที่สามารถเรียกใช้งาน ได้ตามความต้องการ

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีในการจัดการฐานข้อมูล เช่น จัดทำฐานข้อมูลที่เผยแพร่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถสืบค้น เข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา และเก็บข้อมูลยังสามารถเก็บได้ทั้ง ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ดั้งในงานวิจัยเรื่อง ฐานข้อมูลพรรณไม้ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มีการพัฒนาฐานข้อมูลพรรณไม้ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 165 ชนิด และได้บันทึกข้อมูลพรรณไม้ พร้อมภาพถ่ายรายละเอียดส่วนต่าง ๆ (Rueangwiryayan and Kulachan, 2016) นอกจากนี้ยังมีอีกหลายหน่วยงานที่มีการพัฒนาฐานข้อมูลพรรณไม้ เช่น University of Connecticut, USA (2015) Kwantlen Polytechnic University, Canada (2020) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว (Pibulsongkram Rajabhat University, 2020) โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก (Lahansai Ratchadapisek School, 2020) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (Ubon Ratchathani University, 2019)

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นระบบสารสนเทศที่เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ หรือข้อมูลที่สามารถระบุพิกัดตำแหน่ง โดยมีการใช้เทคโนโลยีเพื่อดำเนินการในการรวบรวม และจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ สามารถเรียกใช้โดยกำหนดเงื่อนไขและแสดงผลตามเงื่อนไขที่ระบุในรูปแบบที่มีการอ้างอิงเชิงพิกัดพื้นที่ (Geo-informatics Center for Thailand, 2019) แสดงรูปแบบข้อมูลทางแผนที่ต่าง ๆ เข้าด้วยกันซึ่งช่วยให้มองเห็น และเข้าใจภาพรวมทั้งหมดที่แสดงออกมาผ่านแผนภูมิหรือแผนที่ เช่น มหาวิทยาลัยฮาวาย วิทยาเขตนานาชาติพัฒนาระบบแสดงพิกัดของต้นไม้ภายในบริเวณมหาวิทยาลัย เมื่อเลือกพิกัดแสดงภาพและข้อมูลพรรณไม้ของพิกัดนั้น (University of Hawaii, 2019) และกรมวิชาการเกษตรสหรัฐอเมริกา จัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับพืชเพื่อสนับสนุนด้านวิชาการศึกษาและการใช้งานทั่วไป (United States Department Agriculture, 2019) และเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด (QR Code) เป็นเครื่องหมายรหัส 2 มิติ ที่พัฒนามาจากบาร์โค้ด สามารถเก็บข้อมูลประเภทข้อความ ที่ประกอบด้วยตัวเลขและตัวอักษร มีการนำไปใช้ประโยชน์หลายด้านทั้งในเชิงพาณิชย์ การศึกษา การรักษาความปลอดภัย บริการทางการแพทย์ การท่องเที่ยว การตลาด และการบริการลูกค้า เพื่อความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้งานในการเชื่อมโยงแสดงรายละเอียดข้อมูลที่ต้องการ (Boonrojwong and Praporntrakarn, 2017) ดั้งในงานวิจัยการสร้างระบบสืบค้นข้อมูลต้นไม้โดยใช้เทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน ที่เป็นการอำนวยความสะดวกแก่ผู้สนใจ ในการสืบค้นข้อมูลพรรณไม้ผ่านทางเครื่องมือสารสนเทศต่าง ๆ เช่น สมาร์ท-

โฟน ได้ (Suntornmeth *et al.*, 2017) นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอีกหลายหน่วยงานที่ใช้คิวอาร์โค้ดในการสืบค้นข้อมูลพรรณไม้ เช่น องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (Sanga Sabhasri Research and Development Department, The Botanical Garden Organization, 2019) มหาวิทยาลัยทักษิณวิทยาเขตพัทลุง พัฒนาระบบฐานข้อมูลพรรณไม้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Thaksin University, 2020) และโรงเรียนวัดพรหมสาคร (Watpromsakorn School, 2020)

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ มาประยุกต์ในการจัดการข้อมูลพรรณไม้ และพัฒนาฐานข้อมูลเผยแพร่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สามารถสืบค้น เข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา แสดงรายละเอียดของพรรณไม้ หรือใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อจัดเก็บพิกัดของพรรณไม้พร้อมแสดงแผนที่ของพรรณไม้ในพื้นที่ศึกษา รวมถึงเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ดช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานข้อมูลได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การเผยแพร่เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการพรรณไม้มุ่งกล่าวลงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแก่เยาวชนและผู้สนใจทั่วไป ยังเป็นการส่งเสริมให้ชุมชนได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับพรรณไม้ได้ด้วยตนเองอันไปสู่การสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนอีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ และแสดงข้อมูลพรรณไม้ด้วยคิวอาร์โค้ด เพื่อให้ชุมชนได้ใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นร่วมกันส่งเสริมการพัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวทางการดำเนินงานตามกรอบแผนแม่บท กรอบ

ที่ 2 กรอบการใช้ประโยชน์ ของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ในด้านการบันทึกลงระบบฐานข้อมูลและมีระบบที่เชื่อมต่อถึงกันได้ทั่วประเทศ เผยแพร่ข้อมูลโดยสื่อต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ ด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่

1) กลุ่มผู้ให้ข้อมูลพรรณไม้ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพรรณไม้ คัดเลือกโดยชักตัวอย่างแบบเจาะจงตามหลักการของเหตุผลโดยให้มีความสอดคล้องกับปัญหาการวิจัย (Vallakitkasemsakul, 2011) เป็นผู้ซึ่งมีความรู้ด้านพรรณไม้ในพื้นที่ ประกอบด้วยนักวิชาการป่าไม้ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในหน่วยงาน ที่มีความสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งการศึกษานี้ได้คัดเลือกตัวแทนจากสวนรุกขชาติห้วยแก้ว จำนวน 3 คน

2) กลุ่มผู้ประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ คัดเลือกโดยการชักตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเป็นผู้มีส่วนในการใช้งานระบบ และมีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านระบบสารสนเทศ เป็นตัวแทนจากสวนรุกขชาติห้วยแก้ว และตัวแทนนักวิชาการจากสถาบันอุดมศึกษาจำนวน 5 คน

3) กลุ่มผู้ประเมินความพึงพอใจของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่-ใหม่ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 56 คน และผู้ที่เข้าเยี่ยมชมสวนรุกขชาติห้วยแก้วในช่วง

เดือน ธันวาคม 2562 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย เป็นการสุ่มที่ประชากรที่มีจำนวนไม่มากนักแต่มีโอกาสอย่างเท่าเทียมกัน และเป็นอิสระจากกันที่จะได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง เหมาะสำหรับใช้กับประชากรที่มีสภาพคล้ายคลึงกัน (Vallakitkasemsakul, 2011) ได้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาจำนวน 20 คนและผู้ที่เกี่ยวข้องในสวนรุกขชาติห้วยแก้ว จำนวน 10 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ โดยผู้เชี่ยวชาญ

2) แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้

แบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ซึ่งมีระดับมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของ Likert (1932) ดังนี้

4.51 – 5.00 อยู่ในระดับ มากที่สุด

3.51 – 4.50 อยู่ในระดับ มาก

2.51 – 3.50 อยู่ในระดับ ปานกลาง

1.51 – 2.50 อยู่ในระดับ น้อย

1.00 – 1.50 อยู่ในระดับ น้อยที่สุด

การศึกษารวบรวมข้อมูลพรรณไม้

การศึกษาข้อมูลพรรณไม้ภายในสวนรุกขชาติห้วยแก้ว คณะผู้วิจัยศึกษาโดยแบ่งกลุ่มนักศึกษาออกเป็นกลุ่ม ลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลพรรณไม้ เช่น ลักษณะของพรรณไม้ ตำแหน่งพรรณไม้ ภาพถ่ายพรรณไม้ ตามจุดต่าง ๆ ภายในพื้นที่ ประกอบกับข้อมูลเดิมที่ทางหน่วยงานได้จัดเก็บในรูปแบบของข้อมูลดิบ จากนั้นร่วมกันศึกษาข้อมูลรายละเอียดเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูล

เช่น ฐานข้อมูลพรรณไม้องค์การสวนพฤกษศาสตร์หอพรรณไม้กรมอุทยานแห่งชาติ หนังสือพรรณไม้เมืองไทย จากนั้นคณะผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลอีกครั้งก่อนนำเข้าข้อมูลสู่ฐานข้อมูล



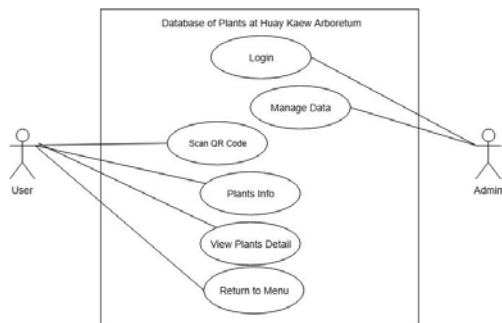
ภาพที่ 1 การรวบรวมข้อมูลพรรณไม้ (ก) สวนรุกขชาติห้วยแก้ว (ข) การร่วมกันศึกษาข้อมูลรายละเอียดพรรณไม้ (ค) ลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และ (ง) ตัวอย่างภาพถ่ายพรรณไม้ที่เก็บรวบรวม

การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้

หลังจากผู้วิจัยศึกษาและสำรวจข้อมูลพรรณไม้ สำรวจโดยการสังเกต สอบถาม สัมภาษณ์ จากนั้นคณะผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาพรรณไม้แยกรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูล และมีการวางแผนคิดการในการวิเคราะห์และออกแบบ สอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ สอบถามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ร่วมกันกำหนดหน้าที่ของผู้ดูแลระบบ สิทธิในการใช้งานส่วนของผู้ใช้งานทั่วไป และผู้ดูแลระบบ เมื่อสรุปประเด็น ทีมผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ ซึ่งแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ของสวนรุกขชาติห้วยแก้ว จากการรวบรวมข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่วิจัย จากนั้นวิเคราะห์และออกแบบจัดทำ use case diagram แสดงการทำงานของระบบ



ภาพที่ 2 Use case diagram ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้

จากภาพที่ 2 ผู้ดูแลระบบเป็นผู้นำเข้าข้อมูลพรรณไม้ที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่วิจัย

ซึ่งต้องล็อกอินเข้าสู่ระบบก่อน จากนั้นผู้ดูแลระบบสามารถจัดการ เพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลพรรณไม้ ด้านของผู้ใช้งานทั่วไปสามารถศึกษาข้อมูลพรรณไม้ รายละเอียดพรรณไม้ ประกอบด้วยภาพพรรณไม้ ตำแหน่งพรรณไม้ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ และสามารถเข้าถึงข้อมูลพรรณไม้ด้วยคิวอาร์โค้ด

2) การพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาระบบสารสนเทศโดยใช้ Yii PHP Framework เป็นเครื่องมือที่มีมาตรฐาน มีการวางโครงสร้างของไฟล์อย่างเป็นระบบ ภายใต้สถาปัตยกรรมแบบ MVC สามารถบำรุงรักษาแอปพลิเคชันในอนาคตได้ (Yii Framework, 2020) การจัดเก็บฐานข้อมูลใช้ MySQL เป็นโปรแกรมที่จัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับการดำเนินงานของแอปพลิเคชัน (Oracle, 2020) การแสดงข้อมูลแผนที่ตำแหน่งของพรรณไม้ใช้ Google Map API เป็นตัวเสริมในการเพิ่มแผนที่ตามข้อมูลใน Google Maps ในแอปพลิเคชัน (Google, 2020) และการแสดงข้อมูลพรรณไม้ด้วยคิวอาร์โค้ดใช้ PHP QRcode Library เป็นตัวเสริมสำหรับสร้างคิวอาร์โค้ดภายในแอปพลิเคชัน (MkDocs, 2014)

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ที่พัฒนาสามารถแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของพรรณไม้ ได้แก่ ชื่อไทย ชื่อวิทยาศาสตร์ ลักษณะทั่วไปทางพฤกษศาสตร์ ภาพแสดงพรรณไม้ พิกัดที่พบพรรณไม้นั้นในพื้นที่ศึกษา รวมถึงคำนวณ

ปริมาณคาร์บอนของต้นไม้ และส่วนของผู้ใช้งานสามารถค้นหาข้อมูลพรรณไม้ได้โดยค้นจากชื่อไทย ชื่อวิทยาศาสตร์ วงศ์ ลักษณะใบ ดอก ผล ประโยชน์ การขยายพันธุ์ ประเภทป่าได้ โดยระบบสารสนเทศนี้สามารถจัดการเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลพรรณไม้ เพื่อให้ถูกต้องและเป็นปัจจุบันได้ตลอดเวลา ในส่วนของภาพพรรณไม้สามารถเก็บภาพได้หลายภาพ อีกทั้งยังสามารถสร้างคิวอาร์โค้ดสำหรับแสดงข้อมูลพรรณไม้ของต้นไม้แต่ละชนิดเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลพรรณไม้ผ่านทางคิวอาร์โค้ดได้ โดยตัวคิวอาร์โค้ดได้พิมพ์ลงในแผ่นพลาสติกจากนั้นนำไปติดตั้งโดยการตอกติดกับต้นไม้ในพื้นที่ด้วยตะปู ตัวอย่างข้อมูลพรรณไม้ ตำแหน่งที่ตั้ง และคิวอาร์โค้ดแสดงในภาพที่ 3

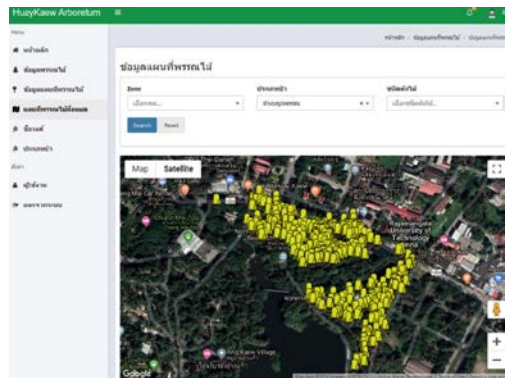
ข้อมูลพรรณไม้ที่นำเข้าสู่ระบบผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยข้อมูลพรรณไม้จำนวน 226 ชนิด จำนวนต้นไม้ 1,600 ต้น พรรณไม้ที่พบในพื้นที่ เช่น สัก ยางนา สนสองใบ สมอไทย รกฟ้า มุนนาค ข้อมูลที่นำเข้าประกอบด้วย ชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ลักษณะ ใบ ดอก ผล ประโยชน์ ประเภทป่า การขยายพันธุ์ แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม ตำแหน่งพรรณไม้ รูปภาพ และข้อมูลดิบสำหรับการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ตัวอย่างข้อมูลพรรณไม้แสดงดังตาราง 1

การคำนวณการกักเก็บปริมาณคาร์บอนใช้วิธีการศึกษามวลชีวภาพในป่าไม้ของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมนิเวศวิทยาอุตสาหกรรม (Eco Industry Research and Training Center, 2020) ในการหาปริมาณคาร์บอนของต้นไม้ในชนิดต่าง ๆ ที่มีขนาด DBH มากกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยข้อมูลดิบที่ใช้คำนวณการกักเก็บปริมาณคาร์บอนได้มา

จากสวนรุกขชาติห้วยแก้ว จากนั้นคณะผู้วิจัยพัฒนาระบบให้สามารถคำนวณหาการกักเก็บปริมาณคาร์บอนโดยใช้สมการแอลโลเมตริก (ตาราง 2)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3 ข้อมูลพรรณไม้ (ก) ข้อมูลพรรณไม้พร้อมคิวอาร์โค้ด (ข) ข้อมูลตำแหน่งของพรรณไม้ และ (ค) คิวอาร์โค้ดที่พิมพ์บนแผ่นพลาสติกนำไปตอกติดกับต้นไม้ในพื้นที่ด้วยตะปู

ตาราง 1 ตัวอย่างข้อมูลพรรณไม้

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์
สัก	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Lamiaceae
ยางนา	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb. ex G.Don	Dipterocarpaceae
สนสองใบ	<i>Pinus merkusii</i> Jungh.& de Vriese	Pinaceae
สมอไทย	<i>Terminalia chebula</i> Retz.	Combretaceae
รกฟ้า	<i>Pentaptera tomentosa</i> Roxb. ex DC.	Combretaceae
บุหงา	<i>Mesua ferrea</i> L.	Calophyllaceae

ตาราง 2 สมการแอลโลเมตริกที่ใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้

ชนิดป่า	สมการ	ที่มา
ป่าดิบเขา	$W_S = 0.0509 D^2 H^{0.919}$ $W_B = 0.00893 D^2 H^{0.977}$ $W_L = 0.0140 D^2 H^{0.669}$ $W_R = 0.0313 D^2 H^{0.805}$	Tsutsumi <i>et al.</i> (1983)
ป่าเบญจพรรณ	$W_S = 0.0396 D^2 H^{0.9326}$	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
ป่าเต็งรัง	$W_B = 0.003487 D^2 H^{1.0270}$ $W_L = (28.0/W_{tc} + 0.025)^{-1}$	

หมายเหตุ: D = เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร), H = ความสูง (เมตร), W_S = มวลชีวภาพ ส่วนของลำต้น (กิโลกรัม), W_B = มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม), W_L = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม), W_R = มวลชีวภาพส่วนราก (กิโลกรัม) และ $W_{tc} = W_S + W_B$

ผลการคำนวณคาร์บอนกักเก็บจากผลคูณของมวลชีวภาพ $\times 0.5$ ได้ผลดังภาพที่ 6

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

การประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้สวนรุกขชาติห้วยแก้ว จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1.) ด้านประสิทธิภาพการใช้งานของระบบสารสนเทศ ประกอบด้วย การค้นหาข้อมูล การคำนวณปริมาณคาร์บอน การแสดงข้อมูลตำแหน่งพรรณไม้ การนำเสนอข้อมูลครบถ้วน การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล การ

แสดงข้อความแจ้งเตือนเมื่อใช้งานไม่ถูกต้อง และความเร็วในการแสดงผลของระบบ 2) ด้านการออกแบบ การจัดรูปแบบ และการแสดงผล ประกอบด้วย ข้อมูลและภาพประกอบมีความเหมาะสม รูปแบบการจัดองค์ประกอบชัดเจนใช้งานง่าย ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง เหมาะสม เข้าใจง่าย ระบบมีสีสันที่เรียบง่าย สวยตา มีการจัดชุดข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ การจัดหน้าจอมีการแบ่งหน้าสอดคล้องกันง่ายต่อการใช้งาน การเชื่อมโยงในแต่ละส่วนแสดงผลรวดเร็ว 3) ด้านการนำไปใช้ ประกอบด้วย ระดับการได้รับความรู้เพิ่ม

ขึ้น ประโยชน์ของระบบ และการนำไปประยุกต์
ใช้งาน 4) ด้านความพึงพอใจโดยรวม ประกอบ
ด้วย คุณภาพของเนื้อหา การออกแบบ และ
ความพึงพอใจต่อระบบสารสนเทศ ผลการประเมิน

(ตาราง 3) พบว่า ประสิทธิภาพของระบบสาร-
สนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้สวนรุกข-
ชาติห้วยแก้วได้ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 ด้านเท่ากับ
4.16 (SD = 0.31)

ID	Zone	ประเภทป่า	ชนิดต้นไม้	Latitude	Longitude	GBH(cm)	Ht(m)	Cabor T/ha
1	2	ป่าเต็งรัง	กรวยป่า	18.81019573	98.94915946	74.20	12.10	0.48
2	4	ป่าเต็งรัง	กรวยป่า	18.80973503	98.95001374	69.00	15.70	0.54
3	11	ป่าเต็งรัง	กรวยป่า	18.80934707	98.9525478	26.20	8.10	0.05
4	14	ป่าเต็งรัง	กรวยป่า	18.80875961	98.95257643	29.00	6.00	0.04
5	7	ป่าเต็งรัง	กรวยป่า	18.80983466	98.95080142	85.40	10.60	0.55

ภาพที่ 6 ส่วนของการคำนวณปริมาณคาร์บอนของต้นไม้แต่ละต้น

ตาราง 3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลผล
1. ด้านประสิทธิภาพการใช้งานของระบบสารสนเทศ	4.25	0.59	มาก
2. ด้านการออกแบบ การจัดรูปแบบระบบ และการแสดงผล	3.86	0.70	มาก
3. ด้านการนำไปใช้	4.33	0.58	มาก
4. ด้านความพึงพอใจโดยรวม	4.52	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.16	0.31	มาก

ผลการสอบถามความพึงพอใจการใช้งาน
ของระบบ

จากการสอบถามความพึงพอใจของการ
ใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูล
พรรณไม้สวนรุกขชาติห้วยแก้วของผู้ใช้ด้วยแบบ
สอบถามจากผู้ใช้งานประกอบด้วยนักศึกษามหา-
วิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และผู้ที่เข้าเยี่ยมชมสวน
รุกขชาติห้วยแก้ว รวมทั้งสิ้น 30 คน (ตาราง 4)
พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งาน
ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูล
พรรณไม้โดยผู้ใช้งานในแต่ละด้านอยู่ในระดับ
มาก ส่วนด้านความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับ

มากที่สุด

อภิปรายผล

จากการสำรวจข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่
สวนรุกขชาติห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียง-
ใหม่ สวนรุกขชาติ ห้วยแก้วนับเป็นแหล่งเรียนรู้
ด้านพรรณไม้ มีการเปิดตัวเป็นป่าในเมืองเพื่อ
เป็นสถานที่พักผ่อน ศึกษาข้อมูลพรรณไม้ แต่ยังไม่
มีการเก็บรวบรวมข้อมูลพรรณไม้ในรูปแบบของ
ระบบสารสนเทศ เมื่อมีการพัฒนาระบบและนำ
ระบบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มที่ศึกษา
ให้ความสนใจกระบวนการและวิธีการของระบบ

ตาราง 4 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบของผู้ใช้ทั่วไป

รายการประเมิน	Mean	SD	แปลผล
ด้านประสิทธิภาพการใช้งานของระบบสารสนเทศ			
1. ระบบสามารถแสดงข้อมูลได้ตามความต้องการ	4.33	0.55	มาก
2. ระบบมีรูปแบบการจัดองค์ประกอบที่ชัดเจน และใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.27	0.64	มาก
3. ระบบมีการจัดชุดข้อมูลอย่างเป็นระเบียบ	4.17	0.83	มาก
4. ระบบมีการเชื่อมโยงข้อมูลในแต่ละส่วนที่เกี่ยวข้องกันมาแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว	4.27	0.91	มาก
รวม	4.25	0.50	
ด้านการออกแบบ การจัดรูปแบบระบบ และการแสดงผล			
1. ระบบมีสีสันทันดูเรียบง่าย สบายตา	4.27	0.74	มาก
2. รูปแบบหน้าจอ การแบ่งหน้ามีความสอดคล้องกันทั้งหน้าจอทำให้ง่ายต่อการใช้งาน	4.30	0.65	มาก
3. ขนาดรูปภาพ และข้อความ มีการแสดงผลที่ชัดเจน เหมาะสม	4.30	0.70	มาก
4. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน ถูกต้อง เหมาะสมทำให้ผู้ใช้เข้าใจได้โดยง่าย	4.40	0.72	มาก
รวม	3.86	0.70	มาก
ด้านการนำไปใช้			
1. ระบบสารสนเทศพรรณไม้ทำให้มีความรู้มากขึ้นในระดับใด	4.07	0.74	มาก
2. ระบบสารสนเทศพรรณไม้ท้องถิ่นมีประโยชน์ในระดับใด	4.23	0.73	มาก
3. ระบบสารสนเทศพรรณไม้นำไปประยุกต์ใช้ได้ในระดับใด	4.27	0.69	มาก
รวม	4.33	0.58	มาก
ด้านความพึงพอใจโดยรวม			
1. ความพึงพอใจในคุณภาพของเนื้อหา	4.37	0.56	มาก
2. ความพึงพอใจในการออกแบบเว็บไซต์	4.13	0.68	มาก
3. ความพึงพอใจในเว็บไซต์	4.23	0.63	มาก
รวม	4.52	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.26	0.50	มาก

เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะการรวบรวมข้อมูลพรรณไม้ไว้ในระบบที่เหมาะสมแก่การเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องข้อมูลพรรณไม้ของผู้ที่มาทำกิจกรรม และศึกษาดูงานในพื้นที่ ทำให้สามารถใช้งานได้ง่าย ทั้งกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์แบบพกพาทุกชนิด ผลลัพธ์ของระบบได้แสดงในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งภาพนิ่ง แผนที่แสดงตำแหน่งพรรณไม้ รวมถึงการกักเก็บปริมาณคาร์บอนของต้นไม้แต่ละต้น และข้อความที่แสดงรายละเอียดสำคัญของพรรณไม้ เช่น ลักษณะทั่วไปทาง

ภูมิศาสตร์ ตลอดจนการใช้ประโยชน์ ซึ่งคล้ายคลึงกับฐานข้อมูลพรรณไม้ขององค์การสวนพฤกษศาสตร์ (Sanga Sabhasri Research and Development Department, The Botanical Garden Organization, 2019) ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่พัฒนาได้ผ่านการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านประสิทธิ-

ภาพการใช้งานของระบบสารสนเทศ ด้านการออกแบบ การจัดรูปแบบการแสดงผล และด้านการนำไปใช้ เมื่อนำไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างพบว่า ผู้ใช้งานสนใจในแหล่งความรู้ และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการสร้างระบบสืบค้นข้อมูลด้วยเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด ในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาทิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดน่าน (Suntornmeth *et al.*, 2017) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (Kuntun, 2009) และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Rueangwiriyanan and Kulachan, 2016)

ผลจากการวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายผู้ใช้งานระบบมีความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลพรรณไม้มากยิ่งขึ้น จากเดิมต้องศึกษาเพิ่มเติมภายในเอกสารอ้างอิงภายในศูนย์นิทรรศการเท่านั้น และกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้งานภายในหน่วยงาน ให้ความสนใจระบบเป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถจัดการเพิ่ม ลบ แก้ไข ค้นหา ข้อมูลพรรณไม้ได้ตลอดเวลา ทั้งยังสามารถสร้างคิวอาร์โค้ดของข้อมูลพรรณไม้ ให้หน่วยงานสามารถนำไปใช้งานต่อได้ รวมไปถึงสามารถคำนวณหาปริมาณคาร์บอนของต้นไม้แต่ละต้น นอกจากนี้ทางหน่วยงานมีแนวคิดนำระบบสารสนเทศไปใช้สำหรับผู้ที่มาศึกษาดูงานภายในพื้นที่ ใช้เป็นแหล่งความรู้ของป่าในเมือง เป็นศูนย์รวมข้อมูลพรรณไม้ให้กับนักเรียน นักศึกษาที่มาศึกษาดูงานในสวนรุกขชาติห้วยแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ได้ และทางหน่วยงานยังต้องการสื่อในรูปแบบอื่น ๆ ที่สามารถให้ความรู้กับผู้ที่เข้ามาเยี่ยมชมพรรณไม้ในพื้นที่ ส่วนผลจากการประเมินประสิทธิภาพ

ของระบบจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมากนั้น มีด้านการออกแบบ การจัดรูปแบบระบบ และการแสดงผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.86 นั้นทางคณะผู้วิจัยได้ทบทวนถึงจุดบกพร่องของระบบและปรับแก้ระบบให้รองรับการบันทึกข้อมูลพรรณไม้ในรูปแบบภาษาอังกฤษอีกด้วย

สรุปผล

จากผลการวิจัยพบว่า ข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่สวนรุกขชาติห้วยแก้ว ยังไม่มีการจัดเก็บรวบรวมไว้ในระบบสารสนเทศที่ง่ายต่อการค้นหา และใช้ประโยชน์ เมื่อจัดทำระบบดังกล่าวขึ้นในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ทำให้สามารถบริหารจัดการกับข้อมูลต่าง ๆ ของพรรณไม้ได้โดยง่าย ผู้ใช้งานสามารถศึกษาข้อมูลพรรณไม้ได้ตลอดเวลาผ่านทางเครื่องมือต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ไอแพด สมาร์ทโฟน โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดการข้อมูลพรรณไม้ที่พัฒนาได้ผ่านการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วว่ามี ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากก่อนนำไปใช้ และพบอีกว่ามีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากเช่นกัน ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์มีดังนี้ 1) สามารถนำไปใช้เป็นสื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องพรรณไม้ ในพื้นที่สำหรับผู้มาศึกษาดูงาน หรือนักเรียนที่มาทำกิจกรรมภายในสวนรุกขชาติห้วยแก้ว 2) ควรนำเอากิจกรรมที่ได้ดำเนินการในพื้นที่ ไปขยายขอบเขตพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และไปเผยแพร่ให้กับหน่วยงานอื่นที่สนใจ ในการจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่ของตนเอง 3) ควรเพิ่มช่องทางการเรียนรู้เกี่ยวกับข้อมูลพรรณไม้ให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นไม้ ไปจนถึงการกักเก็บปริมาณคาร์บอน 4) ควรมีการพัฒนา

ระบบรูปแบบอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจในข้อมูลพรรณไม้ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสื่อมัลติมีเดีย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 โดยการสนับสนุนจาก โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) และขอบคุณ สวนรุกขชาติห้วยแก้ว ที่สนับสนุนการศึกษาข้อมูลพรรณไม้ในพื้นที่สวนรุกขชาติห้วยแก้ว

เอกสารอ้างอิง

- Boonrojwong, N., and Prapomtrakam, K. (2017). Variety of QR code. **APHEIT Journal** 6(1): 117–126.
- Eco Industry Research and Training Center. (2020). **Methods of Studying Biomass in Forestry**. Retrieved from <https://op.mahidol.ac.th>, July 18, 2019.
- Forest and Plant Conservation Research Office (2020). **HuayKaeo Arboretum**. Retrieved from http://www.dnp.go.th/dnpresearch1/pages/Travel_Arboretum_N.html, July 13, 2020.
- Geo-informatics Center for Thailand. (2019). **Geographic Information System**. Retrieved from <http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html>, January 24, 2019.
- Google. (2020). **Google Maps Platform**. Retrieved from <https://developers.google.com/>

[maps/documentation/android-sdk/overview](https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk/overview), July 18, 2020.

- Kunton, N. (2009). The plant database development Prince of Songkla University, Hat Yai Campus. **Academic Service Journal, Prince of Songkla University** 20(1): 43–56.
- Kwantlen Polytechnic University. (2020). **Plant Database**. Retrieved from <https://plantdatabase.kpu.ca/plant/plantDetail/1699>, July 15, 2020.
- Lahansai Ratchadapisek School. (2020). **Plant Database**. Retrieved from http://lrp.ac.th/index.php?option=com_content&view=section&id=10&Itemid=22, July 15, 2020.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. **Archives of Psychology** 140: 1–55.
- MkDocs. (2014). **Qrcode Library**. Retrieved from <https://qrcode-library.readthedocs.io/en/latest/>, July 18, 2020.
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., and Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. **Natural and Life in Southeast Asia** 4: 49–80.
- Oracle. (2020). **MySQL Documentation**. Retrieved from <https://dev.mysql.com/doc/>, July 18, 2020.
- Pibulsongkram Rajabhat University. (2020). **Plant Database System**. Retrieved from <http://csit.psru.ac.th/~urairux/tree/>, July 15, 2020.
- Rueangwiriyanan, S., and Kulachan, T. (2016).

- Database of Plants ad Chiang Mai University. **Journal of Information Science** 34(3): 21–38.
- Sanga Sabhasri Research and Development Department, The Botanical Garden Organization. (2019). **BGO Plant Databases, The Botanical Garden Organization**. Retrieved from http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/search_page.asp, January 27, 2019.
- Suntornmeth, P., Pisjan, P., and Bualek, W. (2017). Information retrieval system of the tree by using QR code technology. **RMUTL Journal of Humanities and Social Sciences** 5(1): 1–13.
- Thaksin University. (2020). **Plant Database System, Faculty of Science and Technology**. Retrieved from <https://sc.sci.tsu.ac.th/plantsci/>, July 15, 2020.
- Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunalu, P., Dhanmanonda, P., and Prachaiyo, B. (1983). Forest: felling, burning and regeneration. In Kyuma, K. and Pairintra, C. (Eds.), **Shifting Cultivation** (pp. 13–62). Japan: Tokyo University.
- Ubon Ratchathani University. (2019). **Herbal Database, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Ubon Ratchathani University**. Retrieved from <http://www.phargarden.com/main.php>, July 15, 2020.
- United States Department Agriculture. (2019). **Plants Database**. Retrieved from https://plants.usda.gov/about_plants.html, July 15, 2020.
- University of Connecticut. (2015). **Plant Database**. Retrieved from <http://hort.uconn.edu/>, July 15, 2020.
- University of Hawaii. (2019). **UHM Campus Plants**. Retrieved from <http://manoa.hawaii.edu/landscaping/plantmap.php>, August 20, 2019.
- Vallakitkasemsakul, S. (2011). **Research Methodology in Behavioral Sciences and Social Sciences**. Udon Thani: Aksornsil Printing. (in Thai)
- Watpromsakorn School. (2020). **Plant Knowledge Tree**. Retrieved from <https://sites.google.com/site/plantpromsakorn/home> July 15, 2020.
- Yii Framework. (2020). **The Definitive Guide to Yii 2.0**. Retrieved from <http://www.yiiframework.com/doc-2.0/guide-index.html>, July 17, 2020.