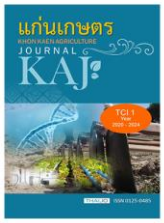
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ผลของปัจจัยแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ ในพื้นที่จัดสรรเพื่อการเกษตร อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่

Effects of environmental factors on growth of lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) planted in the farmland readjustment area in Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai province

สุธีระ เหิมฮึก[1]*, พีรพันธ์ ทองเปลว[1], เนตรนภา อินสลุด[1], วิชญ์ภาส สังพาลี[1], จุฑามาศ อาจนาเสียว[1] และเกษตร สันติวงศ์[2]

Sutheera Hermhuk[1]*, Pheeraphan Thongplew[1], Nednapa Insalud[1], Witchaphart Sungpalee[1], Chuthamat Atnaseo[1] and Kaset Santiwong[2]

[1] *สาขาวิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290*
[1] *Program in Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University 50290*
[2] *ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิจิตร กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 66000*
[2] *Phichit Rice Seed Center, Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives 66000*

บทคัดย่อ: ระบบการเกษตรบนพื้นที่สูงมักประสบปัญหาผลผลิตตกต่ำ ซึ่งอาจเป็นเพราะการส่งเสริมการเขตกรรมที่ไม่สอดคล้องกับปัจจัยแวดล้อมที่พืชชนิดนั้นต้องการ งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมกับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ในพื้นที่จัดสรรอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการวางแปลงขนาด 1 ไร่ (40x40 เมตร) 20 แปลงสำรวจ กระจายทั่วบริเวณพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ของดอยสุเทพ-ปุย และรวบรวมข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ และสมบัติของดิน หาความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโต ผลการศึกษาพบว่า การเจริญเติบโตของลิ้นจี่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมวลชีวภาพรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาจากการจัดลำดับมวลชีวภาพตามปัจจัยแวดล้อมพบว่า ปัจจัยด้านความสูงจากระดับน้ำทะเล การไกลแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และพื้นที่ลาดชันมีผลต่อมวลชีวภาพของลิ้นจี่สูง สอดคล้องกับการวิเคราะห์การระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพของลิ้นจี่ โดยความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ระดับมากกว่า 900 เมตร ความไกลแหล่งน้ำมากกว่า 0.4 กิโลเมตร มีผลในเชิงบวกต่อมวลชีวภาพของลิ้นจี่ ในขณะที่ปัจจัยด้านเนื้อดินที่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 40 มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพในเชิงลบ ผลการศึกษาข้างต้นสามารถประยุกต์ไปสู่การเขตกรรมของการปลูกลิ้นจี่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยเฉพาะบนพื้นที่สูงในภาคเหนือของประเทศไทย

คำสำคัญ: การเขตกรรม; พื้นที่จัดสรรเพื่อการเกษตร; มวลชีวภาพ; การวิเคราะห์หลายตัวแปรในระบบการเกษตร

ABSTRACT: Highland agriculture is currently facing a problem of low productivity, which may be a result of recommendation of agronomic practices that is unsuitable for the growth of a certain plant in the given environmental factors. To address this problem, the objective of this research was to study the relationship between environmental factors and growth of Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) planted in the Farmland Readjustment Area in Doi Suthep - Pui National Park, Chiang Mai Province. Twenty plots of a 1 rai (40 mx40 m) were setup within different Lychee planting areas of Doi Suthep – Pui. In addition, the environmental factors, topographic factors, and soil properties were collected and analyzed to elucidate the relationship between these factors and Lychee growth parameters. The results showed that Lychee growth parameters differed among different environmental factors,

* Corresponding author: h.sutheera@gmail.com

Received: date; July 8, 2020 Accepted: date; October 26, 2020 Published: date; June 15, 2021

particularly biomass, which was significantly different. Among the different environmental factors associated with Lychee biomass, it was found that elevation, distance from natural water reservoir, and slope of the area were most related with Lychee biomass. This is consistent with the analysis to identify factors affecting Lychee biomass. It indicated that an elevation more than 900 m a.s.l. and distance from natural water reservoir of more than 0.4 km had positive effect on Lychee biomass, while soil particle that consist of more than 40% clay had negative effect on Lychee biomass. The results of this research may be useful for improving efficiency of agronomic practices for Lychee plantation in Northern Thailand.

Keywords: agronomic practices; farmland readjustment area; biomass; multivariate analysis for agricultural system

บทนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ โดยปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศประมาณ 105,595 ไร่ ในจำนวนนี้มีเนื้อที่เพาะปลูกในจังหวัดเชียงใหม่ถึงร้อยละ 44.74 (47,240 ไร่) รวมเกษตรกรถึง 7,150 ครัวเรือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) โดยพื้นที่ที่มีการปลูกลิ้นจี่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูงมากกว่า 500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และเป็นพื้นที่จัดสรรที่ดินตามกฎหมายหรือมติคณะรัฐมนตรีในการจัดสรรที่ดินเพื่อเกษตรกรต่าง ๆ โดยเฉพาะ สปก.4-01 และพื้นที่ในอุทยานแห่งชาติ (Trisurat et al. 2010; Marod et al., 2018) ทั้งนี้เกิดขึ้นจากสภาพปัญหาในอดีต-ปัจจุบันมีการทำลายทรัพยากรป่าไม้อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้เกิดการประกาศจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์ทับพื้นที่ป่าที่เคยเป็นไร่เลื่อนลอย (Shifting cultivation) และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบการเกษตรนี้ไปเพื่อมุ่งเน้นการผลิตเพื่อขายมากขึ้น (Yarnvudhi et al., 2016) ชุมชนบนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีทั้งคนพื้นเมือง และชนเผ่าม้ง เป็นตัวอย่างชุมชนที่ตั้งอยู่ท่ามกลางพื้นที่อนุรักษ์ ที่เปลี่ยนระบบการเกษตรเดิมมาเป็นสวนลิ้นจี่หลังการประกาศพื้นที่อุทยานฯ ประมาณ 20-30 ปี (สุธีระ และคณะ, 2559) จนถึงปัจจุบัน

คุณลักษณะที่ทำให้ลิ้นจี่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประชาชนบนพื้นที่สูงคือ การที่ลิ้นจี่ต้องการพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำอยู่ในช่วง 10-20 องศาเซลเซียส นานติดต่อกันไม่น้อยกว่า 4 สัปดาห์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สูงมีระบบนิเวศเป็นป่าดิบเขาดั้งเดิม โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ มักเป็นกลุ่มพันธุ์ลิ้นจี่ที่ดอน เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่ทนต่อสภาพแวดล้อม (วิษณุ และคณะ, 2563) ทั้งนี้ปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศไม่ว่าจะเป็นระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล และปัจจัยทางภูมิประเทศอื่น ๆ รวมถึงปัจจัยด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินนั้นยังเป็นตัวกำหนดถึงพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและความสามารถในการให้ผลผลิตของลิ้นจี่อีกด้วย (Menzel, 2002) สำหรับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่นั้นสามารถใช้ความสูงร่วมกับเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเป็นตัวประเมินถึงการเจริญเติบโต ทั้งนี้การเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพสามารถใช้ในการประเมินการให้ผลผลิตเบื้องต้นของลิ้นจี่ได้เป็นอย่างดี (Goswami et al.,2013; Naik et al., 2018)

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมทั้งด้านสภาพภูมิประเทศ และสมบัติต่าง ๆ ของดินต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ เพื่อทราบถึงปัจจัยจำกัดที่ช่วยในการพิจารณาในการเพาะปลูกลิ้นจี่ในพื้นที่จัดสรรเพื่อการเขตกรรมในและนอกพื้นที่อนุรักษ์ต่อไป โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางในการส่งเสริมพื้นที่การเขตกรรมของลิ้นจี่ให้เหมาะสม และยั่งยืนต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษา

คัดเลือกพื้นที่ปลูกลิ้นจี่ภายในพื้นที่จัดสรรเพื่อการเกษตร ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย อำเภอเมือง และอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอ้างตาม Hermhuk et al. (2021) ซึ่งระบุว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาตินี้มีพื้นที่เกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ 20.5 โดยส่วนใหญ่เป็นสวนลิ้นจี่ ทั้งนี้ทำการคัดเลือกสวนลิ้นจี่ในพื้นที่ ที่มีช่วงอายุประมาณ 20 ปีเท่ากัน มีการจัดการและการปฏิบัติเพาะปลูกที่คล้ายคลึงกัน เช่น รูปแบบการลิดกิ่งและการวางระบบการให้น้ำ จากนั้นวางแปลงโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive random sampling) ขนาดแปลงละ 40 x 40 เมตร (1 ไร่) จำนวน 20 แปลงสำรวจ กระจายทั่วพื้นที่สวนลิ้นจี่บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย (**Figure 1**) โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างปี พ.ศ.2559 – 2561

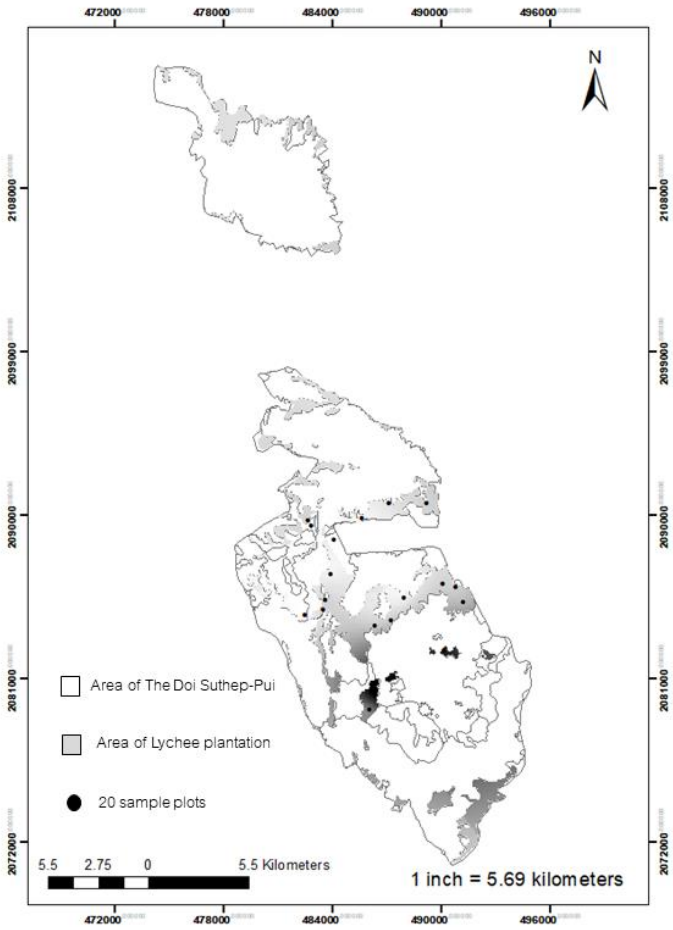


Figure 1 Sample plots of Lychee plantation in the Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การเจริญเติบโตของลิ้นจี่

ในพื้นที่แปลงสำรวจทุกแปลงของแปลงลิ้นจี่ ทำการวัดขนาดความโตคอราก (D_0) ขนาดความโตหรือเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพียงอก (Diameter at breath height, DBH) ที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน ของต้นลิ้นจี่ทุกต้นที่มีขนาดความโตตั้งแต่ขนาด 4.5 เซนติเมตร และวัดขนาดความสูงทั้งหมดของต้นด้วยเครื่องวัดระยะทางด้วยแสงเลเซอร์ (Laser rangefinder)

2.2 ข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม

(1) ข้อมูลด้านสมบัติของดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงสำรวจ โดยใช้วิธีเก็บดินแบบการรบกวนโครงสร้างดิน (ความลึก 0-30 ซม.) โดยเก็บทั้งหมด 5 จุด จุดละ 100 กรัม รวมเป็น 500 กรัม ต่อ 1 ตัวอย่างดิน/แปลงสำรวจ เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (Soil acidity-pH) อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter-OM) ไนโตรเจนในดิน (Percent of Nitrogen-N) ฟอสฟอรัสในดิน (Available phosphorus-P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable potassium-K) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable magnesium-Mg) แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable calcium-Ca) และอนุภาคขนาดดิน (Texture- Sand, Silt and Clay fraction) ในห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (Elevation-ele) ทิศด้านลาด (Aspect-asp) ความลาดชัน (Slope-slp) และระยะห่างของแปลงตัวอย่างจากลำน้ำหลัก (Distance to streams-dis_strem) จากแผนที่แบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (Digital elevation model) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์กรมหาชน) ที่มีความละเอียด 30 เมตร x 30 เมตร

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การคำนวณหามวลชีวภาพของลิ้นจี่ –วิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพของลิ้นจี่ โดยสมการที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณมวลชีวภาพรายต้น ใช้สมการตามรูปแบบของ Pibumrung et al. (2008) โดยมีรูปสมการคือ

$$Ws = 0.8712 \log D2\ H - 1.5735, \quad (1)$$

$$Wb = 0.8023 \log D2\ H - 1.7695, \quad (2)$$

$$Wl = 1.2113 \log D2\ H - 2.5229 \quad (3)$$

โดย Ws คือ มวลชีวภาพของลำต้น Wb คือ มวลชีวภาพของกิ่ง Wl คือ มวลชีวภาพของใบ

มวลชีวภาพของลิ้นจี่คือ ผลรวมของ (1)+(2)+(3)

3.2 การทดสอบความแตกต่างของขนาดความโต ขนาดความสูง และมวลชีวภาพในแต่ละแปลงสำรวจ - วิเคราะห์ข้อมูลแบบ Kruskal Wallis Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม R version 3.3.1

3.3 ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพรวมในแต่ละแปลงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในแปลงตัวอย่าง ด้วยวิธีวิเคราะห์การจัดลำดับชั้น (Ordination analysis) โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Canonical correspondence analysis (CCA) ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์แบบหลายตัวแปรเพื่อการจัดลำดับทั้งส่วนของหน่วยตัวอย่าง (Sampling units) และตัวแปร (Variables) รวมถึงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยการนำ ค่าการเจริญเติบโตโดยใช้ค่ามวลชีวภาพรวมของลิ้นจี่ทุกแปลงสำรวจทั้ง 20 แปลง เพื่อหาการจัดลำดับกลุ่มของการเติบโตตามความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม ทั้งนี้การเลือกตัวแปรทั้งหมดเพื่อวิเคราะห์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation) ของแต่ละตัวแปร ($r \geq 0.80$) (Dormann *et al*., 2013; Chakraborty *et al*., 2016) เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งจาก 14 ปัจจัยข้างต้นถูกคัดเลือกให้คงเหลือ 11 ปัจจัย ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) อินทรียวัตถุในดิน (OM) ฟอสฟอรัสในดิน (P) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K) แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) อนุภาคขนาดทราย (Sand) อนุภาคขนาดดินเหนียว (Clay) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ele) ทิศด้านลาด (asp) ความลาดชัน (slp) และระยะห่างจากลำน้ำหลัก (dis_strem) ซึ่งหลักการทั่วไปของวิธีการนี้คือ การใช้ Multiple regression เพื่อการเลือกเอา Linear combination ของปัจจัยแวดล้อมที่อธิบายความแปรผันของ Species score ในแต่ละแกน วิธีการนี้จึงสามารถจัดลำดับสังคมพืชและชนิดไม้ภายในสังคมไปตามปัจจัยแวดล้อมได้ในเวลาเดียวกัน (Kent and Coker, 1994)

3.4 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple linear regression)

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโต โดยใช้มวลชีวภาพกับปัจจัยแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติการถดทอยพหุคูณ ด้วยวิธีการแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (Generalized linear model, GLM) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสภาพภูมิประเทศสมบัติดินกับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ (ความสัมพันธ์เชิงลบหรือเชิงบวก) โดยให้ตัวแปรอิสระ เป็นปัจจัยสภาพภูมิประเทศ และสมบัติดินในแต่ละแปลง ตัวแปรตาม เป็นค่ามวลชีวภาพรวมของลิ้นจี่ โดยมีหลักเกณฑ์การคัดเลือกสมการที่สามารถอธิบายแบบจำลองได้อย่างเหมาะสม โดยพิจารณาเลือกจากสมการที่มีค่า AIC (Akaike's information criterion) น้อยที่สุด (Ripley et al., 2013) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม R version 3.3.1 ดังสมการต่อไปนี้

สมการ Y = <-glm (total Biomass I ~ x1 + x2 + ... x11, family = gaussian (link=identity))

โดยที่ x1 = ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH), x2 = อินทรียวัตถุในดิน (OM), x3 = ฟอสฟอรัสในดิน (P), x4 = โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (P), x5 = แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca), x6 = ปริมาณอนุภาคดินทราย (Sand), x7 = ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay), x8 = ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ele), x9 = ทิศด้านลาด (Asp), x10= ความลาดชัน (slp), x11 = ระยะห่างจากลำน้ำหลัก (dis_strem)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การเจริญเติบโตของลิ้นจี่อายุ 20 ปี ภายในพื้นที่จัดสรรเพื่อการเกษตร อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตพบว่าลิ้นจี่อายุ 20 ปี มีขนาดความโตที่พิจารณาด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 15.73±1.92 เซนติเมตร ความสูงต้นเฉลี่ย 9.9±1.2 เมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ย 0.84±0.42 ตันต่อไร่ ทั้งนี้ได้ทำการจัดกลุ่มตามสภาพภูมิประเทศของ

แปลงสำรวจออกเป็น 3 กลุ่ม และทำการทดสอบด้วยวิธีการ Kruskal Wallis Test เพื่อหาความแตกต่างของข้อมูลการเจริญเติบโตทั้ง 3 ค่าข้างต้นพบว่าความโต ความสูง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มวลชีวภาพรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (**Table 1**) เห็นได้ว่าลิ้นจี่ที่มีอายุเท่า ๆ กันมีการเจริญเติบโตด้านการสะสมมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ ที่มีอิทธิพลทำให้เกิดความแตกต่างข้างต้น จึงนำไปสู่การวิเคราะห์การจัดลำดับตามความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อม

Table 1 Analysis of variance using Kruskal-Wallis method of different data characteristics of Lychee based on elevation level

Elevation (m asl.)	DBH (cm)	Total height (m)	Biomass (ton/rai)
< 700	14.43 ± 0.20	10.9 ± 1.5	0.71 ± 0.03 [b]
701 – 900	15.80 ± 2.13	9.8 ± 1.3	0.66 ± 0.12 [b]
>901	16.14 ± 1.63	9.7 ± 0.9	1.47 ± 0.56 [a]
Kruskal-Wallis Test	1.02 [ns]	1.65 [ns]	8.84*
P-value	>0.05	>0.05	<0.05

Values are mean of three replicates ± standard errors

Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at P≤ 0.05

DBH = Diameter at Breast Height

ns = non significantly different, * = p<0.05

2.การจัดลำดับความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่

ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับมวลชีวภาพรวมในแปลงสำรวจด้วยวิธีการ CCA พบว่ามีค่า Eigenvalues ของ แกนที่ 1 (Axis 1) แกน 2 (Axis 2) และแกน 3 (Axis 3) เท่ากับ 0.53, 0.37 และ 0.25 ตามลำดับ ค่าความสหสัมพันธ์ของ Pearson Correlation ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับชนิดไม้อยู่ในระดับสูงในแกน 1 (Axis 1) มีค่า 0. 93 และแกน 2 (Axis 2) มีค่า 0.83 ดังนั้นการใช้ผลการวิเคราะห์แกนที่ 1 และแกนที่ 2 จึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้อธิบายปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ Monte Carlo permutation test พบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อม 11 ปัจจัยข้างต้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ทั้งนี้สามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ได้เป็น 3 กลุ่ม (**Figure 2**) โดยระดับความสูงจากน้ำทะเล (ele) เป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่า กลุ่มที่ 1 (Group 1) ปัจจัยด้านความสูงจากระดับน้ำทะเล (ele) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (dis_strem) ปริมาณอนุภาคขนาดทรายแป้ง (silt) ความลาดชัน (slope) ปริมาณอินทรียวัตถุ (OM) และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Ca) มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตในแปลงสำรวจที่ 2, 3, 11 และ 12 ซึ่งมีมวลชีวภาพเฉลี่ยที่ 1.52±0.49 ton/rai โดยทั้ง 4 แปลงสำรวจมีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 900-1,378 เมตร ซึ่งเป็นพื้นที่มีความสูงมากที่สุดของแปลงสำรวจทั้งหมด และเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นสันเขาที่ไกลจากแหล่งน้ำตลอดจนมีความลาดชันสูงมากกว่าร้อยละ 41 กลุ่มที่ 2 (Group 2) ปัจจัยด้านปริมาณอนุภาคขนาดทราย (sand) ปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียว (clay) ทิศด้านลาด (aspect) และสมบัติบางประการทางเคมีของดิน ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่ในดิน (P) โพแทสเซียมในดิน (K) แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Mg) และความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) มีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตในแปลงสำรวจที่ 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 และ 20 ซึ่งมีมวลชีวภาพเฉลี่ยที่ 0.64±0.10 ton/rai โดยทั้งหมด เป็นพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ระหว่าง 500-800 เมตร มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 40 ทุกแปลงสำรวจ ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นกรดอ่อน pH = 5 และมีความใกล้แหล่งน้ำซึ่งบางพื้นที่เป็นหุบห้วยค่อนข้างชื้น และกลุ่มที่ 3 (Group 3) เป็นกลุ่มที่เป็นอิสระต่อทุกปัจจัยโดยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ประกอบ

ไปด้วยแปลงสำรวจที่ 1, 4 และ 5 ซึ่งมีมวลชีวภาพเฉลี่ยที่ 1.05±0.33 ton/rai เมื่อพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะความสูงจากระดับน้ำทะเลพบว่าเป็นแปลงสำรวจที่กระจายในพื้นที่ 800-1,100 เมตร และเนื้อดิน (soil texture) คือปริมาณอนุภาคขนาดทรายทรายแป้ง และดินเหนียวมีปริมาณร้อยละที่เท่า ๆ กัน คือระหว่างร้อยละ 30-35 และอยู่ในพื้นที่ลาดชันระหว่างร้อยละ 20-30

ผลการศึกษาข้างต้นสอดคล้องกับการรายงานของ Menzel (2002) ที่กล่าวว่า ลิ้นจี่ไม่ชอบพื้นที่น้ำท่วมถึงหรือดินที่ปัญหาเรื่องการระบายน้ำ โดยเฉพาะมีเนื้อดินที่เป็นอนุภาคขนาดดินเหนียวมาก ซึ่งทำให้อัตราการอุ้มน้ำสูงอัตราการระบายน้ำต่ำ ทั้งนี้ดินที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของลิ้นจี่ มักเป็นเป็นดินที่มีปริมาณอนุภาคดินขนาดทรายแป้ง (silt) และหากเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมากต้องมีความลาดชันพอสมควรเพื่อง่ายต่อการระบายน้ำที่ดีในพื้นที่ (Batten et al,1994; Kumar et al., 2017)

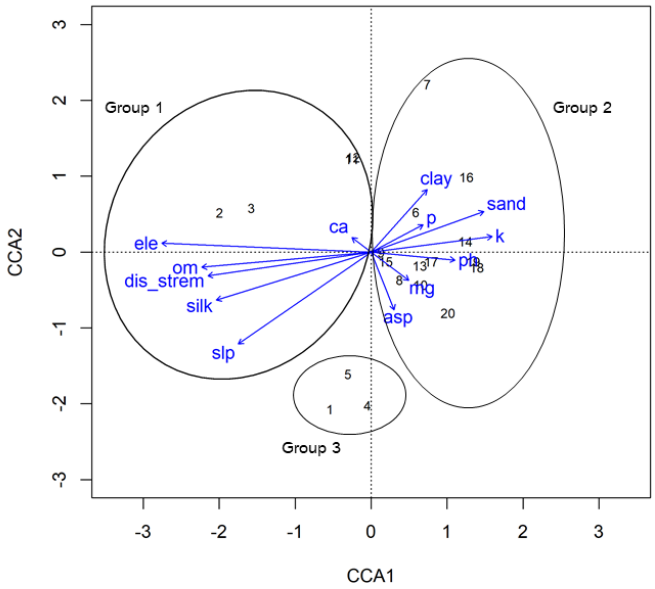


Figure 2 The relationship between the Lychee biomass and the environmental factors based on canonical correspondence analysis, CCA

3.การระบุปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลิ้นจี่

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพกับปัจจัยแวดแวดล้อม ด้วยแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (Generalized linear model, GLM) พบว่าระยะห่างของแปลงตัวอย่างจากลำน้ำหลัก (dis_sterm) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญอย่างยิ่ง ($p<0.001$) กับผลผลิตมวลชีวภาพของลิ้นจี่ เช่นเดียวกับระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ele) ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณอนุภาคดินเหนียว และความลาดชันมีความสัมพันธ์เชิงลบกับผลผลิตมวลชีวภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (**Table 2**) การมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความลาดชันคือ พื้นที่ปลูกไม่ควรมีระดับความลาดชันที่ต่ำมาก (ที่ราบลุ่ม) ซึ่งสัมพันธ์กับการระบายน้ำของพื้นที่ปลูก ทั้งนี้ผลการศึกษาสอดคล้องกับการวิเคราะห์การจัดลำดับความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพโดยวิธีการ CCA ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการที่เพาะปลูกลิ้นจี่ในพื้นที่สูง ห่างไกลแหล่งน้ำ และมีความลาดชันพอสมควรนั้นทำให้ผลผลิตมวลชีวภาพสูงกว่าพื้นที่อื่น ตลอดจนคุณสมบัติด้านเนื้อดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวที่มีมากอาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตที่ลดน้อยลง (วิษณุ และคณะ, 2563; Batten et al,1994; Menzel,2002; Kumar et al., 2017) ทั้งนี้การเจริญเติบโตของลิ้นจี่นั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการสร้างมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) (Pibumrung et al., 2008) ซึ่งมวลชีวภาพในปริมาณที่มากนั้นส่งเสริมให้มีการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตในภาพรวมของลิ้นจี่โดยตรง (Goswami et al., 2013; Naik et al., 2018)

การส่งเสริมการเขตกรรมในปัจจุบันและอนาคตจึงควรให้ความสำคัญกับปัจจัยแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนด (Limited factor) เพื่อให้ได้ผลผลิตของลิ้นจี่อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดการจัดการต่าง ๆ ของเกษตรกร ทั้งยังส่งเสริมการปลูกพืชระยะยาวที่เป็นไม้ผลยืนต้นในพื้นที่ระบบนิเวศพื้นที่สูงแทนการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยว (Monocropping system) อีกนัยหนึ่ง เนื่องจากไม้ผลยืนต้นดังกล่าวย่อมมีส่วนช่วยเพิ่มพื้นที่ป่าปลูกในพื้นที่บุกรุกทำลายสอดคล้องกับการฟื้นตัวของพื้นที่ป่าในพื้นที่ทิ้งร้างซึ่งมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ดินและน้ำได้ดีกว่าใช้เพื่อการเกษตรกรรมอื่น ๆ (สำเริง และคณะ 2562; Rerkasem et al., 2009; Naik et al., 2018) เช่นการปลูกพืชไร่เชิงเดี่ยวหรือระบบไร่เลื่อนลอย (Shifting cultivation) (Yimyam et al., 2016) เป็นต้น

Table 2 GLM analysis of the relationships between biomass (ton/rai) and environmental factors are model regression coefficients. The coefficients with the lowest AIC were selected

Environmental factor	Coefficients	P-value
Elevation (ele) (>900 m asl.)	0.0014051	0.021142 *
Distance to streams (dis_strem) (~0.4-1.3 km)	0.0005338	0.000727 ***
Clay texture (clay) (> 40%)	-0.0539434	0.015059 *
Slope (slp) (13-28 %)	-0.0197431	0.047083 *

* = p<0.05, ** = p<0.01, *** = p<0.001

สรุป

การเจริญเติบโตของลิ้นจี่ทางด้านขนาดความโตของเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมวลชีวภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมวลชีวภาพที่มากขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิประเทศโดยเฉพาะความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ และพื้นที่ลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ระดับมากกว่า 900 เมตร ความไกลแหล่งน้ำมากกว่า 0.4 กิโลเมตร ที่มีผลเชิงบวก อย่างไรก็ตามหากพื้นที่ปลูกมีเนื้อดินอนุภาคดินเหนียวมากกว่าร้อยละ 40 มีผลทำให้การเจริญเติบโตด้านมวลชีวภาพของลิ้นจี่น้อยลง ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาใช้เป็นข้อพิจารณาของนักวิชาการเกษตร นักส่งเสริมการเกษตร ตลอดจนองค์กรพัฒนาที่ดินบนพื้นที่สูง เพื่อการกำหนดพื้นที่เขตกรรมของลิ้นจี่ตามปัจจัยแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการเพิ่มพูนมวลชีวภาพและผลผลิตของประเทศต่อไป

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาการปรับตัวของพืช หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขอขอบคุณหัวหน้า และเจ้าหน้าที่ของอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ตลอดจนโครงการการบริการระบบนิเวศพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา-ห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ ภายใต้การสนับสนุนการวิจัยของสำนักงานเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน)

เอกสารอ้างอิง

วิษณุ เจียมใจ, นิวัติ อนงค์รักษ์, และสุนทร คำยอง. 2563. ลักษณะดินอันดับอัลทิซอลส์และแอลฟิซอลส์ในสวนลิ้นจี่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. แก่นเกษตร 48: 177-188.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร-ลิ้นจี่. แหล่งข้อมูล: http://www.oae.go.th. ค้นเมื่อวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2563.

สุธีระ เหิมฮึก, วิชญ์ภาส สังพาลี, เนตรนภา อินสลุด, และจุฑามาศ อาจนาเสียว. 2559. ระบบการเกษตร และการพึ่งพาทรัพยากรป่าไม้ของชุมชนในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยาศาสตร์เกษตร. 47(พิเศษ 2): 593-596.

สำเริง ปานอุทัย, สมชาย อ่อนอาษา, บุญมา ดีแสง, และต่อลาภ คำโย. 2562. ผลของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินต่อปริมาณน้ำในลำธาร พื้นที่สถานีวิจัยต้นน้ำแม่กลอง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้เมืองไทย 3: 1-14.

Batten, D. J., C.A. McConchie, and J. Lloyd. 1994. Effects of soil water deficit on gas exchange characteristics and water relations of orchard lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) trees. Tree Physiology. 14: 1177–1189.

Goswami, S., K.S. Verma, and R. Kaushal. 2013. Biomass and carbon sequestration in different agroforestry systems of a Western Himalayan watershed. Biological Agriculture & Horticulture. 30: 88-96.

Hermhuk, S., A. Chaiyes, S. Thinkampheang, N. Danrad, and D. Marod. 2021. Land use and above-ground biomass changes in a mountain ecosystem, northern Thailand. Journal of Forestry Research. 37: 1733-1742.

Kent, M., and P. Coker. 1994. Vegetation Description and Analysis. John Wiley and Sons, Chichester.

Kumar, M., V. Kumar, R. Prasad, and A. Varma. 2017. The Lychee Biotechnology (Edit.). Springer Singapore: Gateway East.

Marod, D., W. Phumphuang, T. Kamyo, J. Thongsawi, N. Khlangsap, S. Bootcharee, L. Asanok, S. Thinkampaeng, S. Hermhuk, and W. Nuipakdee. 2018. Diversity and spatial distribution of the Fagaceae tree species in the Doi Suthep-Pui Nationa Park. Journal of Tropical Forest Research. 2: 53-68.

Menzel, C. M. 2002. The Lychee Crop in Asia and the Pacific. Regional Office for Asia and the Pacific, Food and Agriculture Organization of the United Nations: Bangkok.

Naik, S. K., P. K. Sarkar, B. S. Das, A. K. Singh, and B.P. Bhatt. 2018. Predictive models for dry biomass and carbon stock estimation in *Litchi chinensis* under hot and dry sub-humid climate. Archives of Agronomy and Soil Science. 64: 1366-1378.

Pibumrung, P., N. Gajaseni, and A. Popan. 2008. Profiles of carbon stocks in forest, reforestation and agricultural land, Northern Thailand. Journal of Forestry Research. 19: 11-18.

Rerkasem, K., N. Yimyam, and B. Rerkasem. 2009. Land use transformation in the mountainous mainland Southeast Asia region and the role of indigenous knowledge and skills in forest management. Forest Ecology Management. 257: 2035-2043.

Ripley, B., B. Venables, D. W. Bates, K. Hornik, A. Gebhardt, D. Firth, and M. B. Ripley. 2013. Package 'mass'. Cran R.

Trisurat, Y., R. Alkemade, and P. H. Verburg. 2010. Projecting land-use change and its consequences for biodiversity in Northern Thailand. Environmental Management. 45: 626-639.

Yarnvudhi, A., S. Sungkaew, S. Hermhuk, P. Sunthornhao, and S. Onprom. 2016. Plant diversity and utilization on ethnobotany of local people at Hmong Doi Pui Village in Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai province. Thai Journal of Forestry. 35: 136-146.

Yimyam, N., S. Lordkaew, and B. Rerkasem. 2016. Carbon storage in mountain land use systems in Northern Thailand. Mountain Research and Development. 36: 183-192.