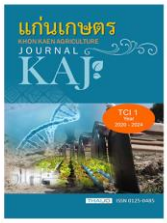
วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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



ระดับการพรางแสงและการให้ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตผักกูดเพื่อการค้า

Optimization of shading levels and fertilizer application on commercial production of vegetable fern (*Diplazium esculentum*)

อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์[1]*, รัญธิญา เอียดเอก[1] และ พฤกษ์ ชุติมานุกูล[1]

Ornprapa Thepsilvisut[1]*, Rantiya Iad-ak[1] and Preuk Chutimanukol[1]

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี 12120
[1] Major of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University Rungsit Centre, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยต่อการผลิตผักกูดแบบปลอดภัยเพื่อการค้า ทำการทดลอง ณ แปลงของเกษตรกรจังหวัดพัทลุง วางแผนการทดลองแบบสปลิทพลอทแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อค (Split plot in RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยหลักเป็นระดับการพรางแสง 3 ระดับ ได้แก่ ไม่พรางแสง และพรางแสงด้วยตาข่ายสีดำกรองแสง 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ และปัจจัยรองเป็นการใส่ปุ๋ย 5 รูปแบบ ได้แก่ ไม่ใส่ปุ๋ย (ควบคุม) ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15$_{30\ กก./ไร่}$ และ 46-0-0$_{22.5\ กก./ไร่}$) อัตรารวม 52.5 กิโลกรัมต่อไร่ และใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 700, 1,400 และ 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองพบว่า ดินก่อนและหลังปลูกมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 4.60-4.97 ซึ่งมีสภาพเป็นกรดจัดมาก และพบว่า การพรางแสงที่เพิ่มขึ้นทำให้การลดลงของปริมาณอินทรียวัตถุในดินหลังปลูกช้ากว่าการไม่พรางแสง ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลโคในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตทั้ง 3 เดือน (เดือนที่ 3-6 หลังปลูก) สูงที่สุด คือ 125.45, 177.10 และ 152.43 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นค่าเฉลี่ยผลผลิตอยู่ที่ประมาณ 152 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน เมื่อพิจารณาราคาขายตลอดทั้งปีอยู่ที่กิโลกรัมละ 50 บาท จะสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 1.5 ปี หลังปลูก ซึ่งสามารถคืนทุนได้เร็วกว่าการไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ยถึง 8.1 ปี
คำสำคัญ: ดินกรด; ปุ๋ยมูลโค; การพรางแสง; เฟิร์นกินได้; ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ABSTRACT: This aimed to assess the effect of shading and fertilization on safe vegetable fern production on a commercial basis. The experiment was carried out in a split-plot in a split-plot in randomized complete block design (RCBD) with 4 replications. There were 3 main plots of shading; 1) no shading, 2) 50% shading and 3) 80% shading, and 5 subplots of fertilization; 1) no fertilizer application (control), 2) chemical fertilizer (15-15-15$_{30\ kg/rai}$ + 46-0-0$_{22.5\ kg/rai}$) at the rate of 52.5 kg/rai, 3) cow manure at the rate of 700 kg/rai, 4) cow manure at the rate of 1,400 kg/rai and 5) cow manure at the rate of 2,100 kg/rai. The results showed that the soil before and after treatments were very strongly acidic (pH 4.60-4.97). In addition, the decrease of soil organic matter was lower under the higher shading level than that under non-shading, whereas the available phosphorus and potassium increased with the rise of cow manure application. For the vegetable fern yield, it was found that the 50% shading combined with the application of cow manure at the rate of 1,400 kg/rai produced the highest amount throughout the 3 harvesting months (3-6 months after planting), which were 125.45, 177.10 and 152.43 kg/rai or average in approximately 152 kg/rai/month. Even considering the selling price throughout the year at 50 THB/kg, the investment can be returned within 1.5 years after planting, which it could be able to pay back 8.1 years faster than without shading and fertilization applications.
Keywords: acidic soil; cow manure; shading; edible fern; economic return

* Corresponding author: ornprapa@hotmail.com
Received: date; October 14, 2021 Accepted: date; March 7, 2022 Published: date; June 30, 2022

บทนำ

ผักกูด (vegetable fern) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Diplazium esculentum* เป็นเฟิร์นขนาดใหญ่ที่จัดอยู่ในกลุ่มของพืชล้มลุกอายุยืนและพบมากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผักกูดถือเป็นผักพื้นบ้านที่นิยมนำส่วนของยอดและใบอ่อนมารับประทาน ซึ่งพบว่าอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการมากมายทั้งธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และโปรตีน (มนตรีและวิเชียร, 2556; Seal, 2012) นอกจากนี้ผักกูดยังมีสารประกอบฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระในปริมาณสูง (Akter, 2014) และยังมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Kaushik et al., 2011) และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและพยาธิที่ก่อให้เกิดโรคได้ (Amit et al., 2011; Amit and Singh, 2012) ผักกูดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพดินชื้น มีแสงแดดรำไร และมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ดังนั้นในการปลูกผักกูดจึงนิยมปลูกในพื้นที่ที่มีร่มเงาเช่นใต้ต้นไม้ใหญ่หรือใช้ตาข่ายพรางแสงที่ระดับ 60-80 เปอร์เซ็นต์ หากผักกูดได้รับแสงแดดในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ใบของผักกูดไหม้และส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลง ในขณะที่หากพรางแสงมากเกินไปจะส่งผลให้ต้นผักกูดยืดยาวและหักล้มได้ง่าย (มนตรี, 2555; มนตรีและวิเชียร, 2556; วิเชียร และคณะ, 2559) ทั้งนี้มีรายงานว่า การปลูกผักกูดทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนซึ่งแม้จะมีความเข้มแสงแตกต่างกัน แต่พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผักกูดมีผลผลิตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสงและการพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ (Trail et al., 2021) อย่างไรก็ตามการพรางแสงนอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตแล้ว ยังส่งผลต่อคุณภาพผลผลิตของเฟิร์นกินได้ โดยจากการวิจัยของ Wang et al. (2020) พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มแสงที่เฟิร์นได้รับ ในขณะที่ปริมาณกรดอะมิโนมีค่ามากขึ้นตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น

สำหรับการจัดการธาตุอาหารในการผลิตผักกูด พบว่า มีความแตกต่างกันตามสภาพดินและแหล่งของปุ๋ยในแต่ละพื้นที่ ยกตัวอย่างเช่น การแนะนำให้ใส่ปุ๋ยคอกเพียงอย่างเดียวอัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ ทุก 3 เดือน (สำนักงานเกษตรอำเภอศรีราชา, 2558) หรือการแนะนำให้ใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ผสมปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 75 กิโลกรัม/ไร่ ในครั้งแรกของการปลูก และใส่ปีละ 1 ครั้ง (ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน, 2557) เป็นต้น และจากการศึกษาของมนตรี และคณะ (2558) ที่แม้ว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อการให้ผลผลิตของผักกูด แต่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 399 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 25-7-7 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 384 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการรายงานในด้านการจัดการทั้งการพรางแสงและการให้ปุ๋ยต่อการผลิตผักกูด แต่พบการรายงานในพืชตระกูลเฟิร์นไม่ผลัดใบ ซึ่งพบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี Multicote (14-14-14 + จุลธาตุ) ร่วมกับการพรางแสงที่ระดับตั้งแต่ 30-60 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตสูงกว่าการไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ (Shim et al., 2011) ทั้งนี้เพื่อหารูปแบบการจัดการเกี่ยวกับการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตผักกูดโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยซึ่งถือเป็นแหล่งผลิตผักกูดที่สำคัญ แต่ยังคงพบว่านิยมปลูกผักกูดแซมต้นไม้ใหญ่อย่างยางพาราและให้ปุ๋ยตามปริมาณที่เหลือจากการใส่ให้กับต้นไม้ใหญ่ ซึ่งเมื่อต้นไม้ใหญ่ที่ปลูกมีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้เกิดร่มเงาหรือการพรางแสงที่สูงเกินไป ทำให้ผลผลิตของผักกูดค่อยๆ ลดลงเรื่อยๆ จนไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ทุกวันเนื่องจากผักกูดมีการเจริญเติบโตที่ลดลง ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการจัดการทั้งการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นสำหรับการผลิตผักกูดรวมถึงการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการเผยแพร่ให้กับเกษตรกรหรือผู้ประกอบการที่สนใจสำหรับการผลิตผักกูดแบบปลอดภัยเพื่อการค้าได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ split plot in RCBD จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) Main plot คือ ระดับการพรางแสง 3 ระดับ ได้แก่ 1) ไม่พรางแสง 2) พรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และ 3) พรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์

2) Sub plot คือ การใส่ปุ๋ย 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย (Control) 2) ใส่ปุ๋ยเคมี (15-15-15 อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ + ยูเรีย 46-0-0 อัตรา 22.5 กิโลกรัมต่อไร่) อัตรารวม 52.5 กิโลกรัมต่อไร่ (CF 52.5 kg/rai) 3) ใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 700 กิโลกรัมต่อไร่ (CM 700 kg/rai) 4) ใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ (CM 1,400 kg/rai) และ 5) ใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (CM 2,100 kg/rai)

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาทดลองในสภาพแปลง ณ แปลงของเกษตรกร ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ถึง กุมภาพันธ์ 2564 เก็บตัวอย่างดินชั้นไถพรวน (0-25 เซนติเมตร) ของชุดดินลำภูรา (Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Palehumults) ซึ่งมีสภาพการซึมผ่านได้ของน้ำและความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และจากการวิเคราะห์เนื้อดิน พบว่า มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย (sandy clay) ประกอบด้วยอนุภาคทราย 50 เปอร์เซ็นต์ ทรายแป้ง 14 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียว 36 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสมบัติทางเคมีบางประการของตัวอย่างปุ๋ยมูลโคที่ใช้ในการทดลอง ทำโดยวิเคราะห์ค่า pH (ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:1 w/v) และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) (ดิน:น้ำ อัตราส่วน 1:5 w/v) ด้วยเครื่อง pH/EC meters ปริมาณอินทรียวัตถุด้วยวิธี Walkley-Black method (Walkley and Black, 1934) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทำการย่อยด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้นและวิเคราะห์ด้วยวิธี Kjedahl method ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดทำการย่อยด้วยกรดผสมไนทริกเปอร์คลอริกในอัตราส่วน 3:1 (v/v) และวัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพบว่า ปุ๋ยมูลโคมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 2.12, 0.88 และ 3.54 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 8.23 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 7.75 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และพบว่ามีปริมาณอินทรียวัตถุ และค่า C/N ratio เท่ากับ 51.67 เปอร์เซ็นต์ และ 14.11 ตามลำดับ ทั้งนี้ปริมาณธาตุอาหารหลักที่ผักกูดได้รับจากปุ๋ยในแต่ละสิ่งทดลองแสดงไว้ใน **Table 1**

Table 1 Background plant nutrient contents in various fertilizers applied at each different shading condition

Fertilizer treatment	Application rates (kg/rai)	Proportion of primary elements in fertilizer applied for each treatment		
		N (kg/rai)	P (kg/rai)	K (kg/rai)
Control	0	0	0	0
Chemical fertilizer 52.50 kg/rai ($15\text{-}15\text{-}15_{30\ kg/rai}$ + $46\text{-}0\text{-}0_{22.5\ kg/rai}$)	52.50	14.85	1.97	3.75
Cow manure 700 kg/rai	700	14.85	6.16	24.78
Cow manure 1,400 kg/rai	1,400	29.70	12.32	49.56
Cow manure 2,100 kg/rai	2,100	44.55	18.48	74.34

ในการปลูกผักกูด ทำการคัดเลือกเหง้าที่มีอายุประมาณ 1 ปี มีความกว้างทรงพุ่ม 3-4 เซนติเมตร และมีความยาว 10-15 เซนติเมตร นำเหง้ามาตัดส่วนของใบออก วางเหง้าไว้ในตะกร้า รดน้ำเช้า-เย็น เป็นเวลา 7 วัน สังเกตลักษณะการออกราก ส่วนในการเตรียมแปลงทดลอง ขุดหน้าดินความลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร และตากดินทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นขึ้นแปลงขนาด 1x4 เมตร จำนวน 60 แปลง (สิ่งทดลองละ 4 แปลง) พรางแสงด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำแบบสุ่มตามระดับที่กำหนดในสิ่งทดลอง โดยพรางแสงทั้งด้านข้างและด้านบนสูงประมาณ 1.8 เมตร (**Figure1**) นำเหง้าผักกูดที่คัดเลือกไว้ย้ายลงปลูกที่ระยะ 30 x 30 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยในแต่ละแปลง

ตามอัตราที่กำหนดตามสิ่งทดลอง โดยสิ่งทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยมูลโคจะแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ รองก้นหลุมในวันปลูก และที่ 90 วันหลังย้ายปลูก ส่วนกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีทำโดยแบ่งใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 จำนวน 2 ครั้ง เช่นเดียวกับปุ๋ยมูลโค และใส่ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0 เมื่อผักกูดมีอายุ 30 และ 120 วันหลังย้ายปลูก ให้น้ำทุกวันในอัตราที่เท่ากันทุกแปลงด้วยระบบน้ำหยด ฉีดพ่นสารสกัดธรรมชาติเพื่อกำจัดโรคและแมลงเมื่อมีการระบาด และกำจัดวัชพืชโดยวิธีกล เก็บเกี่ยวผลผลิตผักกูดที่อายุตั้งแต่ 90 วันหลังย้ายปลูก โดยตัดยอดทุก 3 วัน รวมระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งการตัดยอดผักกูดจะปฏิบัติตามมาตรฐานการเก็บเกี่ยวทั่วไปที่ได้ข้อมูลจากกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกผักกูดในจังหวัดพัทลุง คือ ต้องมีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 เซนติเมตร โดยยอดอ่อนจะมีลักษณะอ่อนนุ่มและปลายยอดม้วนงอ



Figure1 Shading preparation for vegetable fern plantation with different shading treatments

3. การบันทึกผล

3.1 ผลผลิตของผักกูด บันทึกจำนวนยอด น้ำหนักสดต่อยอด และคำนวณเป็นปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยจากระยะปลูก 30 x 30 เซนติเมตร จะสามารถปลูกผักกูดได้ประมาณ 17,600 ต้น/ไร่ เก็บเกี่ยวผลผลิตทุก 3 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน ได้แก่ ช่วงอายุ 90-120, 121-150 และ 151-180 วันหลังย้ายปลูก

3.2 สมบัติทางเคมีบางประการของตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูก เก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูกผักกูด 180 วัน โดยบันทึกค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง pH/EC meters ปริมาณอินทรียวัตถุวิเคราะห์ด้วยวิธี Walkley-Black method (Walkley and Black, 1934) และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธี Kjedahl method ส่วนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำให้เกิดสีด้วยวิธี Bray II และวัดความเข้มข้นของฟอสฟอรัสด้วยเครื่อง Visible spectrophotometer และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน สกัดด้วย 1N แอมโมเนียมอะซิเตต pH 7.0 และวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer (Natural Resources Conservation Service, 2004)

3.3 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและระยะเวลาการคืนทุน ประเมินต้นทุนสำหรับการผลิตผักกูดตลอดทั้งปี โดยคำนวณต้นทุนได้แก่ ค่าแรงงาน (การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษา การใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว) และค่าวัสดุ (ตาข่ายพรางแสง เสาหลัก เหง้าพันธุ์ ปุ๋ย และระบบน้ำ) นำข้อมูลต้นทุนรวมและรายได้ (ปริมาณผลผลิต x ราคาขายที่ 50 บาทต่อกิโลกรัม) มาคำนวณเป็นกำไรสุทธิเพื่อประเมินผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและระยะเวลาคืนทุนต่อไป (อรประภา, 2560)

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ Split plot in RCRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษา

จากการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (ThermoPro TP50, Metrology Technical Co.,Ltd. (MTEC), ประเทศไทย) ในบริเวณแปลงทดลองของเกษตรกร ณ ต.บ้านพร้าว อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ถึง มีนาคม 2564 พบว่า มีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ที่ 36.47 องศาเซลเซียส และ 59.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อทำการพรางแสงด้วยตาข่ายพลาสติกสีดำที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า แปลงทดลองมีอุณหภูมิเฉลี่ยลดลงเป็น 34.29 องศาเซลเซียส ส่วนการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณที่ปลูกมีอุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 32.28 องศาเซลเซียส และพบว่าการพรางแสงที่ระดับ 50 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณแปลงทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 64.98 และ 71.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

1. ปริมาณผลผลิต

เมื่อเปรียบเทียบระดับการพรางแสงที่แตกต่างกัน พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดในเดือนที่ 1 และ 2 สูงที่สุด คือ 1.45 และ 1.57 ยอดต่อต้น ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการพรางแสงในทุกระดับไม่ทำให้จำนวนยอดในเดือนที่ 3 มีค่าแตกต่างกัน (1-2 ยอดต่อต้น) ส่วนปัจจัยการให้ปุ๋ย พบว่า มีผลต่อจำนวนยอดของผักกูดทั้งการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1-3 อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ จำนวนยอดของผักกูดในเดือนที่ 1 ที่ได้รับปุ๋ยมีค่ามากกว่าผักกูดที่ไม่ได้รับปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 2 และ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 และ 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดที่เป็นผลผลิตมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยและการใส่ปุ๋ยในสิ่งทดลองอื่น ๆ โดยพบว่า ทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดประมาณ 2 ยอดต่อต้น ทั้งนี้พบปฏิสัมพันธ์ ($P \leq 0.05$) ระหว่างการพรางแสงและการให้ปุ๋ยต่อจำนวนยอดของผักกูดในเดือนที่ 1 และ 2 ของการเก็บเกี่ยว โดยในเดือนที่ 1 ของการเก็บเกี่ยว พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดสูงที่สุด คือ 1.64 ยอดต่อต้น ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกับการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 52.50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยมูลโคอัตรา 700 และ 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดต่อต้นอยู่ในช่วง 1.39-1.58 ยอดต่อต้น และในทำนองเดียวกันกับผลผลิตในเดือนที่ 2 ของการเก็บเกี่ยว ที่พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ยังคงทำให้ผักกูดมีจำนวนยอดสูงที่สุด คือ 1.98 ยอดต่อต้น ในขณะที่ผักกูดที่ไม่ได้พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนยอดน้อยที่สุด คือ 0.32 ยอดต่อต้น (**Table 2**) นอกจากนี้ จากผลการทดลองพบปฏิสัมพันธ์ ($P \leq 0.05$) ระหว่างการพรางแสงและการให้ปุ๋ยต่อน้ำหนักยอดต่อต้นของผักกูดในทั้ง 3 เดือนของการเก็บเกี่ยว โดยพบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีน้ำหนักยอดสูงที่สุด คือ 5.31, 6.10 และ 5.45 กรัมต่อยอด ในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1-3 ตามลำดับ ซึ่งในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1 มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 52.50 กิโลกรัมต่อไร่ (4.47 กรัมต่อยอด) หรือร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (4.97 กรัมต่อยอด) และการในการเก็บเดี่ยวเดือนที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกับการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (5.18 กรัมต่อยอด) ในขณะที่การพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ที่แม้จะปฏิบัติร่วมกับการใส่ปุ๋ยในชนิดและอัตราต่าง ๆ กลับพบว่า ทำให้น้ำหนักยอดทั้งในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1-3 มีค่าน้อยที่สุด (1.21-2.63 กรัมต่อยอด) ซึ่งส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกับผักกูดที่ไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ย (**Table 2**)

เมื่อคำนวณเป็นปริมาณผลผลิตต่อไร่ ที่เริ่มเก็บเกี่ยวเมื่อผักกูดอายุ 90 วันหลังปลูก เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ทั้งระดับการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยส่งผลต่อปริมาณผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ โดยการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดในทั้งเดือนที่ 1-3 ของการเก็บเกี่ยว คือ 90.57, 110.84 และ 112.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ปัจจัยของการใส่ปุ๋ย พบว่า ในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1 การใส่มูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตสูงที่สุด (62.74 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ (59.93 กิโลกรัมต่อไร่) ส่วนในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 2 และ 3 พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตสูงที่สุดคือ 75.56 และ 102.98 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 3 ผลผลิตของผักกูดในสิ่งทดลองดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (102.08 กิโลกรัมต่อไร่) และหากพิจารณาทั้งสองปัจจัยร่วมกันพบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการให้ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีผลผลิตรวมสูงที่สุด ทั้งในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1-3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ

125.45, 177.10 และ 152.43 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 3 ปริมาณผลผลิตของผักกูดในสิ่งทดลองดังกล่าวมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (146.28 กิโลกรัมต่อไร่) จากผลการทดลองเป็นที่น่าสังเกตว่า ในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 1 และ 2 การพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแม้มีการใส่ปุ๋ยร่วมด้วย แต่ยังคงทำให้ปริมาณผลผลิตมีค่าไม่แตกต่างกับการไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ย แต่พบว่าในการเก็บเกี่ยวเดือนที่ 3 ผักกูดมีแนวโน้มในการปรับตัวต่อระดับการพรางแสงที่สูงและส่งผลให้ปริมาณผลผลิตของผักกูดที่พรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการไม่ใส่และใส่ปุ๋ยทุกอัตรามีปริมาณผลผลิตสูงกว่าการไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ย อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า หากมีการจัดการที่เหมาะสม เช่น การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตมากกว่าการไม่พรางแสงและไม่ใส่ปุ๋ยถึง 8-16 เท่า (**Table 3**)

Table 2 Number and fresh weight of vegetable fern fronds grown under the different treatments of shading and fertilizer application at each harvesting month after planting

Shading	Fertilizer	Frond number			Fronds fresh weight (g/frond)		
		First month (90-120 day after planting)	Second month (120-150 day after planting)	Third month (150-180 day after planting)	First month (90-120 day after planting)	Second month (120-150 day after planting)	Third month (150-180 day after planting)
0%	Control	0.49e[1/]	0.32h	0.49	1.84e	2.36ghi	2.73fg
	CF 52.50 kg/rai	1.31bc	0.85d	1.05	4.00bcd	3.75cde	3.81cde
	CM 700 kg/rai	0.98d	0.58efg	0.91	3.25d	2.88fgh	3.30ef
	CM 1,400 kg/rai	1.06cd	0.78de	1.62	3.43cd	3.00efg	3.56de
	CM 2,100 kg/rai	1.08cd	0.92d	1.47	4.06bcd	3.26def	4.56bc
50%	Control	1.11cd	1.15c	1.39	3.51cd	3.74cde	4.15cd
	CF 52.50 kg/rai	1.39ab	1.55b	1.42	4.47abc	4.42bc	4.57bc
	CM 700 kg/rai	1.58ab	1.51b	0.97	3.46cd	3.95cd	4.47bc
	CM 1,400 kg/rai	1.64a	1.98a	1.91	5.31a	6.10a	5.45a
	CM 2,100 kg/rai	1.52ab	1.67b	1.94	4.97ab	4.82b	5.18ab
80%	Control	0.14f	0.52gh	1.67	1.21e	1.95ij	2.31g
	CF 52.50 kg/rai	0.14f	0.54fg	1.93	1.37e	1.54j	1.93g
	CM 700 kg/rai	0.12f	0.49gh	1.84	1.27e	2.21hij	2.63fg
	CM 1,400 kg/rai	0.17f	0.55fg	2.25	2.06e	2.10ij	2.49fg
	CM 2,100 kg/rai	0.14f	0.74def	2.24	1.74e	2.15hij	2.39g
F-test shading x fertilizer		**	**	ns	**	**	**
Mean for shading	0%	0.98b	0.69b	1.11	3.32b	3.05b	3.59b
	50%	1.45a	1.57a	1.53	4.34a	4.61a	4.76a
	80%	0.14c	0.57b	1.98	1.53c	1.99c	2.35c
F-test for shading		**	**	ns	**	**	**
Mean for fertilizer	Control	0.58b	0.66d	1.19c	2.18c	2.69c	3.06c
	CF 52.50 kg/rai	0.95a	0.98b	1.47b	3.28a	3.23b	3.43bc
	CM 700 kg/rai	0.89a	0.86c	1.24c	2.66b	3.01bc	3.47bc
	CM 1,400 kg/rai	0.96a	1.10a	1.93a	3.60a	3.74a	3.83ab
	CM 2,100 kg/rai	0.92a	1.10a	1.88a	3.59a	3.41ab	4.04a
F-test fertilizer		**	**	**	**	**	**
Mean		0.86	0.94	1.54	3.06	3.21	3.57
C.V. (%)		16.45	14.22	16.04	16.68	15.67	14.91

** Significance at the 0.01% levels of probability

[1/] Mean followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 3 Vegetable fern yield (kg/rai) grown under the different treatments of shading and fertilizer application at each harvesting month after planting

Shading	Fertilizer	Yield (kg/rai)		
		First month (90-120 day after planting)	Second month (120-150 day after planting)	Third month (150-180 day after planting)
0%	Control	12.75f	11.00g	19.13h
	CF 52.50 kg/rai	72.20d	44.27e	59.03d-g
	CM 700 kg/rai	44.60e	22.25fg	40.70gh
	CM 1,400 kg/rai	49.68e	33.78ef	82.73bcd
	CM 2,100 kg/rai	77.20d	41.10e	84.38bcd
50%	Control	54.78e	66.13d	88.05bc
	CF 52.50 kg/rai	90.53c	99.68c	104.65b
	CM 700 kg/rai	74.58d	90.00c	68.60c-f
	CM 1,400 kg/rai	125.45a	177.10a	152.43a
	CM 2,100 kg/rai	107.53b	121.30b	146.28a
80%	Control	2.75f	14.25g	51.63efg
	CF 52.50 kg/rai	2.75f	11.50g	46.18fg
	CM 700 kg/rai	2.03f	14.25g	62.08c-g
	CM 1,400 kg/rai	4.68f	15.80g	73.78cde
	CM 2,100 kg/rai	3.50f	21.93fg	75.60cde
F-test shading x fertilizer		**	**	**
Mean for shading	0%	51.29b	30.48b	57.19b
	50%	90.57a	110.84a	112.00a
	80%	3.14c	15.55c	61.85b
F-test for shading		**	**	**
Mean for fertilizer	Control	23.43d	30.46e	52.93c
	CF 52.50 kg/rai	55.15b	51.82c	69.95b
	CM 700 kg/rai	40.40c	42.17d	54.13bc
	CM 1,400 kg/rai	59.93ab	75.56a	102.98a
	CM 2,100 kg/rai	62.74a	61.44b	102.08a
F-test fertilizer		**	**	**
Mean		48.33	52.29	77.01
C.V. (%)		16.75	19.47	22.29

** Significance at the 0.01% levels of probability

1/ Mean followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

2. สมบัติทางเคมีของดิน

ดินบริเวณแปลงทดลองมีสภาพเป็นกรดจัดมาก (pH 4.63) มีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับปานกลาง (1.67 เปอร์เซ็นต์) ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก พบว่า มีไนโตรเจนทั้งหมด (0.09 เปอร์เซ็นต์) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (19.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อยู่ในระดับต่ำมาก ปานกลาง และสูงตามลำดับ (สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, 2547) เมื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกผักกูดเป็นเวลา 180 วัน พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินหลัง

ปลูกทุกสิ่งทดลองมีค่าใกล้เคียงกับดินก่อนปลูก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4.60-4.97 ซึ่งมีความเป็นกรดจัดมาก ส่วนค่าการนำไฟฟ้า พบว่า ดินหลังปลูกผักกูดที่ได้รับการพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ 8.26 เดซิซีเมนต่อเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกับดินหลังปลูกผักกูดที่พรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (8.08 เดซิซีเมนต่อเมตร) และการไม่พรางแสงร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ (7.58 เดซิซีเมนต่อเมตร) และอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ (7.39 เดซิซีเมนต่อเมตร) และหากเปรียบเทียบในแต่ละระดับการพรางแสง พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกสิ่งทดลองทำให้ดินหลังปลูกมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณอินทรียวัตถุพบว่า ทุกสิ่งทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับดินก่อนปลูก โดยหากพิจารณาทีละปัจจัยพบว่า การพรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุลดลงน้อยที่สุด คือ 1.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสง (0.89 เปอร์เซ็นต์) และการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (1.07 เปอร์เซ็นต์) และพบว่า การใส่ปุ๋ยทุกสิ่งทดลองทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุมีค่ามากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย โดยทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 1.09-1.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังคงอยู่ในระดับต่ำปานกลาง ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชในดินหลังปลูก พบว่า ปริมาณไนโตรเจนมีผลการทดลองสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุ กล่าวคือ การพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณไนโตรเจนรวมเหลืออยู่ในดินมากกว่าการไม่พรางแสงหรือการพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูกกลับมีค่าลดลงตามระดับการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า การพรางแสงที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ดินหลังปลูกผักกูดมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อยที่สุด คือ 9.73 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ที่แม้ว่าการพรางแสงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 86.13-89.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกชนิดและอัตราทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ย โดยการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงที่สุด คือ 109.67 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามหากพิจารณาที่อิทธิพลของทั้งการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยต่อปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินหลังปลูก พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ดินหลังปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เหลือมากที่สุดคือ 18.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่การไม่พรางแสงร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เหลือมากที่สุดคือ 119.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (**Table 4**)

3. ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาต้นทุนทั้งเรื่องของค่าแรงงานและค่าวัสดุทั้งหน่อพันธุ์ ระบบน้ำ ปุ๋ย และการพรางแสง พบว่า ทุกสิ่งทดลองมีต้นทุนการผลิตผักกูดอยู่ในช่วง 79,972 – 123,412 บาทต่อไร่ โดยในส่วนของการลงทุนครั้งแรก ค่าหน่อพันธุ์ (ราคาขายหน่อละ 3.50 บาท) ถือเป็นต้นทุนหลักที่มีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งพื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกได้ประมาณ 17,600 ต้น และพบว่ามีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 62,222 บาท หรือคิดเป็นประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ ของต้นทุนทั้งหมดที่ไม่มีการพรางแสงหรือใส่ปุ๋ย นอกจากนี้หากพิจารณาที่ต้นทุนของการจัดการในเรื่องของการพรางแสงและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกัน ซึ่งแม้ว่าต้นทุนในเรื่องของปุ๋ยที่ให้กับต้นผักกูดจะแตกต่างกันไม่มากนัก แต่พบว่า การจัดการเกี่ยวกับการพรางแสงทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นถึง 42-48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการไม่พรางแสงและการพรางแสงที่ระดับ 50 หรือ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การจัดการเกี่ยวกับการพรางแสงและการให้ปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนอย่างชัดเจนกล่าวคือ หากไม่มีการจัดการทั้งการพรางแสงและการให้ปุ๋ย ผักกูดจะสามารถให้ผลผลิตเพียงแค่ 14 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน แต่ถ้าเพิ่มการจัดการเกี่ยวกับการพรางแสงและการให้ปุ๋ยที่เหมาะสม เช่น การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ผักกูดมีผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนเพิ่มขึ้นเป็น 152 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน ซึ่งหากพิจารณาที่ราคาขายผลผลิตเฉลี่ยตลอดทั้งปีที่ขายในท้องตลาดอยู่ที่ราคากิโลกรัมละ 50 บาท จะทำให้ได้รายได้อยู่ที่ 7,583 บาทต่อเดือน นับตั้งแต่หลังการปลูกผักกูดไปแล้ว 90 วัน หรือประมาณ 3 เดือน และเมื่อคำนวณระยะเวลาของการคืนทุนจะใช้เวลาประมาณ 18 เดือน หรือปีครึ่ง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการไม่จัดการใด ๆ ทั้งการพรางแสงและการใส่ปุ๋ย พบว่า ต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 9.6 ปี อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า หากจัดการในระบบการปลูกไม่เหมาะสม เช่น การเพิ่ม

ระดับพรางแสงเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแม้ว่าจะใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยมูลโคในอัตราใดก็ตาม นอกจากจะทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นแล้ว ผักกูดยังมีปริมาณผลผลิตน้อยลงและทำให้ระยะเวลาในการคืนทุนนานขึ้น (ประมาณ 6-10 ปี) (**Table 5**)

Table 4 Selected soil properties both of before and after experiments

Shading	Fertilizer	pH[1/]	EC (dS/m)[2/]	Organic matter (%)[3/]	Total N (%)[4/]	Available P (mg/kg)[5/]	Available K (mg/kg)[6/]
Before experiment		4.63	0.04	1.67	0.09	19.00	52.00
After experiment (180 days after planting)							
0%	Control	4.73c-f[7/]	1.46fg	0.87efg	0.043de	11.00d	77.00k
	CF 52.50 kg/rai	4.97a	3.22de	0.68fg	0.033e	11.67d	94.67f
	CM 700 kg/rai	4.60f	4.69c	0.83efg	0.043de	14.00bc	66.00n
	CM 1,400 kg/rai	4.87a-d	7.58ab	1.09de	0.057bcd	8.00ef	91.33g
	CM 2,100 kg/rai	4.93ab	7.39ab	0.96def	0.050cd	14.67b	119.33a
50%	Control	4.90abc	0.74g	0.65g	0.033e	12.33cd	75.00l
	CF 52.50 kg/rai	4.87a-d	3.93cd	1.06de	0.057bcd	6.00f	70.33m
	CM 700 kg/rai	4.73c-f	3.99cd	1.21bcd	0.060bc	8.00ef	77.33j
	CM 1,400 kg/rai	4.70def	4.25cd	1.41abc	0.070ab	10.67d	95.67e
	CM 2,100 kg/rai	4.83a-e	3.45cd	1.01de	0.053cd	18.33a	112.33b
80%	Control	4.77b-f	1.70fg	1.51ab	0.077a	8.33e	63.67o
	CF 52.50 kg/rai	4.67ef	2.07ef	1.54a	0.077a	11.33d	78.33i
	CM 700 kg/rai	4.83a-e	6.85b	1.23abc	0.060bc	6.67ef	87.33h
	CM 1,400 kg/rai	4.77b-f	8.26a	1.24a-d	0.063abc	11.33d	97.33d
	CM 2,100 kg/rai	4.63f	8.08ab	1.14cde	0.053cd	11.00d	106.00c
F-test for shading x fertilizer		**	**	**	**	**	**
Mean for shading	0%	4.82a	4.87a	0.89c	0.045c	11.87a	89.67
	50%	4.81a	3.27b	1.07b	0.055b	11.07a	86.13
	80%	4.73b	5.39a	1.33a	0.066a	9.73b	86.53
F-test for shading		*	**	*	**	**	ns
Mean for fertilizer	Control	4.80	1.30d	1.01b	0.051b	10.56b	71.89d
	CF 52.50 kg/rai	4.83	3.07c	1.09ab	0.056b	9.67b	81.11c
	CM 700 kg/rai	4.72	5.18b	1.09ab	0.054b	9.56b	76.89cd
	CM 1,400 kg/rai	4.78	6.70a	1.25a	0.063a	10.00b	97.67b
	CM 2,100 kg/rai	4.80	6.31a	1.10ab	0.052b	14.67a	109.67a
F-test for fertilizer		ns	**	**	*	**	**
Mean		4.79	4.51	1.10	0.055	10.89	87.44
C.V. (%)		1.94	16.28	14.92	13.74	10.60	6.45

[1/] pH (soil:water =1:1), [2/] EC (soil:water =1:5), [3/] Organic matter (Walkley and Black method), [4/] N (extracted by H_2SO_4, Kjeldahl method), [5/] P (extracted by Bray II) [6/] K (extracted by NH_4OAc pH 7.0)

[7/] Mean followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

ns= Not significant, *, ** Significance at the 0.05% and 0.01% levels of probability

วิจารณ์

พื้นที่ที่ทำการทดลองสำหรับการปลูกผักกูดในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ดินมีความเป็นกรดจัดมาก (pH 4.60-4.97) ซึ่งพบการวิจัยก่อนหน้าที่รายงานว่า ผักกูดหรือพืชตระกูลเฟิร์นกินได้สามารถเจริญเติบโตได้ในดินกรดที่มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.0-5.5 (Raine, 2021) หรือดินเปรี้ยวจัดซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 4.5 (สยามรัฐออนไลน์, 2563) เป็นต้น อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ดินหลังปลูกในงานวิจัยนี้มีปริมาณอินทรียวัตถุคงเหลืออยู่มากขึ้นตามระดับการพรางแสงอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้การพรางแสงนอกจากจะช่วยลดปริมาณความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบดินแล้ว ยังช่วยลดการระเหยของความชื้นในดินซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิในดินมีค่าไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับดินบริเวณที่ไม่พรางแสงหรือพรางแสงในระดับที่ต่ำกว่า และจากการลดลงของอุณหภูมิในดินทำให้กิจกรรมการทำงานของจุลินทรีย์และกระบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในดินลดลงซึ่งส่งผลให้การย่อยสลายของอินทรียวัตถุเกิดขึ้นได้ช้าลง ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุที่เหลือในดินเมื่อได้รับการพรางแสงมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ไม่ได้รับการพรางแสงหรือพรางแสงในระดับที่ต่ำกว่า (Dodd et al., 2005; Onwuka and Mang, 2018) อีกทั้งการพรางแสงยังช่วยลดการสูญเสียอินทรียวัตถุภายในดินจากสภาพอากาศที่ร้อนหรือแห้งแล้งเมื่อดินสัมผัสกับแสงแดดโดยตรง (Ofori-Frimpong et al., 2010) และเมื่อพิจารณาที่อิทธิพลของการพรางแสงต่อปริมาณธาตุอาหารหลักที่เหลือในดินหลังการปลูก ที่แม้ว่าไม่พบแนวโน้มที่ชัดเจนของอิทธิพลของการพรางแสงต่อความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เหลือในดินหลังปลูกเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการพรางแสงและไม่พรางแสง แต่พบว่า การพรางแสงที่เพิ่มขึ้น (พรางแสงที่ระดับ 80 เปอร์เซ็นต์) ส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินหลังปลูกคงเหลือมากกว่าการไม่พรางแสงหรือการพรางแสงในระดับที่ต่ำกว่า (พรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งน่าจะเป็นเหตุผลมาจากหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น 1) การดูดใช้ไนโตรเจนของพืชมีค่าลดลงจากการเจริญเติบโตที่ลดลงภายใต้ระดับการพรางแสงที่มากเกินไป ทำให้ไนโตรเจนในดินคงเหลือมากขึ้น (Whitehead and Isaac, 2012) และ 2) การสูญเสียอินทรียวัตถุในดินช้าลงจากอิทธิพลการพรางแสงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอินทรียวัตถุถือเป็นแหล่งสำคัญของธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะไนโตรเจน (ยงยุทธ และคณะ, 2554) เป็นต้น และสำหรับปัจจัยการใส่ปุ๋ยพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลโคที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ดินหลังปลูกมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่ใส่ลงไปในดินในงานวิจัยนี้ ทั้งนี้ในความเป็นจริงแล้วการใส่ปุ๋ยมูลโคนอกจากจะให้ปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแล้ว ปุ๋ยมูลโคยังอุดมไปด้วยธาตุอาหารรองและจุลธาตุที่ค่อยๆ ปลดปล่อยออกมาให้พืชนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ต่อไป (ยงยุทธ และคณะ, 2554)

สำหรับการเจริญเติบโตของผักกูด พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผักกูดมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสง แต่หากพรางแสงเพิ่มขึ้นเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ กลับพบว่าผักกูดมีการเจริญเติบโตที่ลดลงและพบว่ามีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการไม่พรางแสง ทั้งนี้มีพืชหลายชนิดอาทิเช่น ผักชีฝรั่ง (Moniruzzaman et al., 2009) และใบบัวบก (ประยงค์ และคณะ, 2558) ที่ให้ผลสอดคล้องกับการวิจัยในผักกูดซึ่งพบว่า การพรางแสงที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ถือเป็นระดับการพรางแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต อีกทั้งจากการรายงานของ Shim et al. (2011) ยังพบว่า การพรางแสงในช่วง 30-60 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับการพรางแสงที่เหมาะสมซึ่งทำให้เฟิร์นไม่ผลัดใบทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Dryopteris nipponensis* Koids., *Cyrtomium falcatum* (L.F.) Presl. และ *Onychium japonicum* (Thunb.) Kunze มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการไม่พรางแสงหรือการพรางแสงที่ระดับสูงขึ้น อีกทั้งจากผลการเก็บข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมของการปลูกผักกูดในงานวิจัยนี้ยังพบว่า การพรางแสงที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อุณหภูมิในบริเวณปลูกมีค่าลดลงประมาณ 2 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสง สอดคล้องกับการรายงานในพืชชนิดอื่น เช่น พริกขี้หนู (สาวิตรี และคณะ, 2558) เป็นต้น ซึ่ง Gardner et al. (1985) ให้เหตุผลว่าการพรางแสงที่เหมาะสมนอกจากจะช่วยลดผลกระทบของการได้รับความเข้มแสงที่มากเกินไป ยังช่วยให้อุณหภูมิบริเวณที่ปลูกมีค่าลดลงซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการสร้างและการทำงานของฮอร์โมนออกซินและจิบเบอเรลลินให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้พืชมีปริมาณผลผลิตหรือน้ำหนักชีวมวลเพิ่มขึ้นในที่สุด อีกทั้งยังมีรายงานว่า การพรางแสงสามารถช่วยเพิ่มการกระจายของแสงสีน้ำเงินได้ดีขึ้นซึ่งมีส่วนช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและส่งผลให้พืชมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น (Shaban et al., 2016) และหากพิจารณาที่อิทธิพลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการผลิตผักกูด ที่แม้เป็นที่ทราบกันดีว่า ปุ๋ยเคมีเป็นปุ๋ยที่ปลดปล่อยธาตุอาหารได้เร็วกว่าปุ๋ยอินทรีย์จึงทำให้พืชได้รับและดูดใช้ธาตุอาหารจากปุ๋ยดังกล่าวได้มากกว่าเพื่อนำไปเพิ่มจำนวนและขยายขนาดของเซลล์ส่วนเนื้อเยื่อเจริญ และส่งผลให้พืชโดยเฉพาะพืชผักใบมี

ปริมาณผลผลิตที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยคอกที่ระดับไนโตรเจนที่เท่ากัน ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวนี้สามารถพบได้ในงานวิจัยกับพืชผักหลายชนิด เช่น ผักกาดหอม (อรประภา และภาณุมาศ (2558) และบรอคโคลี (คริษฐ์สพล และคณะ, 2560) เป็นต้น อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า หากใส่ปุ๋ยมูลโคที่แม้ว่ามีอัตราการปลดปล่อยช้ากว่าปุ๋ยเคมี แต่หากใส่ในปริมาณที่สูงขึ้นย่อมทำให้พืชมีโอกาสได้รับธาตุอาหารหลักที่ความเข้มข้นสูงขึ้นจนถึงระดับที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต ทั้งนี้จากการรายงานช่วงค่าวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยมูลโคทั้งที่เป็นสิ่งขับถ่ายจากโคเนื้อและโคนม พบว่า มีไนโตรเจนรวมอยู่ในช่วง 1.3-2.4 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสรวมอยู่ในช่วง 0.4-0.9 เปอร์เซ็นต์ และโพแทสเซียมรวมอยู่ในช่วง 1.5-2.1 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ในความเป็นจริงแล้วปุ๋ยมูลโคยังประกอบไปด้วยธาตุอาหารรองและจุลธาตุอีกมากมาย เช่น แคลเซียม (0.6-1.8 เปอร์เซ็นต์) แมกนีเซียม (0.2-0.8 เปอร์เซ็นต์) กำมะถัน (0.05-0.5 เปอร์เซ็นต์) เหล็ก (1,515-5,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (40-235 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สังกะสี (8-165 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทองแดง (2-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และโบรอน (14-21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เป็นต้น (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548; Brady and Weil, 2002; Schick et al., 2013) อีกทั้งจากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลโคที่ใช้ในการทดลอง ยังพบว่า มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C: N ratio) เท่ากับ 14.11 ซึ่งถือได้ว่ามีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างต่อเนื่อง และพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการรายงานก่อนหน้าซึ่งพบค่าวิเคราะห์ของ C:N ratio อยู่ในช่วง 16:1-26:1 (สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, 2548) อย่างไรก็ตามหากค่า C:N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ที่หมายความรวมถึงปุ๋ยคอกอย่างมูลโค มีค่าใกล้เคียงหรือน้อยกว่า 13:1 จะสามารถปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมาให้พืชในช่วงเวลาสั้น คือภายใน 67 วัน (Qian and Schoenau, 2002) ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้ หากต้องการนำไปส่งเสริมให้กับเกษตรกรที่ต้องการใช้ปุ๋ยมูลโคสำหรับการปลูกผักกูด นอกจากจำเป็นต้องคำนึงถึงคุณภาพของมูลโค (มูลสัตว์ถ่ายใหม่ มีสิ่งเจือปนน้อย มีการเก็บรักษาที่ถูกหลักปฏิบัติ) แล้วยังจำเป็นต้องให้กับพืชในปริมาณที่เหมาะสมและควรให้ในจำนวนครั้งที่ต่อเนื่อง เช่น 2-4 เดือนต่อครั้ง ซึ่งสอดคล้องคำแนะนำของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2564) ที่แนะนำให้ใส่ปุ๋ยคอกอย่างมูลโคในทุก ๆ 3 เดือน เพื่อเป็นการบำรุงดินและทำให้ผักกูดได้รับปริมาณธาตุอาหารที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Schlegel et al. (2017) ที่ศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารพืชในดินจากการใช้ปุ๋ยมูลโคตลอดระยะเวลา 10 ปี พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลโคทำให้ดินมีการสะสมของธาตุอาหารพืชทั้งมหธาตุและจุลธาตุ รวมถึงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน อีกทั้งจากการรายงานของ Whalen et al. (2002) ยังพบว่า การใช้ปุ๋ยมูลโคสามารถช่วยปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของดินให้ดีขึ้น ซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเจนในดินที่มีสภาพเป็นกรด และ Rasoulzadeh and Yaghoubi (2010) ยังรายงานว่า การใช้ปุ๋ยมูลโคสามารถช่วยปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดินได้ทั้งในเรื่องของการลดความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นอนุภาคของดิน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์และความสามารถในการอุ้มน้ำของดินซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญอีกด้านหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราที่เหมาะสม อาจทำให้พืชที่ปลูกได้ปริมาณผลผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่า เช่นเดียวกับการวิจัยก่อนหน้าทั้งในจิงจูฉ่าย (อรประภา, 2560) และผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค (อรประภา และสมชาย, 2563) เป็นต้น ทั้งนี้จากผลการทดลอง การใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ถือเป็นอัตราการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการผลิตผักกูด เนื่องจากทำให้ได้ปริมาณผลผลิตในทุกรอบการเก็บเกี่ยวสูง และพบว่าในบางเดือนของการเก็บเกี่ยวปริมาณผลผลิตมีค่าไม่แตกต่างจากการใส่ปุ๋ยมูลโคในอัตราที่สูงขึ้น (อัตรา 2,100 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หากใส่ปุ๋ยมูลโคที่สูงขึ้นนอกจากจะทำให้ปริมาณผลผลิตไม่เพิ่มขึ้นแล้วย่อมส่งผลให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้นตามมาและทำให้ระยะเวลาในการคืนทุนนานขึ้น ดังนั้นการให้ปุ๋ยในระดับที่เหมาะสมจึงถือเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็น ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ต่อไป อีกทั้งสำหรับอัตราการใส่ปุ๋ยมูลโคที่ได้แนะนำในงานวิจัยนี้ คืออัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ถือได้ว่าเป็นอัตราการใช้ที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง และโดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดพัทลุง ที่เป็นพื้นที่ศึกษาวิจัยในครั้งนี้ซึ่งพบว่า ในปัจจุบันเกษตรกรจังหวัดพัทลุงหันมาเลี้ยงสัตว์อย่างโคเนื้อเป็นอาชีพเสริมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดในพื้นที่ภายใต้ทั้ง 14 จังหวัด จนกลายเป็นพื้นที่นำร่องในการเลี้ยงโคเนื้อพันธุ์ศรีวิชัยในกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย โดยมีรายงานจากปศุสัตว์จังหวัดพัทลุง พบว่า ในปี พ.ศ. 2561 จังหวัดพัทลุงมีโคอยู่ประมาณ 127,000 ตัว (สำนักพิมพ์ไทยรัฐ, 2561) ซึ่งหากพิจารณาอัตราเฉลี่ยของปริมาณมูลโคที่ขับถ่ายต่อตัวต่อวันที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 20 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (Neumann, 1977) จะพบว่าในจังหวัดพัทลุงจะมีปริมาณมูลโคราว 2,500 ตันต่อวัน ซึ่งถือได้ว่ามีอยู่ในปริมาณมากและสามารถหาซื้อได้ในราคาที่ย่อมเยาว์หากซื้อใน

ปริมาณมาก อีกทั้งยังพบว่าโดยทั่วไปเกษตรกรในพื้นที่ยังคงนิยมใช้ปุ๋ยมูลโคร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับการปลูกพืชอื่นอย่างยางพาราและปาล์มน้ำมัน ดังนั้นหากเกษตรกรมีการนำมูลโคมาใช้เป็นปุ๋ยในการผลิตผักกูดจะสามารถช่วยลดต้นทุนด้านการจัดการธาตุอาหารได้มาก

จากการศึกษาต้นทุนรวมถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพื่อคำนวณระยะเวลาในการคืนทุนจะเห็นได้ว่า การพรางแสงที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ถือเป็นกระบวนการจัดการที่เหมาะสมที่สุดในงานวิจัยนี้สำหรับการผลิตผักกูดในเชิงการค้า โดยพบว่า ทำให้ได้รายได้จากการขายผลผลิตยอดผักกูดหลังปลูกไปแล้ว 3 เดือน อยู่ที่ประมาณ 7,583 บาทต่อเดือน ซึ่งหากประเมินระยะเวลาคืนทุนจากการเก็บเกี่ยวเพียงแค่ช่วง 6 เดือนหลังปลูก (เก็บเกี่ยวได้ 3 เดือน) พบว่า สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 18 เดือน หรือปีครึ่ง อย่างไรก็ตาม หน่อพันธุ์ของผักกูดสามารถเจริญเติบโตได้นานถึง 5-10 ปี และสามารถผลิตต้นใหม่ที่เกิดจากเหง้าหรือรากฝอยของต้นแม่ตั้งแต่อายุประมาณ 6 เดือนหลังปลูก (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2561) อีกทั้งผักกูดยังสามารถขยายพันธุ์ด้วยสปอร์ โดยอับสปอร์ที่ใต้ใบเมื่อแก่จัดจะปล่อยสปอร์ออกมา เมื่อสปอร์ตกลงสู่พื้นดินและมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สปอร์จะสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนได้ (ประทุมพร, 2564) และจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นในแปลงทดลองพบว่า ผักกูดที่ได้รับการพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ มีการผลิตต้นใหม่ออกมาจากเหง้าเฉลี่ย 1 ต้นต่อกอต่อเดือน และหากแยกออกจากต้นแม่และนำมาเพาะชำไว้จะสามารถขายได้ตั้งแต่อายุ 1 ปีขึ้นไป ในราคาเหง้าละ 3-5 บาท โดยจากการคาดคะเนรายได้ที่เกิดขึ้นจากการขายเหง้า จะสามารถทำรายได้เฉลี่ย 53,334-88,890 บาท หรือประมาณ 50,000-90,000 บาท/ไร่ต่อเดือน ซึ่งเป็นรายได้เสริมได้อีกช่องทางหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตามจากการทดลองในครั้งนี้ แม้ว่าปริมาณผลผลิตในทุกสิ่งทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนที่ 4-6 หลังปลูก แต่จากการศึกษาของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2561) ที่เก็บข้อมูลการปลูกผักกูดในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดตลอดระยะเวลา 4 ปี พบว่าปริมาณผลผลิตของผักกูดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอด 4 ปี ที่ทำการปลูก ดังนั้นมีความเป็นไปได้ว่า หากเก็บข้อมูลการผลิตผักกูดไปได้อย่างต่อเนื่อง น่าจะมีแนวโน้มของการให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทุกปี อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนของผักกูดในงานวิจัยนี้กับงานวิจัยก่อนหน้าพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ในงานวิจัยนี้ปริมาณผลผลิตผักกูดที่ได้รับการพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเก็บเกี่ยวตั้งแต่เดือนที่ 4-6 หลังปลูก พบว่ามีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 152 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณผลผลิตของผักกูดที่ปลูกในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด (มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.5) ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2561) ที่มีปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่เดือนที่ 7-12 หลังการปลูกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 150 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน และจากการศึกษาของวิเชียน และคณะ (2559) เกี่ยวกับการปลูกผักกูดด้วยวัสดุปลูกที่แตกต่างกันภายใต้สภาพโรงเรือนพรางแสงที่ให้ผลผลิตตั้งแต่อายุ 6-18 เดือน พบว่า มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยอยู่ที่ 155.33-331.25 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน หรือแม้แต่การทดลองของ Trail et al. (2021) ที่ศึกษาการพรางแสงที่ระดับเดียวกับการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งพบว่าการพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผักกูดมีปริมาณผลผลิตสูงที่สุดทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่พรางแสงและการพรางแสง 80 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า ทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยตลอดทั้งปีอยู่ในช่วง 147-393 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน ดังนั้นจากผลการทดลองซึ่งเป็นการเก็บผลผลิตเพียงแค่ 3 เดือนแรก (6 เดือนหลังปลูก) พบว่าได้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกับการศึกษาก่อนหน้านี้ และมีความเป็นไปได้ว่าปริมาณผลผลิตจะมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเก็บเกี่ยวในระยะเวลาเพิ่มขึ้น และอาจทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนมีค่ามากขึ้นจากการนำเสนอในงานวิจัยในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรต้องการการคืนทุนที่เร็วขึ้น อาจจัดการในรูปแบบการปลูกผักกูดผสมผสานกับผักชนิดอื่นที่ต้องการสภาพแวดล้อมของการปลูกใกล้เคียงกัน อย่างเช่น ผักชีฝรั่ง (Moniruzzaman et al., 2009) และใบบัวบก (ประยงค์และคณะ, 2558) เป็นต้น ที่ต้องการระดับการพรางแสงที่เท่ากันคือ การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถขายผลผลิตที่หลากหลายและได้รายได้เพิ่มขึ้น

Table 5 Production cost and payback period of vegetable fern planting under the different treatments of shading and fertilizer application

Components of production efficiency	0% shading (under sunlight)					50% shading					80% shading				
	Control	CF 52.50 kg/rai	CM 700 kg/rai	CM 1,400 kg/rai	CM 2,100 kg/rai	Control	CF 52.50 kg/rai	CM 700 kg/rai	CM 1,400 kg/rai	CM 2,100 kg/rai	Control	CF 52.50 kg/rai	CM 700 kg/rai	CM 1,400 kg/rai	CM 2,100 kg/rai
1. Labor cost															
1.1 Land preparation	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
1.2 Shade installation	0	0	0	0	0	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340	14,340
1.3 Plant maintenance	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1.4 Fertilization[1/]	0	1,200	1,200	1,200	1,200	0	1,200	1,200	1,200	1,200	0	1,200	1,200	1,200	1,200
1.5 Harvesting	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
2. Material cost															
2.1 Shading net	0	0	0	0	0	11,600	11,600	11,600	11,600	11,600	16,640	16,640	16,640	16,640	16,640
2.2 Wooden pole	0	0	0	0	0	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660	7,660
2.3 Rhizome	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222	62,222
2.4 Fertilizer															
2.4.1 15-15-15	0	900	0	0	0	0	900	0	0	0	0	900	0	0	0
2.4.2 46-0-0	0	675	0	0	0	0	675	0	0	0	0	675	0	0	0
2.4.3 Cow manure	0	0	1,200	2,400	3,600	0	0	1,200	2,400	3,600	0	0	1,200	2,400	3,600
2.5 Irrigation system	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500
3. Total cost (Baht/rai)	79,972	82,747	82,372	83,572	84,772	113,572	116,347	115,972	117,172	118,372	118,612	121,387	121,012	122,212	123,412
4. Average yield (kg/rai/month)[1/]	14	59	36	55	68	70	98	78	152	125	23	20	26	31	34
5. Production price (Baht/kg)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
6. Income (Baht/rai/month)	714	2,925	1,792	2,770	3,379	3,483	4,914	3,886	7,583	6,252	1,144	1,008	1,306	1,571	1,684
7. Payback period from planting (year)	9.6	2.6	4.1	2.8	2.3	3.0	2.2	2.7	1.5	1.8	8.9	10.3	8.0	6.7	6.4

[1/] Vegetable fern planting 17,600 plant/rai (spacing 30x30 cm)

สรุป

จากผลของการศึกษาระบบการจัดการทั้งการพรางแสงและการให้ปุ๋ยต่อความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการผลิตผักกูดแบบปลอดภัยเพื่อการค้า พบว่า การพรางแสงที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นรูปแบบการจัดการที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตผักกูดในสภาพดินกรดจัดมาก (pH 4.60-4.97) ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนที่เก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ผักกูดอายุ 90 วันหลังปลูก อยู่ที่ประมาณ 152 กิโลกรัมต่อไร่ต่อเดือน และประเมินระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 1.5 ปี ซึ่งหากไม่มีการจัดการใด ๆ ทั้งการพรางแสงและการใส่ปุ๋ยจะมีระยะเวลาในการคืนทุนอยู่ที่ 9.6 ปี

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นผลงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนวิจัยพัฒนาศักยภาพผลงานวิจัย (Fast Track) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตามสัญญาเลขที่ TUFT 3/2564 และขอขอบคุณกลุ่มวิเคราะห์ดิน ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากโครงการพระราชดำริ สำหรับการวิเคราะห์ธาตุอาหารในมูลโคที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คริษฐ์สพล หนูพรหม, อมรรัตน์ ชุมทอง และพงษ์ศักดิ์ มานสุริวงศ์. 2560. ผลของมูลโคและน้ำหมักชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของบรอคโคลี. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(4): 627-638.

ประยงค์ ตันเล, รภัสสา จันทาศรี, เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ และพนิดา อะริมัตทสี. 2558. ผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและปริมาณสารเอเชียติโคไซด์ของบัวบกสายพันธุ์สารคามก้านเขียวในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม. เกษตรพระวรุณ. 12(1): 9-16.

ประทุมพร ยิ่งธงชัย. 2564. "ผักกูด" รูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร มาทำความรู้จักกันดีไหม. แหล่งข้อมูล: https://stri.cmu.ac.th/article_detail.php?id=29. ค้นเมื่อ 2 กันยายน 2564.

ฝ่ายเผยแพร่การใช้น้ำชลประทาน. 2557. ผักกูด. สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกภัย, กรมชลประทาน. วารสารข่าวเกษตรชลประทาน. 18(71): 19-21.

มนตรี แก้วดวง. 2555. ผักกูด เฟิร์นกินได้. วารสารเกษตรกรรมธรรมชาติ. 15(3): 66-69.

มนตรี แก้วดวง และวิเซ็น ดวงสา. 2556. ผักกูด อาหารต้านอนุมูลอิสระ. วารสารหมอชาวบ้าน. 55(412): 10-14.

มนตรี แก้วดวง, สายันต์ ตันพานิช, เรวัตร จินดาเจี่ย, ประยุทธ กาวิละเวส, วิเซ็น ดวงสา, พงษ์ศักดิ์ แก้วศรี, สุรสิทธิ์ วงษ์สัจจานันท์, ชลธิชา นิวาสประถุติ, จิตตา สาตร์เพ็ชร์, สุพัตรา เปี่ยมวารี และสรวิศ แจ่มจำรูญ . 2558. การวิจัยและพัฒนาและส่งเสริมการปลูกผักกูดเป็นการค้า. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปทุมธานี.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2554. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิเซ็น ดวงสา, สายันต์ ตันพานิช, เรวัตร จินดาเจี่ย และมนตรี แก้วดวง. 2559. ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกูด. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3(3): 30-35.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2561. คู่มือการปลูกผักกูดในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทองอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, นราธิวาส.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2564. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) แนะวิธีปลูกผักกูดขาย..เพิ่มรายได้ สู้วิกฤตโควิด-19. แหล่งข้อมูล https://www.mhesi.go.th/index.php/en/news-and-announce-all/news-all/1434-19-12.html. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2564.

สาวิตรี มังกรแก้ว, พิจิตรา แก้วสอน, ปริยานุช จุลกะ และปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ. 2558. ผลของการพรางแสงและระยะปลูกต่อการเจริญเติบ โตและคุณภาพเมล็ดพริกขี้หนูพันธุ์ห้วยสีทนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง. วิทยาศาสตร์เกษตร. 46(3): 769-772.

สำนักงานเกษตรอำเภอศรีราชา. 2558. KM online ปี 2558: ผักกูด. สำนักงานส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรที่ 3 จังหวัดระยอง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สำนักพิมพ์ไทยรัฐ. 2561. สหกรณ์โคเนื้อศรีวิชัย (พัทลุง) สร้างงาน-รายได้-มั่นคง-ยั่งยืน. แหล่งข้อมูล: https://www.thairath.co.th/news/local/south/1412343. ค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2563.

สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2548. วัสดุอินทรีย์และปุ๋ยคอกในพื้นที่ทำการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2547. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 1. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สยามรัฐออนไลน์. 2563. ศูนย์พัฒนาพิกุลทองฯ ศึกษาปลูกผักกูดในดินเปรี้ยวจัดทั่วไทยได้. แหล่งข้อมูล: https://siamrath.co.th/n/167994. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2564.

อรประภา อนุกูลประเสริฐ. 2560. การศึกษาเปรียบเทียบผลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อความสามารถในการผลิตจิงจูฉ่าย. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(4): 615-626.

อรประภา อนุกูลประเสริฐ และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของผักกาดหอม. Thai Journal of Science and Technology. 4(1): 81-94.

อรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์ และสมชาย ชคตระการ. 2563. ประสิทธิภาพของปุ๋ยมูลไก่และถ่านชีวภาพต่อความสามารถในการผลิตผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊คในสภาพดินกรด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28(7): 1267-1280.

Akter, S. 2014. Investigation of in vitro antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activity of *Diplazium esculentum* (Retz). Sw. International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry. 3(3): 723-733.

Amit, S., and F.M. Singh. 2012. In-vitro anthelmintic activity of *Diplazium esculentum* (Retz.) Swiss rhizome extract. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 14: 84-87.

Amit, S., K. Sunil, S.P. Bhatt, and N. Arvind. 2011. Antibacterial activity of *Diplazium esculentum* (retz.) Sw. Pharmacognosy Journal. 3(21): 77-79.

Brady, N.C., and R.R. Weil. 2008. The nature and properties of soils. 14th Edition. Prentice Hall, New Jersey.

Dodd, M.B., A.W. McGowan, I.L. Power, and B.S. Thorrold. 2005. Effects of variation in shade level, shade duration and light quality on perennial pastures. Journal of Agricultural Research. 48(4): 531-543.

Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press, USA.

Kaushik, A., J.J. Kaushik, A. Das, S. Gemal, and D. Gaim. 2011. Preliminary studies on anti-inflammatory activities of *Diplazium esculentum* in experimental animal models. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 2(5): 1251-1253.

Moniruzzaman, M., M.S. Islam, M.M. Hossain, T. Hossain, and M.G. Miah. 2009. Effect of shad and nitrogen levels on quality Bangladhonia production. Bangladesh Journal of Agricultural Research. 34(2): 205-213.

Natural Resources Conservation Service. 2004. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report, No. 42, Version 4.0. United States Department of Agriculture, Washington D.C., USA.

Neumann, A.L. 1977. Beef Cattle. John Weiley and Sons, New York.

Ofori-Frimpong, K., A.A. Afrifa, and S. Acquaye. 2010. Impact of shade and cocoa plant densities on soil organic carbon sequestration rates in a cocoa growing soil of Ghana. African Journal of Environmental Science and Technology. 4(9): 621-624.

Onwuka, B., and B. Mang. 2018. Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. Advances in Plants & Agriculture Research. 8(1): 34-37.

Qian, P., and J.J. Schoenau. 2002. Availability of nitrogen in solid manure amendments with different C:N ratio. Canadian Journal of Soil Science. 82(2): 219-225.

Raine, R. 2021. What types of ferns prefer acidic soil? Available: https://homeguides.sfgate.com/types-ferns-prefer-acidic-soil-51940.html. Accessed May 28, 2021.

Rasoulzadeh, A., and A. Yaghoubi. 2010. Effect of cattle manure on soil physical properties on a sandy clay loam soil in North-West Iran. Journal of Food, Agriculture and Environment. 8(2): 976-979.

Schick, J., S. Haneklaus, D. Rückamp, and E. Schnug. 2013 Report on the chemical quality of different types of manure (processed and unprocessed) including P-solubility: Baltic Manure Knowledge Report. Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management, Germany.

Schlegel, A.J., Y. Assefa, H.D. Bond, L.A. Haag, and L.R. Stone. 2017. Changes in soil nutrients after 10 years of cattle manure and swine effluent application. Soil and Tillage Research. 172: 48–58.

Seal, T. 2012. Evaluation of nutritional potential of wild edible plants, traditionally used by the tribal people of Meghalaya state in India. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology. 2: 19-26.

Shaban, N.T., N. Tzvetkova, R. Cherkez, and P. Parvanova. 2016. Evaluation of response of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to temperature and light stress. Acta Agrobotanica. 69(2): 1664.

Shim, M.S., Y.J. Kim, D.S. Lee, H.Y. Kwon, S.S. Kim, and U. Kang. 2011. Growth responses of various ferns on shading and fertilizer application. Journal of Bio-Environment Control. 20(2): 109-115. [In Korean]

Trail, P., Y. Danmalidoi, A. Bicksler, and R. Burnette. 2021. Production of vegetable fern (*Diplazium esculentum* Reytz.) under varying levels of shade. ECHO Asia Note. 2(4): 1-7.

Wang, Y., S. Gao, X. He, Y. Li, Y. Zhang, and W. Chen. 2020. Response of total phenols, flavonoids, minerals, and amino acids of four edible fern species to four shading treatments. The Open Access Journal for Life and Environment: 1-18.

Walkley, A., and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-37.

Whalen, J.K., C. Chang, and G.W. Clayton. 2002. Cattle manure and lime amendments to improve crop production of acidic soils in northern Alberta. Canadian Journal of Soil Science. 82(2): 227-238.

Whitehead, M., and M.E. Isaac. 2012. Effects of shade on nitrogen and phosphorus acquisition in cereal-legume intercropping systems. Agriculture. 2: 12-24.