



การศึกษาถิ่นอาศัยของพืชวงศ์โปโดสเต็มเอซีอี
Studies on habitats of Podostemaceae

เพ็ชรรัตน์ เวฬุคามกุล
วรารุฒิ พุทธิให้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



การศึกษาถิ่นอาศัยของพืชวงศ์โปโดสเต็มเอเซีย

เพ็ชรรัตน์ เวฬุคามกุล
วรารุฒิ พุทธิให้

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การศึกษาถิ่นอาศัยของพืชวงศ์โพโดสเต็มเอซีอี
 ผู้วิจัย : เพ็ชรรัตน์ เวหุคามกุล และวราวุฒิ พุทธรให้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

พืชวงศ์โพโดสเต็มเอซีอีมีถิ่นอาศัยจำเพาะ เจริญเติบโตอยู่บนหิน ตามแก่งและน้ำตก การศึกษาครั้งนี้ ทำการเปรียบเทียบพื้นที่การเจริญเติบโตของ *Dalzellia kailarsenii* M. Kato และ *Polypluerum wallichii* (R. Br.exGriff.) Warm. ในลำน้ำสะพุงเหนือ บริเวณศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 5 สะพุงเหนือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ จากการวัดพื้นที่การเจริญเติบโตของพืชสองชนิดนี้จากพื้นที่น้ำถึงตำแหน่งที่พืชอาศัยอยู่ พบว่า *D. kailarsenii* เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหินในช่วงความสูงระหว่าง 5-70 เซนติเมตรจากพื้นไต้น้ำ ในขณะที่ *P. wallichii* เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหินในช่วงความสูงระหว่าง 20-160 เซนติเมตร *D. kailarsenii* อยู่ในวงศ์ย่อย Tristichoideae เจริญเติบโตจำกัดอยู่ในพื้นที่บริเวณฐานของหินที่ความสูงเฉลี่ย 31.3 เซนติเมตร ในขณะที่ *P. wallichii* อยู่ในวงศ์ย่อย Podostemoideae เจริญเติบโตเกาะปกคลุมเกือบทั่วทั้งหมดของก้อนหิน ที่ความสูงเฉลี่ย 52.4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการปรับตัวของการครอบครองพื้นที่เพื่อการเจริญเติบโตของพืชวงศ์โพโดสเต็มเอซีอี โดยการบุกรุกเข้าไปอาศัยในแม่น้ำและเป็นการป้องกันการครอบครองพื้นที่โดยการแผ่อาณาเขตถิ่นที่อยู่อาศัย

คำสำคัญ: โพโดสเต็มเอซีอี, ถิ่นอาศัย, *Dalzellia*, *Polypluerum*



Studies on habitats of Podostemaceae

Petcharat Werukamkul

Waravut Puthai

This research project is supported by research grant of fiscal year 2019

Faculty of Science and Technology

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

Title : Studies on habitats of Podostemaceae
Researcher : Petcharat Werukamkul and Waravut Puthai Faculty of Science and
Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok

Abstract

The Podostemaceae are living in rapids and waterfall. The present study compares growth area of *Dalzellia kailarsenii* M. Kato and *Polypluerum wallichii* (R. Br.exGriff.) Warm. in a stream close to forest protection Phu Khiew Unit 5 Saphungnuea, Phu Khiew wildlife sanctuary in Chaiyaphum province. Both species were measured the distance from riverbed to growth area. *D. kailarsenii* were observed from 5-70 cm in height from the riverbed, while *P. wallichii* were observed from 20-160 cm. *D. kailarsenii* of Tristichoideae occurs on lower part of rocks (average 31.3 cm) while *P. wallichii* of Podostemoideae occurs on nearly whole part of rocks (average 52.4 cm). It may be implied that the adaptation of Podostemaceae occurred with the invasion into deep areas in rivers and the deviation of Podostemaceae occurred with expansion of habitat.

Key words : Podostemaceae, Habitats, *Dalzellia*, *Polypluerum*

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร. ละออ อัมพรพรรดี ที่ให้ความรู้ แนวคิดและคำแนะนำ ปรีक्षा พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาศิณ อังศุณิศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์สยาม ลางกุลเสน ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และพร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถิติ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนสำหรับการทำวิจัย

ผู้วิจัย

สารบัญ

| | |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | iii |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | v |
| กิตติกรรมประกาศ | vi |
| สารบัญ | vii |
| สารบัญตาราง | viii |
| สารบัญรูป | ix |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย | 1 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 2 |
| 2.1 ลักษณะโครงสร้างของพีชวงค์โพโตสเต็มเอชีอี | 2 |
| 2.2 ลักษณะพื้นที่ศึกษา | 4 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง | 5 |
| 3.1 พื้นที่ศึกษา | 5 |
| 3.2 วิธีดำเนินการศึกษา | 5 |
| 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล | 5 |
| บทที่ 4 ผลการศึกษา | 6 |
| 4.1 การวัดพื้นที่การเจริญเติบโตของพืช | 6 |
| 4.2 ความสูงของระดับน้ำ | 6 |
| 4.3 อุณหภูมิน้ำ | 6 |
| 4.4 ตำแหน่งของพื้นที่ที่พืชการเจริญเติบโต | 6 |
| บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 9 |
| 5.1 สรุปผลการศึกษา | 9 |
| 5.2 อภิปรายผล | 9 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ | 9 |
| บรรณานุกรม | 10 |
| ภาคผนวก | 13 |
| ประวัติผู้วิจัย | 17 |

สารบัญตาราง

| | |
|--|----|
| ตารางที่ 1 แสดงความสูงของระดับน้ำ และอุณหภูมิน้ำในเดือนมีนาคม 2559 ถึงมีนาคม 2560 | 14 |
| ตารางที่ 2 แสดงตำแหน่งต่ำสุดและสูงสุดของพืช <i>Dalzellia kaillarsenii</i> และ <i>Polypluerum wallichii</i> ที่เจริญเติบโตบนหิน | 15 |

สารบัญรูป

| | | |
|----------|--|---|
| รูปที่ 1 | แสดงตำแหน่งพื้นที่การเจริญเติบโตของ <i>Dalzellia kaillarsenii</i> และ <i>Polypluerum wallichii</i> | 7 |
| รูปที่ 2 | แสดงตำแหน่งพื้นที่การเจริญเติบโตเฉลี่ยของ <i>Dalzellia kaillarsenii</i> และ <i>Polypluerum wallichii</i> | 8 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

พืชวงศ์ Podostemaceae กระจายพันธุ์ในเขตศูนย์สูตรและเขตกึ่งศูนย์สูตร มีเพียง *Tristicha trifaria* ชนิดเดียว ที่พบทั้งซีกโลกตะวันตกและซีกโลกตะวันออก (Kita and Kato 2004) และ *Podostemum ceratophyllum* พบในเขตอบอุ่นทางตะวันออกของทวีปอเมริกาเหนือ ทั่วโลกมีพืชวงศ์นี้ประมาณ 54 สกุล 300 ชนิด (Koi et al., 2012) พืชชนิดแรกของวงศ์ Podostemaceae ที่พบในประเทศไทยน่าจะเป็น *Polyleurum schmidtianum* Warming พบที่เกาะช้าง จังหวัดตราด (Warming 1901) ความรู้ความเข้าใจต่อพืชวงศ์ Podostemaceae ในประเทศไทยถือว่ายังค่อนข้างน้อย ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากขนาดของพืชมีขนาดเล็ก ไม่มีสีสดดึงดูด จึงมักไม่ได้รับความสนใจเก็บมาศึกษา

พรรณพืชวงศ์ Podostemaceae มีการดำรงชีวิตที่เสี่ยงต่อการสูญหายได้ง่าย เนื่องจากพืชวงศ์นี้เกิดในขอบเขตทางภูมิศาสตร์แคบๆ เช่นพบอยู่ในพื้นที่เดียว หรือประเทศเดียว และพืชกลุ่มนี้ต้องเจริญเติบโตบนโขดหิน บริเวณพื้นที่เปิดในน้ำตกรหรือแก่งที่มีน้ำไหลเชี่ยว ที่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตามฤดูกาล พืชจะตายหากน้ำนิ่งหรืออยู่ในโคลนตม ช่วงชีวิตของโครงสร้างทางร่างกาย (vegetative) พืชจมอยู่ในน้ำที่ไหลเชี่ยวในฤดูฝน และเมื่อระดับน้ำลดลงในหน้าแล้งพืชจึงจะโผล่พ้นน้ำ และผลิตดอก ติดผล ซึ่งพืชโผล่พ้นน้ำเป็นเพราะการลดของระดับน้ำไม่ใช่เพราะพืชพัฒนาสูงขึ้นเหมือนพืชน้ำจืดอื่นๆ

ดังนั้นหากคุณภาพของน้ำหรือสิ่งแวดล้อมในถิ่นอาศัยเปลี่ยนแปลง หรือปัญหาโลกร้อนขึ้นในปัจจุบันทำให้ลมฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง หากเกิดน้ำท่วมขังหรือน้ำแล้งตลอดปี ย่อมมีผลกระทบต่อพืชกลุ่มนี้อย่างรุนแรงและในที่สุดอาจจะสูญหายไป และการปรากฏหรือสูญหายไปของพืชกลุ่มนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพต่อการเปลี่ยนแปลงของลมฟ้าอากาศและสิ่งแวดล้อมได้ระดับหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อมีองค์ความรู้ใหม่ในแง่นิเวศวิทยาของพืชวงศ์ Podostemaceae ในประเทศไทย
2. เพื่อเปรียบเทียบถิ่นอาศัยของ *Dalzellia kailarsenii* and *Polyleurum wallichii*

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ทำการศึกษากินถิ่นอาศัยของพืชวงศ์ Podostemaceae ตามแก่งและน้ำตกในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะโครงสร้างของพืชวงศ์ Podostemaceae

พืชวงศ์ Podostemaceae มีโครงสร้างทางสัณฐานที่มีลักษณะเฉพาะ แตกต่างจากพืชมีดอกทั่วไป ยกต่อการกำหนดส่วนของรากและลำต้นออกจากกัน (Rutishauser, 1997) รูปร่างของอวัยวะที่ไม่เกี่ยวกับเพศ (vegetative organ) คล้ายสาหร่าย ลิเวอร์เวิร์ตหรือไลเคนส์ ซึ่งสะท้อนได้จากการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชในอดีต เช่น *Alpinagia fucoides* (Mart. and Zucc.) Tul. มีรูปร่างคล้ายสาหร่ายสีน้ำตาล สกุล *Fucus* L. *Zeylanidium lichenoides* (Kurz.) Engl. มีลักษณะคล้ายไลเคนส์ หรือ *Willisia selaginoides* (Bedd.) Warm. ex Willis มีลักษณะคล้ายต้นตีนตุ๊กแก (*Selaginella* sp.) (Philbrick 1997) ส่วนดอกนั้นลดรูปมาก มีเพียงเกสรเพศผู้และรังไข่ที่เห็นเด่นชัด และเป็นลักษณะเดียวทางสัณฐานวิทยาที่แสดงว่าให้เห็นว่าพืชวงศ์นี้เป็นพืชมีดอก

รากของ Podostemaceae มีลักษณะเป็นแผ่นหรือแถบเกาะแน่นและคืบคลานไปบนหิน เป็นอวัยวะหลักของพืชและเห็นเด่นชัด ทำหน้าที่สังเคราะห์แสง ใบและหน่อดอก (flowering shoot) เกิดด้านบนของราก โดยทั่วไปรากของพืชมีดอกพัฒนามาจากรากแรกเกิด (radicle) แต่ต้นกล้าของ Podostemaceae ไม่มีรากแรกเกิด รากที่เห็นเป็นรากพิเศษ (adventitious root) เกิดจากเนื้อเยื่อด้านข้างบริเวณฐานของต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) และหน่อพิเศษ (adventitious shoot) เกิดจากราก (Rutishauser 1991 & 1997; Suzuki et al. 2002) ภายหลังมีตัวอย่างพืชสำหรับศึกษามากขึ้นจากการสำรวจ Kita and Kato (2005) ทำการศึกษา *Terniopsis brevis* M. Kato พบว่าพืชชนิดนี้มีรากแรกเกิด แต่รากที่ทำหน้าที่หลักยังเป็นรากพิเศษที่เกิดจากเนื้อเยื่อด้านข้างบริเวณฐานของต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง พืชใน *Hydrobryum* clade (สกุล *Hanseniella*, *Hydrobryum*, *Hydrodiscus* และ *Thawatchaia*) ไม่สร้างทั้งรากแรกเกิดและยอดแรกเกิด (plumule) (Koi et al., 2012) ต้นกล้าของ *Dalzellia zeylandica* Wight สร้างยอดแรกเกิดแต่หยุดการเจริญหลังจากมีใบเกิดขึ้นสองใบ และไม่สร้างทั้งรากแรกเกิดและรากพิเศษ แผ่นสีเขียวที่เกาะบนหินเป็นส่วนของต้นที่พัฒนามาจากเนื้อเยื่อบริเวณมุมระหว่างใบเลี้ยงและยอดแรกเกิด (Jäger-Zürn 1995; Imaichi et al. 2004) ลักษณะของต้นกล้าที่แตกต่างกันดังกล่าวทำให้พืชสมัยของ Podostemaceae มีรูปร่างหลากหลาย

การสืบพันธุ์ของ Podostemaceae ไม่ปรากฏการปฏิสนธิคู่และการสร้างเอนโดสเปิร์ม (Haig, 1990; Murguía-Sánchez et al., 2002; Sá-Haiad et al., 2010) ซึ่งเป็นลักษณะที่สำคัญของพืชมีดอก แต่แทนที่ด้วยการปฏิสนธิเดี่ยว (single fertilization) ซึ่งเป็นการปฏิสนธิระหว่างสเปิร์มตัวแรกกับเซลล์ไข่ และการสร้างนิวเคลียสโพลีพลอยด์ (nucellar plasmodium) เซลล์ภายในถุงเอ็มบริโอ (embryo sac) เต็มด้วยมีจำนวนน้อยกว่าที่พบในพืชดอกทั่วไป และไม่มีแอนติโพดัล (antipodal) ถุงเอ็มบริโอของพืชบางชนิดในสกุล *Inversodicraea*, *Tristicha*, *Vanroyenella* มี 4 นิวเคลียส- 4 เซลล์ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ 1 ซิเนอร์จิสต์ (synergids) 2 และเซลล์กลางหรือโพลาร์นิวเคลียส 1 (central cell or polar nucleus) (Murguía-Sánchez et al. 2002; Sikolia and Ochora 2008; Sikolia and Onyango 2009) การปฏิสนธิเดี่ยวของ *Inversodicraea* เกิดขึ้นเนื่องจากโพลาร์นิวเคลียสสลายไปเมื่อสเปิร์มตัวแรกได้หลอมรวมกับเซลล์ไข่ และสเปิร์มตัวที่สองยังอยู่ที่ปลายหลอดเรณู ดังนั้นจึงไม่มีการปฏิสนธิครั้งที่สองของโพลาร์นิวเคลียสกับสเปิร์มตัวที่สอง (Sikolia and Onyango 2009) ส่วน

ของ *Tristicha* เซลล์กลางสลายไปก่อนที่หลอดเรณูแทงเข้าสู่ถุงเอ็มบริโอ (Sikolia and Ochora 2008) สำหรับถุงเอ็มบริโอของ *Dalzellia zeylanica* (Gard.) Wight และ *Zeylanidium lichenoides* Engl. มี 3 นิวเคลียส- 3 เซลล์ ประกอบด้วย เซลล์ไข่ 1 ซิเนอร์จิสต์ 2 ไม่มี โพลาร์นิวเคลียสหรือเซลล์กลางเพราะได้สลายไปก่อนที่หลอดเรณูเจริญไปถึงไมโครไพล์ (Sehgal et al. 2011; Chaudhary et al. 2014) ส่วนนิวเซลลาพลาสมาเดี่ยวในถุงเอ็มบริโอเกิดจากการหลอมรวมของเซลล์ นิวเซลลัสและผนังเซลล์สลายไป ทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารให้แก่เอ็มบริโอ

วงศ์พืช Podostemaceae จำแนกโดยการวิเคราะห์ห้วงควานวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล (molecular phylogeny) ได้ 3 วงศ์ย่อย (Koi et al. 2012) ซึ่งมีความคล่องจองกับการวิเคราะห์ด้วยสัณฐานวิทยาของดอก (Cook and Rutishauser 2007) ได้แก่วงศ์ย่อย Tristichoideae Weddelinoideae และ Podostemoideae ประเทศไทยไม่พบวงศ์ย่อย Weddelinoideae ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอกใน Tristichoideae และ Weddelinoideae มีดอกสมมาตรตามรัศมี (actinomorphic) และมีกลีบรวม (tepal) เด่นชัด ขณะที่ Podostemoideae มีดอกสมมาตรด้านข้าง (zygomorphic) กลีบรวมลดรูปมีลักษณะคล้ายเข็มหรือเส้นด้าย และตาดอกหุ้มอยู่ในสแพเธลา (spathella) เกสรเพศเมียของ Podostemoideae และ Weddelinoideae ประกอบด้วยสองคาร์เพล (carpel) ส่วนของ Tristichoideae มีสามคาร์เพล ในด้านแบบอย่างการพัฒนาการของต้น วงศ์ย่อย Tristichoideae และ Weddelinoideae พบเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดเช่นเดียวกับพืชมีดอกทั่วไป (Imaichi et al., 2004) แต่พืชในวงศ์ย่อย Podostemoideae ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดของลำต้น เพราะสูญหายไปตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของการวิวัฒนาการ (Imaichi et al., 2005)

โครงสร้างพืชของวงศ์ย่อย Tristichoideae เป็นวงศ์ย่อยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานน้อยที่สุด และยังสามารถกำหนดส่วนของราก ลำต้นและใบได้ (Rutishauser 1997) ซึ่งรากมีลักษณะเป็นแถบแคบเกาะบนหิน ส่วนวงศ์ย่อย Podostemoideae มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดและมีความหลากหลายทางโครงสร้างมากที่สุด มักมีรากเป็นแผ่นกว้างเกาะแนบกับหิน จากการศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการของพืชตั้งแต่การงอกพบว่า วงศ์ย่อย Tristichoideae ยังเก็บรักษาเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดของลำต้นเช่นเดียวกับพืชมีดอกทั่วไป แต่ Podostemoideae ไม่มีเนื้อเยื่อเจริญส่วนยอดของลำต้น เพราะสูญหายไปตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของการวิวัฒนาการ (Imaichi et al. 2005) ในการศึกษาาระดับโมเลกุล ของสกุล *Dalzellia* ที่อยู่ในวงศ์ย่อย Tristichoideae มีแทลลัสแผ่เป็นแผ่นคล้ายรากของพืชบางสกุลในวงศ์ย่อย Podostemoideae (เช่น *Polypleurum*, *Hydrobryum*) จากการศึกษาด้านการพัฒนาการทางสัณฐานวิทยาของ *Dalzellia* พบว่าแผ่นแทลลัสนี้เป็นลำต้นเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญที่มุมของใบเลี้ยง (Imaichi et al. 2004)

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพืชวงศ์ Podostemaceae อาจจะเป็นผลของวิวัฒนาการแบบก้าวกระโดด (saltational evolution) (Koi and Kato 2010) ซึ่งเกิดขึ้นในขณะพืชวงศ์ Podostemaceae เริ่มเบนออกจากบรรพบุรุษที่เป็นพืชบก (Rutishauser and Huber 1991) และพัฒนาขึ้นในระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นกล้า ส่งผลให้เกิดความหลากหลายของโครงสร้างที่น่าพิศวงของ Podostemaceae เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศของประเทศไทยมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชวงศ์ Podostemaceae การกระจายพันธุ์ของพืชวงศ์นี้ เมล็ดไหลไปตามกระแสน้ำ นกและแมลง น่าจะเป็นตัวพาเมล็ดจากแม่น้ำสายหนึ่งสู่น้ำอีกสายหนึ่ง (van Steenis, 1949).

2.2 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เลือกทำในแหล่งโขดหินในน้ำตกและแก่งต่างๆ กระแสน้ำไหลเชี่ยวกรากในฤดูฝน โขดหินเหล่านี้จมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด ในฤดูร้อนโขดหินบางก้อนโผล่พ้นน้ำ และบางก้อนปรึมน้ำ โขดหินที่อยู่กลางน้ำได้รับแสงตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งลักษณะทางนิเวศอย่างนี้เป็นแหล่งอาศัยของพืชวงศ์ Podostemaceae ทำการเก็บข้อมูลในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงน้ำลด และพืชผลิดอก ออกผล และมีฤณายนถึงสิงหาคม ซึ่งเป็นระยะการงอกและเจริญเป็นต้นกล้า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาถิ่นอาศัยของพืชวงศ์โพโดสเต็มเอซีอี ตามแก่งและน้ำตก ในลำน้ำสะพุงเหนือ บริเวณพื้นที่ ศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 5 สะพุงเหนือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ตั้งอยู่บนเทือกเขาเพชรบูรณ์ ที่ ละติจูด $16^{\circ}11'53.8''$ N ลองจิจูด $101^{\circ}42'21.0''$ E สูงจากระดับน้ำทะเล 280 เมตร

3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลสภาพภูมิศาสตร์ในพื้นที่ศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 5 สะพุงเหนือ จังหวัดชัยภูมิ
2. วางแผนการเก็บข้อมูลพืชวงศ์ Podostemaceae เก็บข้อมูลพืชภาคสนามด้านขอบเขตการกระจาย (extent of occurrence) และพื้นที่การกระจาย (area of occupancy) ของพืช *Dalzellia kailarsenii* and *Polypleurum wallichii* พร้อมทั้งวัดความสูงและพิกัดของพื้นที่ อุณหภูมิและความลึกของน้ำที่พืชอาศัยอยู่
3. ศึกษาเปรียบเทียบถิ่นอาศัยของพืชทั้งสองชนิดนี้
4. สรุปผลการดำเนินงานต่างๆ ครบถ้วนแล้วทำการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานต่อไป

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 3.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- 3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4 ผลการศึกษา

4.1 การวัดพื้นที่การเจริญเติบโตของพืช

การวัดตำแหน่งที่พืช *Dalzellia kailarsenii* และ *Polypluerum wallichii* เจริญเติบโตอยู่บนหิน เก็บข้อมูลในวันที่ 3 มีนาคม 2563 โดยการสุ่มจากหินทั้งหมด 40 ก้อนที่มีพืชอาศัยอยู่ หินมีความสูงอยู่ระหว่าง 30 – 190 เซนติเมตร และทำการวัดตำแหน่งที่พืชเจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหิน ซึ่งวัดจากพื้นไต้่น้ำ (riverbed) ถึงตำแหน่งต่ำสุดและสูงสุดที่พืชเจริญเติบโตอยู่บนหิน จากหินทั้งหมด 40 ก้อน หิน 17 ก้อน ที่มีพืช *D. kailarsenii* และ *P. wallichii* เจริญเติบโตอยู่ หิน 12 ก้อน มีเฉพาะ *D. kailarsenii* และ หิน 11 ก้อน มีเฉพาะ *P. wallichii* เจริญเติบโตอยู่

4.2 ความสูงของระดับน้ำ

ความสูงของระดับน้ำในพื้นที่ศึกษาวัดได้สูงสุด 170 เซนติเมตร ในเดือนกรกฎาคม และความสูงต่ำสุดวัดได้ 15 เซนติเมตร ในเดือนเมษายน (ตารางที่ 1 ในภาคผนวก)

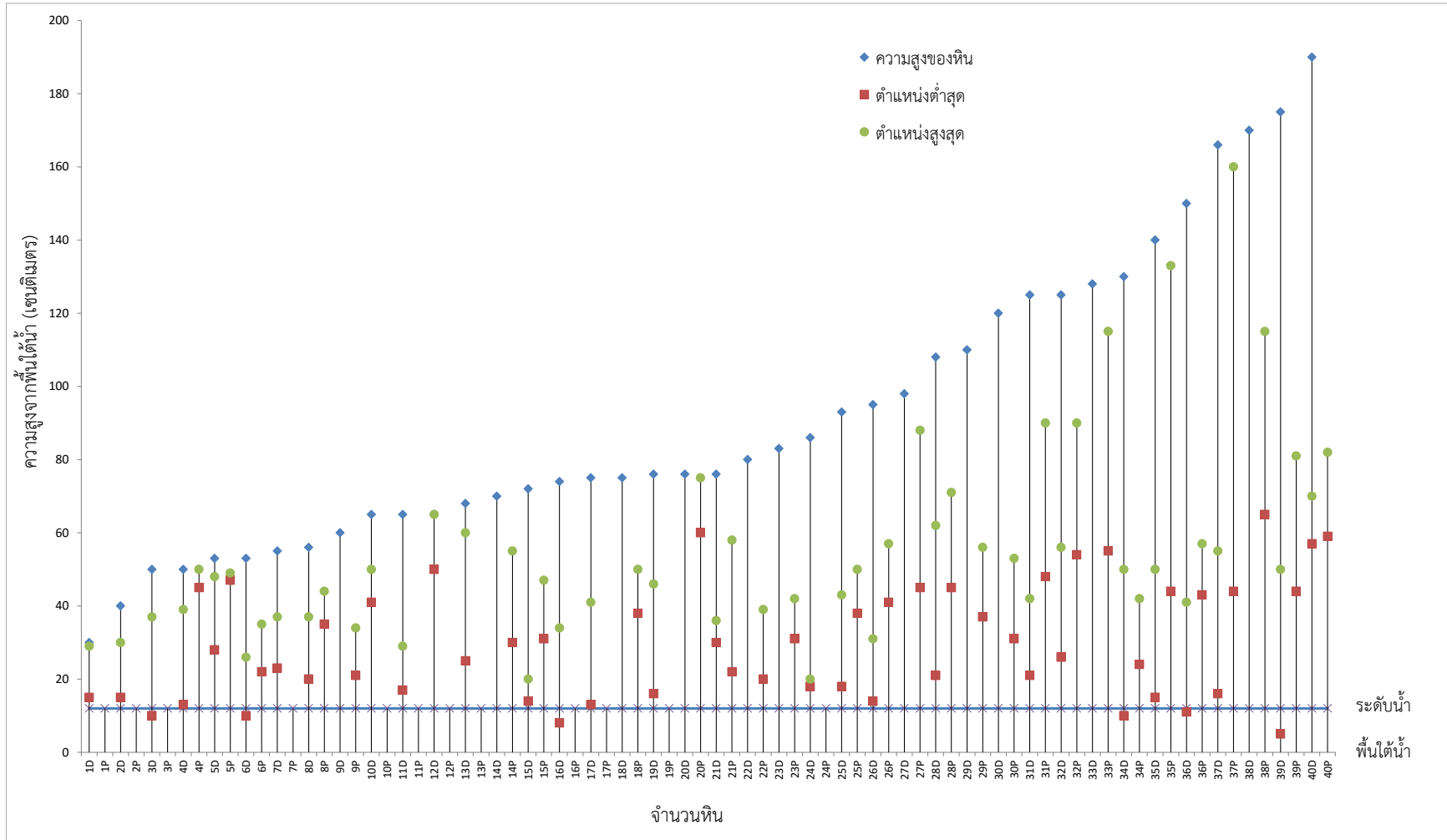
4.3 อุณหภูมิน้ำ

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำอยู่ระหว่าง 14.7 °C ในเดือนกันยายน ถึง 28.1 °C ในเดือนพฤษภาคม (ตารางที่ 1 ในภาคผนวก)

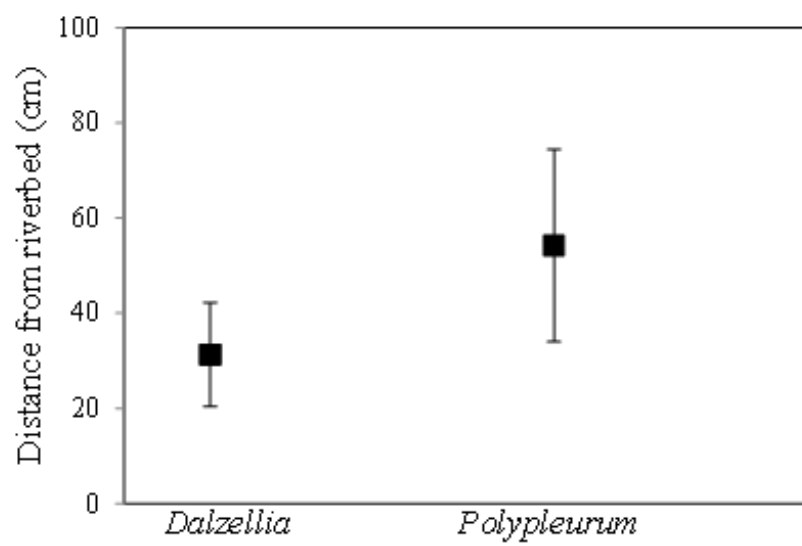
4.4 ตำแหน่งของพื้นที่ที่พืชเจริญเติบโต

จากการศึกษาพบว่า *Dalzellia kailarsenii* มีขอบเขตการกระจายพันธุ์ เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหิน 12 ก้อน ในช่วงความสูงระหว่าง 8-65 เซนติเมตรจากพื้นไต้่น้ำ และ *Polypluerum wallichii* เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหิน 11 ก้อน ในช่วงความสูงระหว่าง 20-115 เซนติเมตรจากพื้นไต้่น้ำ สำหรับหิน 17 ก้อนที่พืชทั้งสองชนิดเจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหินนั้น พบว่า *D. kailarsenii* เจริญเติบโตในช่วงความสูงระหว่าง 5-70 เซนติเมตรจากพื้นไต้่น้ำ และ *P. wallichii* เจริญเติบโตในช่วงความสูงระหว่าง 22-160 เซนติเมตรจากพื้นไต้่น้ำ (กราฟที่ 1 และตารางที่ 2 ในภาคผนวก)

D. kailarsenii มีการกระจายพันธุ์บนหินที่ความสูงเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุด 17.0-63.5 เซนติเมตร (31.3 ± 10.9 เซนติเมตร) ในขณะที่ *P. wallichii* มีการกระจายพันธุ์บนหินที่ความสูงเฉลี่ย ต่ำสุด-สูงสุด 28.0-102.0 เซนติเมตร (54.2 ± 20.2 เซนติเมตร) (กราฟที่ 2)



กราฟที่ 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่การเจริญเติบโตของ *Dalzellia kaillarsenii* และ *Polypluerum wallichii*



กราฟที่ 2 แสดงตำแหน่งพื้นที่การเจริญเติบโตเฉลี่ยของ *Dalzellia kaillarsenii* และ *Polypleurum wallichii*

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาถิ่นอาศัยของพืชวงศ์โพโดสเต็มเอซีอี ในแก่ง ลำน้ำสะพุงเหนือ บริเวณพื้นที่ศูนย์พิทักษ์ป่าภูเขียวที่ 5 สะพุงเหนือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียวจังหวัดชัยภูมิ โดยการศึกษาพืชสองชนิด คือ *Dalzellia kailarsenii* and *Polypleurum wallichii* ทำการสุ่มจากก้อนที่พืชครอบครองอยู่ ซึ่งพืชเกาะติดเจริญเติบโตอยู่บนหิน เก็บข้อมูลโดยการวัดขอบเขตการกระจายพันธุ์ของพืชจากหินทั้งหมด 40 ก้อน สรุปว่า *D. kailarsenii* เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหินในช่วงความสูงระหว่าง 5-70 เซนติเมตรจากพื้นไต้ น้ำ และ *P. wallichii* เจริญเติบโตเกาะติดอยู่บนหินในช่วงความสูงระหว่าง 20-160 เซนติเมตรจากพื้นไต้ น้ำ สำหรับขอบเขตพื้นที่การเจริญเติบโตบนหินของ *D. kailarsenii* อยู่ที่ความสูงเฉลี่ย 31.3 เซนติเมตรจากพื้นไต้ น้ำ ส่วน *P. wallichii* มีขอบเขตพื้นที่การเจริญเติบโตบนหินที่ความสูงเฉลี่ย 52.4 เซนติเมตรจากพื้นไต้ น้ำ

5.2 อภิปรายผล

พืชวงศ์ Podostemaceae จำแนกโดยการวิเคราะห์ห้วงศ์วานวิวัฒนาการเชิงโมเลกุล (molecular phylogeny) ได้ 3 วงศ์ย่อย (Koi et al. 2012). *Dalzellia kailarsenii* อยู่ในวงศ์ย่อย Tristichoideae ส่วน *Polypleurum wallichii* อยู่ในวงศ์ย่อย Podostemoideae จากการศึกษาครั้งนี้สังเกตได้ว่า พื้นที่การเจริญเติบโตของ *D. kailarsenii* จำกัดอยู่ในพื้นที่ฐานของหิน อาจเป็นเพราะว่าเมล็ดของพืชวงศ์นี้มีขนาดเล็ก เมล็ดยาวประมาณ 0.1-0.3 มิลลิเมตร และโดยทั่วไปมีกระจายพันธุ์โดยลม (Rutishauser, 1997; Cook and Rutishauser 2007) และการกระจายของเมล็ดอาจจะกว้างกว่าพื้นที่การเจริญเติบโตของพืชที่เจริญเต็มวัย ในขณะที่ *P. wallichii* มีพื้นที่การเจริญเติบโตในพื้นที่สูงกว่า *D. kailarsenii* ดังนั้นการจำกัดพื้นที่อาศัยของพืชสองชนิดนี้อาจจะเป็นสาเหตุมาจากการจำกัดการกระจายพันธุ์ของเมล็ด

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการกระจายพันธุ์ของเมล็ด
2. การศึกษาระดับโมเลกุล กายวิภาคศาสตร์ สันฐานวิทยา อนุกรมวิธาน และการพัฒนาการของพืช เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจด้านวิวัฒนาการของพืชวงศ์นี้
3. การศึกษาทางด้านนิเวศวิทยา เพื่อบริหารจัดการด้านการอนุรักษ์ของพืชวงศ์นี้

บรรณานุกรม

- Chaudhary, A., Khanduri, P., Tandon, R., Uniyal, P. L., and Mohan Ram, H. Y. 2014. Central cell degeneration leads to three-celled female gametophyte in *Zeylanidium lichenoides* Engl. (Podostemaceae). *South African J. of Botany* 91: 99-106.
- Cook, C. D. K. and Rutishauser, R. 2007. Podostemaceae. In: Kubitzki K., ed. *Families and genera of vascular plants*. Berlin: Springer.
- Haig, D. (1990). New perspectives on the angiosperm female gametophyte. *Bot. Rev.* 56: 236-277.
- Imaichi, R., Maeda, R., Suzuki, K. and Kato, M. 2004. Developmental morphology of foliose shoots and seedlings of *Dalzellia zeylanica* (Podostemaceae) with special reference to their meristems. *Bot. J. Linn. Soc.* 144: 289-302.
- Imaichi, R., Hiyama, Y. and Kato, M. 2005. Leaf Developmental the Absence of a Shoot Apical Meristem in *Zeyanidium subulatum* (Podostemaceae). *Annals of Botany* 96: 51-58.
- Jäger-Zürn I. 1995. Morphologie der Podostemaceae. III. *Dalzellia ceylanica* (Gard.) Wight (Tristichoideae). *Tropische und Subtropische Pflanzenwelt* 92: 1-77.
- Kita, Y. and Kato, M. 2004. Molecular phylogeny of *Cladopus* and *Hydrobryum* (Podostemaceae, Podostemoideae) with implications for their biogeography in East Asia. *Syst. Bot.* 29: 921-932.
- Kita, Y., and M. Kato. 2005. Seedling developmental anatomy of an undescribed *Malaccotristicha* species (Podostemaceae, subfamily Tristichoideae) with implications for body plan evolution. *Plant Systematics and Evolution.* 254: 221-232.
- Koj, S. and M. Kato. 2010. Developmental morphology of seedling and shoot and phylogenetic relationship of *Diplobryum koyamae* (Podostemaceae). *Amer. J. Bot.* 97: 373-387.
- Koj, S., Kita, Y., Hirayama, Y., Rutishauser, R., Huber, K. and Kato, M. 2012. Molecular phylogenetic analysis of Podostemaceae: implications for taxonomy of major groups. *Bot. J. Linn. Soc.* 169: 461-492.
- Murguía-Sánchez, G., Novelo, R. A. and Philbrick, C. T. and Márquez-Guzmán, G. J. 2002. Embryo sac development in *Vanroyenella plumosa*, Podostemaceae. *Aquatic Botany.* 73: 201-210.
- Philbrick C.T, and Novelo R.A., 1997. Ovule number, seed number and seed size in Mexican and North American species of podostemaceae. *Aquat. Bot.* 57: 183-200.
- Rutishauser, R. 1997. Structural and developmental diversity in Podostemaceae (river-weeds). *Aquat. Bot.* 57: 29-70.
- Rutishauser, R. and Huber, K. 1991. The developmental morphology of *Indotristicha ramosissima* (Podostemaceae, Tristichoideae). *Plant Systematics and Evolution* 178: 195-223.

- Sá-Haiad, de B., Torres, C. A., Abreu, de V. H. R., Gonçalves, M. R., Mendonça, C. B. F., Santiago-Fernandes, de L. D. R., Bove C. P. and Gonçalves-Esteves, V. 2010. Floral structure and palynology of *Podostemum weddellianum* (Podostemaceae: Malpighiales) Plant Syst. Evol. 290: 141-149.
- Sehgal, A., Khurana, J. P., Seth, M. and Ara, H. 2011. Occurance of unique three-celled megagametophyte and single fertilization in an aquatic angiosperm- *Dalzellia zeylanica* (Podostemaceae- Tristichoideae). Sex Plant Reprod. 24(3):199-210.
- Sikolia, S. and P. Ochora, 2008. Female gametophyte in Tristichoideae (Podostemaceae): Re-investigation. *J. Biol. Sci.*, 8: 1158-1165.
- Sikolia, S. and Onyango, J. C. 2009. Female gametophyte in two Kenyan species of *Inversodicraea* (Podostemaceae). Research Journal of Botany, 4 (1): 29-39.
- Suzuki, K., Kita, Y., and Kato, M. 2002. Comparative developmental anatomy of seedlings in nine species of Podostemaceae (Subfamily Podostemoideae) *Ann. Bot.*, 89: 755 - 765.
- van Royen. 1951. The Podostemaceae of the New World. Part I. Meded. Bot. Mus. Hurb. Rijks Univ. Utrcht, 107: 1-151.
- Warming, E. 1901. Podostemaceae in J. Schmidt, Flora of Koh Chang: contributions to the knowledge of the vegetation in the Gulf of Siam. *Bot. Tidsskr.* 24: 241-46.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 แสดงความสูงของระดับน้ำ และอุณหภูมิน้ำในเดือนมีนาคม 2559 ถึงมีนาคม 2560

| ว.ด.ป. | ความสูงของระดับน้ำ (เซนติเมตร) | อุณหภูมิน้ำ (°C) |
|---------------|-----------------------------------|---------------------|
| 3 มีนาคม, | 28 | 22.8 |
| 9 เมษายน | 15 | 27.3 |
| 9 พฤษภาคม | 35 | 28.1 |
| 7 มิถุนายน | 47 | 27.7 |
| 7 กรกฎาคม | 170 | 18.0 |
| 7 สิงหาคม | 146 | 15.3 |
| 6 กันยายน | 168 | 14.7 |
| 7 ตุลาคม | 162 | 18.7 |
| 4 พฤศจิกายน | 150 | 21.1 |
| 7 ธันวาคม | 110 | 21.8 |
| 7 มกราคม | 70 | 22.8 |
| 10 กุมภาพันธ์ | 45 | 22.2 |
| 10 มีนาคม | 30 | 23.5 |

ตารางที่ 2 แสดงตำแหน่งต่ำสุดและสูงสุดของพืช *Dalzellia kaillarsenii* และ *Polypluerum wallichii* ที่
เจริญเติบโตบนหิน

| หิน | ความสูงหิน (เซนติเมตร) | <i>Dalzellia kaillarsenii</i> | | <i>Polypluerum wallichii</i> | |
|-----|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|
| | | ต่ำสุด (เซนติเมตร) | สูงสุด (เซนติเมตร) | ต่ำสุด (เซนติเมตร) | สูงสุด (เซนติเมตร) |
| 1 | 30 | 15 | 29 | | |
| 2 | 40 | 15 | 30 | | |
| 3 | 50 | 10 | 37 | | |
| 4 | 50 | 13 | 39 | 45 | 50 |
| 5 | 53 | 28 | 48 | 47 | 49 |
| 6 | 53 | 10 | 26 | 22 | 35 |
| 7 | 55 | 23 | 37 | | |
| 8 | 56 | 20 | 37 | 35 | 44 |
| 9 | 60 | | | 21 | 34 |
| 10 | 65 | 41 | 50 | | |
| 11 | 65 | 17 | 29 | | |
| 12 | 65 | 50 | 65 | | |
| 13 | 68 | 25 | 60 | | |
| 14 | 70 | | | 30 | 55 |
| 15 | 72 | 14 | 20 | 31 | 47 |
| 16 | 74 | 8 | 34 | | |
| 17 | 75 | 13 | 41 | | |
| 18 | 75 | | | 38 | 50 |
| 19 | 76 | 16 | 46 | | |
| 20 | 76 | | | 60 | 75 |
| 21 | 76 | 30 | 36 | 22 | 58 |
| 22 | 80 | | | 20 | 39 |
| 23 | 83 | | | 31 | 42 |
| 24 | 86 | 18 | 20 | | |
| 25 | 93 | 18 | 43 | 38 | 50 |
| 26 | 95 | 14 | 31 | 41 | 57 |
| 27 | 98 | | | 45 | 88 |
| 28 | 108 | 21 | 62 | 45 | 71 |
| 29 | 110 | | | 37 | 56 |
| 30 | 120 | | | 31 | 53 |

| | | | | | |
|----|-----|----|----|----|-----|
| 31 | 125 | 21 | 42 | 48 | 90 |
| 32 | 125 | 26 | 56 | 54 | 90 |
| 33 | 128 | | | 55 | 115 |
| 34 | 130 | 10 | 50 | 24 | 42 |
| 35 | 140 | 15 | 50 | 44 | 133 |
| 36 | 150 | 11 | 41 | 43 | 57 |
| 37 | 166 | 16 | 55 | 44 | 160 |
| 38 | 170 | | | 65 | 115 |
| 39 | 175 | 5 | 50 | 44 | 81 |
| 40 | 190 | 57 | 70 | 59 | 82 |

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวเพ็ชรรัตน์ เวหุคามกุล
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss Petcharat Werukamkul
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3240100013867
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
 - ตำแหน่งบริหาร หัวหน้ากลุ่มวิชาชีววิทยา
 - ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
มือถือ 086-8477399
P_werukamkul@hotmail.com, petcharat.w@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏยะเชิงเทรา
ปริญญาโท กคม. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปริญญาเอก Ph.D. (Science) Osaka City University, Japan

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายวรารุฒิ พุทธิให้
ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Waravut Puthai
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3920100675863
3. ตำแหน่งปัจจุบัน
 - ตำแหน่งบริหาร หัวหน้ากลุ่มวิชาฟิสิกส์
 - ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนพิบูลสงคราม แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
มือถือ 086-8477399
waravut.p@rmutp.ac.th, waravut8@yahoo.com

5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี กศบ. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สำเร็จปีการศึกษา 2541

ปริญญาโท วทบ. ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สำเร็จปีการศึกษา 2546

ปริญญาเอก Ph.D. Engineering Hiroshima University, Japan 2017