



การศึกษาผลของแหนแดงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของข้าวเหนียวดำในพื้นที่ป่าเปิดใหม่

Study of the Effect of Azolla on the Growth and Yield of Black Glutinous Rice
in Newly Cleared Forest Areas

วิมลศิริ สีหะวงษ์^{1*} สุวิจักขณ์ อรุณลักษณ์² และ สายัณห์ สืบผาง¹

Wimonsiri Sehawong^{1*} Suvichark Aroonluk² and Sayan Subepang¹

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

²สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร

¹Division of Agricultural Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Sisaket Province

²Program in Agriculture, Faculty of Agriculture and life Sciences, Chandrakasem Rajabhat University, Bangkok

*Corresponding Author: wimonsirisehawong@gmail.com

Received: November 9, 2023

Revised: February 28, 2024

Accepted: March 1, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยพืชสดแหนแดง ต่อการเจริญเติบโตของข้าวเหนียวดำในสภาพดินกรดเนื่องจากการเปิดป่าใหม่ เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตของข้าวเหนียวดำควบคู่กับการพัฒนาดินจากการเลี้ยงแหนแดง โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) ได้แก่ พันธุ์ปลูกข้าวเหนียวดำและกรรมวิธีจำนวน 3 ซ้ำ ผลของการทดลองพบว่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ผลผลิต น้ำหนักเมล็ด (1,000 เมล็ด) ความสูง จำนวนช่อดอกต่อต้น และจำนวนเมล็ดดี ในกรรมวิธีปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงแหนแดงให้ผลดีกว่าการไม่เลี้ยงแหนแดง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) นอกจากนั้นพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในการเลี้ยงแหนแดงและไม่เลี้ยงแหนแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.30 และ 1.60 ตามลำดับ โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของการเลี้ยงแหนแดงสูงกว่าการไม่เลี้ยงแหนแดงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนพันธุ์ปลูกข้าวเหนียวดำ 2 พันธุ์ปลูกคือ ข้าวเหนียวลิ้มฝัวและข้าวเหนียวดำกัญญา พบว่าข้าวเหนียวดำกัญญามีความสูง จำนวนช่อดอกต่อต้น และผลผลิตสูงกว่าข้าวเหนียวลิ้มฝัว

คำสำคัญ: ข้าวเหนียวดำ แหนแดง ผลผลิต

Abstract

Study of the results of add azolla green manure to plants. on the growth of black glutinous rice in acidic soil conditions due to the opening of new forests. The experiment was designed using 2x2 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD). The two factors were varieties and treatments with 3 replicates. The results showed that soil pH, yield, seed weight of 1,000 seeds, height, number of spikelet per plant and filled grain in the process of growing rice along with raising azolla, yielded better results than no raising azolla. But there were no statistical differences ($p>0.05$). In addition, It was found that the average organic matter content of azolla and non-azolla culture were 2.30 and 1.60, respectively. Soil organic matter content of azolla culture was significantly higher than that of no azolla culture ($p<0.05$). If was found that



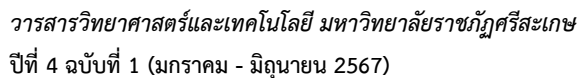
Kam Kanya rice showed a high number of spikelets per plant and the yield was significantly higher than that of Lum Pua rice ($p < 0.05$).

Keywords: Black Glutinous Rice, Azolla, Yield

1. บทนำ

ข้าวเหนียวดำหรือภาษาพื้นเมืองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือ “ข้าวเหนียวดำ” เป็นการเรียกตามลักษณะสีของเมล็ดที่มีสีแดงเข้ม หรือ “แดงกำ” ข้าวเหนียวดำหรือข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีดำเป็นข้าวพื้นเมืองของประเทศไทยมีลักษณะเฉพาะแตกต่างจากข้าวทั่วไปโดยพบสีม่วงปรากฏบนส่วนต่าง ๆ เช่น แผ่นใบ กาบใบ เปลือกเมล็ด และเยื่อหุ้มเมล็ด (Karadee and Sansanee, 2000) ซึ่งแรงควัตถุสีม่วงที่ปรากฏ คือ สารประกอบในกลุ่มของแอนโทไซยานิน โดยแอนโทไซยานินมีฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนของเซลล์มะเร็งเช่น มะเร็งเต้านม (Chen et al., 2015) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคสำคัญอีกหลายชนิด (Cheng and Jackson, 1957) ปัญหาที่เกษตรกรเผชิญตลอดมาในการปลูกข้าวคือปัญหาราคาปุ๋ยเคมีมีราคาสูง แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ในการปลูกเพราะคุ้นเคยกับการทำนาหว่านที่ใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต ทำให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพต่ำแต่ต้นทุนการผลิตสูง มีรายงานค่าความเป็นกรด-ด่าง ของดินบอกค่าเป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 14 ถ้าดินมีความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยิ่งมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก แต่ถ้าดินมีความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง สำหรับดินที่มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7 พอดี แสดงว่าดินเป็นกลาง แต่โดยปกติแล้วความเป็นกรด-ด่างของดินทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 การนำปุ๋ยอินทรีย์มาใช้ในกระบวนการผลิตข้าวยังมีน้อย ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มธาตุอาหารในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ได้จากซากพืช ซากสัตว์ เศษเหลือสารอินทรีย์ต่าง ๆ เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกระบวนการของจุลินทรีย์ก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ แหนแดง (azolla) เป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในรูปของปุ๋ยพืชสด เนื่องจากมีไนโตรเจนสูง เพิ่มจำนวนเร็วในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตแหนแดงสด 3 ตันต่อไร่ ใน 30 วัน และสามารถตรึงไนโตรเจนได้ถึง 5-10 กิโลกรัมต่อไร่ และมีสัดส่วน C/N ต่ำ จึงถูกย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ได้เร็ว การใช้แหนแดงส่งผลให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มร้อยละ 5-42 เมื่อเปรียบเทียบกับอินทรีย์ไนโตรเจน (inorganic nitrogen) ซึ่งอยู่ระหว่างร้อยละ 18-36 แต่มูลชีวภาพไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kewsuralikit and Tongraar, 2010) การใช้แหนแดง 3 ตันต่อไร่ ทำให้ดินปลดปล่อยไนโตรเจนได้ดีกว่าดินที่ไม่มีแหนแดง อย่างไรก็ตามการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย

แหนแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.) เป็นเฟิร์นน้ำชนิดหนึ่ง ใบของแหนแดงประกอบด้วยใบส่วนบนสีเขียวและใบส่วนล่างโปร่งแสง ใบส่วนบนมีช่องว่างบริเวณกลางใบเป็นที่อาศัยของไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) ชื่อว่า *Anabaena azollae* ซึ่งไซยาโนแบคทีเรียชนิดนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ (Chen et al., 2015) มีการศึกษาเกี่ยวกับการเลี้ยงแหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวหนึ่งชุด โดยวิธีเลี้ยงขยายแหนแดงแล้วไถกลบก่อนปักดำ หรือวิธีเลี้ยงขยายแหนแดงในนาข้าวพร้อมกับการปักดำ แล้วไถกลบแหนแดงหลังจากปักดำแล้ว 20 วัน และการปล่อยให้แหนแดงเน่าสลายเป็นปุ๋ยแก่ต้นข้าวเอง ทั้งสามวิธีดังกล่าวให้ผลใกล้เคียงกันและสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวเหมือนกับการใส่ปุ๋ยเคมีประเภทไนโตรเจนในอัตรา 6 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพื้นที่ทำการทดลองเป็นสภาพของดินป่าเต็งรัง โดยทั่วไปจะมีลักษณะของดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์ มีปริมาณธาตุอาหารต่ำ หน้ำดินจะตื้น มีความลึกของดินชั้น A จะอยู่ระหว่าง 3 - 8 เซนติเมตร ดินส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นดินปนกรวด ดินร่วนปนทราย และลูกรังสีแดง จะมีปริมาณเนื้อดินบางส่วนจะเกาะตัวกันแน่น (Cheng and Jackson, 1957) ที่อาจมีอินทรีย์วัตถุอยู่หากมีการเพิ่มปุ๋ยเพื่อปรับสภาพอาจทำให้พื้นที่ดังกล่าวเหมาะต่อการเพาะปลูกข้าว ด้วยเหตุผล



Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University 57



การเก็บผลผลิตข้าว โดยทำการเก็บเกี่ยวตัวอย่างข้าวในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่กำหนดไว้ ทำการเก็บข้อมูลองค์ประกอบของผลผลิต (yield components) ได้แก่ จำนวนเมล็ดต่อนรวง จำนวนรวงต่อกอ และจำนวนเมล็ดต่อนรวงในพื้นที่ 1 ตารางเมตร

การวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินตามวิธีการของ (Watanabe et al., 1981) เป็นวิธีที่เรียกว่า wet oxidation โดยการ oxidized คาร์บอนให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย $K_2Cr_2O_7$ และ H_2SO_4 แล้ววัดปริมาณ $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือโดยการไทเทรตกับ reducing agent

การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง โดยวิธี P-fractions (Cheng and Jackson, 1957) โดยนำดินมาสกัดครั้งแรกเพื่อหา P-solutions โดยใช้ 1 M NH_4Cl เป็นตัวสกัด จากนั้นสกัดส่วน Al-P โดยใช้ 0.5 M NH_4F (pH 8.2) เป็นตัวสกัด ส่วนต่อมา Fe-P ใช้ 0.1 M NaOH เป็นตัวสกัด ในส่วน P-reductant จะใช้ 0.3 M $Na_3C_6H_5O_7$ และ 1 M $NaHCO_3$ เป็นตัวสกัด ในส่วนสุดท้ายจะสกัดหา Ca-P โดยใช้ 0.25 M H_2SO_4 เมื่อทำการสกัดจนครบจึงนำมาทำให้เกิดสีโดยวิธีโมลิบดีนัมบลู (Molybdenum blue method) โดยใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นตัวรีดิวซ์ แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Visible spectrophotometer)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $n=3$ จำนวน 12 ชุดทดลอง วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลแต่ละลักษณะตามแผนการทดลอง Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างด้วย Duncan โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS Version 12.0

3. ผลการวิจัย

3.1 จำนวนเมล็ดต่อนรวง และจำนวนเมล็ดต่อต้น

จากการสุ่มนับเมล็ดต่อนรวงพบว่า จำนวนเมล็ดต่อนรวงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยวิธีการปลูกข้าวที่มีการเลี้ยงเหนงแดงและไม่เลี้ยงเหนงแดงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 96.50 และ 96.33 ตามลำดับ สำหรับจำนวนเมล็ดหรือช่อดอกต่อต้นพบว่าวิธีการปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงเหนงแดงและไม่เลี้ยงเหนงแดงมีจำนวนช่อดอกไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนช่อดอกเท่ากับ 106.67 และ 104.67 ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ข้าวเหนียวดำพบว่าจำนวนช่อดอกต่อต้นของข้าวเหนียวดำกัญญามีจำนวนเท่ากับ 112.33 และข้าวเหนียวลิ้มผัวมีจำนวนช่อดอกเท่ากับ 99 โดยข้าวเหนียวดำกัญญามีจำนวนช่อดอกต่อต้นมากกว่าพันธุ์ข้าวเหนียวลิ้มผัวอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

3.2 น้ำหนักเมล็ด 1,000 เมล็ด และผลผลิต

การปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงเหนงแดงและไม่เลี้ยงเหนงแดงมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนพันธุ์ข้าวเหนียวดำพบว่าข้าวเหนียวลิ้มผัวมีน้ำหนักเมล็ดและผลผลิตน้อยกว่าข้าวเหนียวดำกัญญา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 356.50 และ 414.00 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

3.3 ความสูง

ความสูงในวิธีการปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงเหนงแดงและไม่เลี้ยงเหนงแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดัง Table 1 แต่พันธุ์ข้าวเหนียวดำกัญญามีความสูงมากกว่าข้าวเหนียวลิ้มผัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าข้าวเหนียวดำกัญญามีความสูงเฉลี่ย 155.00 เซนติเมตร และข้าวเหนียวลิ้มผัวมีความสูงเฉลี่ย 82.00 เซนติเมตร

Table 1. Yield parameters in rice production by different treatments and varieties.

Observe	Filled grains (%)	1,000 grain weight (g)	Yield (kg/rai)	Number of plants and tillering	Observe
Treatments (T)					
with azolla	96.50	24.17	387.50	106.67	118.83
no azolla	96.33	23.00	383.00	104.67	118.17
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns
Variety (V)					
Leum Pua	94.67	22.50	356.50 ^b	99.00 ^b	82.00 ^b
Kum Kanya	98.17	24.67	414.00 ^a	112.33 ^a	155.00 ^a
F-Test	ns	ns	*	*	*
T x V	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5.40	7.06	10.21	5.77	3.58

Note: a, b Means with different superscripts in row are significantly different ($p < 0.05$).

3.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic matter)

ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่พบในดินของวิธีการปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงแหนแดงมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงกว่าไม่เลี้ยงแหนแดงควบคู่กับการปลูกข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Figure 2) โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของการเลี้ยงแหนแดงและไม่เลี้ยงแหนแดงเท่ากับ 2.30 และ 1.60 ตามลำดับ (Table 2) นอกจากนั้นยังพบว่าก่อนการปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงแหนแดงมีค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้งข้าวเหนียวดำพันธุ์ก่ำกัญญาและพันธุ์ลิ้มผัว (Table 3)

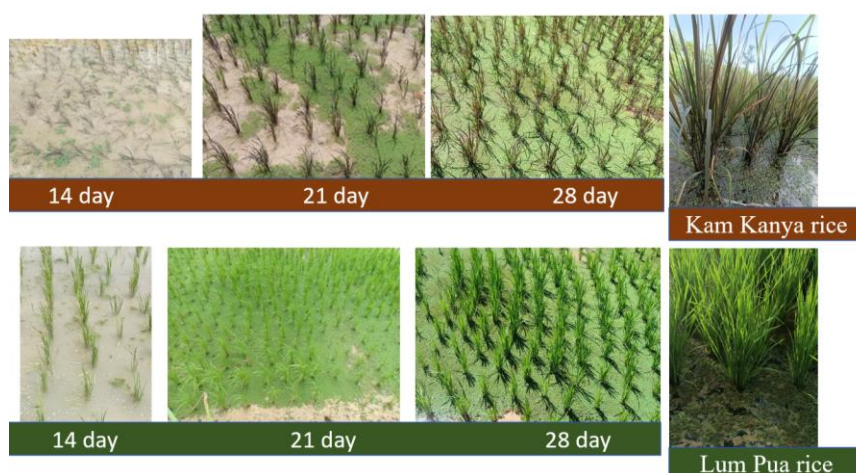


Figure 2. Effects of the growth of Azolla green manure (*Azolla microphylla* Kaulf.) and increasing the amount of organic matter in the area growing Kanya black glutinous rice and Luem Pua black glutinous rice.



3.5 ความเป็นกรด-ด่างของดิน

ความเป็นกรด-ด่างของดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของกรด-ด่างของดินไม่แตกต่างกันมากระหว่างการปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงแหนแดงและไม่เลี้ยงแหนแดง ส่วนข้าวต่างพันธุ์กันพบว่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (Table 2) โดยความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของดินก่อนการทดลองและหลังการทดลองอยู่ที่ 4.52 และ 4.90 ตามลำดับ ซึ่งความเป็นกรด-ด่างของดินยังอยู่ในช่วงกรดจัดมาก (very strongly acid)

Table 2. Comparison of soil pH and organic matter between pre-experiment and post-experiment

Treatments (T)	Organic matter (%)		pH	
	Pre-experiment	Post-experiment	Pre-experiment	Post-experiment
Biofertilizer				
Azolla (<i>A. microphylla</i>)	1.55	2.30 ^a	4.52	4.90
No azolla (<i>A. microphylla</i>)	1.52	1.60 ^b	4.62	5.10
F-Test	ns	**	ns	ns
Variety (V)				
Leum Pua	1.58	1.98	4.43	5.05
Kum Kanya	1.48	1.91	4.60	4.95
F-Test	Ns	ns	ns	ns
T x V	Ns	ns	ns	ns
CV (%)	9.16	8.19	6.99	5.26

Note: ^{a, b} Means with different superscripts in row are significantly different ($p<0.05$).

Table 3. Compare organic matter between before and after the experiment.

Treatments (T)	Pre-experiment			Post-experiment		
	Leum Pua	Kum Kanya	Average	Leum Pua	Kum Kanya	Average
Azolla (<i>A. microphylla</i>)	1.56	1.53	1.55	2.37	2.23	2.30 ^a
No azolla (<i>A. microphylla</i>)	1.60	1.43	1.52	1.60	1.60	1.60 ^b
Average	1.58	1.48	1.53	1.98	1.91	1.95

Note: ^{a, b} Means with different superscripts in row are significantly different ($p<0.05$)

4. อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาผลของแหนแดงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเหนียวดำในพื้นที่ป่าเปิดใหม่พบว่าไม่สามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตข้าวได้ แต่สามารถเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินได้สอดคล้องกับ Milicia (1992) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยพืชสดมีบทบาทสำคัญในการรักษาคุณภาพของดินและเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และผลการศึกษาของ Milicia (1992) ยังรายงานว่าการใช้แหนแดงและปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพในการผลิตข้าวไรซ์เบอร์รี่ช่วยรักษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินได้ Subedi and Shrestha



(2015) รายงานว่าแผนแดงสามารถปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินอย่างมีนัยสำคัญรวมถึงการส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินและเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น Kewsuralikit and Tongraar (2010) ได้รายงานว่าการใช้แผนแดงอัตรา 3 ตันต่อไร่ ในขณะที่ปลูกพืชทำให้ดินปลดปล่อยไนโตรเจนได้ดีกว่าดินที่ไม่มีแผนแดง และทำให้ผลผลิตมะเขือเทศเชอร์รี่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Pansang and Kawkrom (2020) ได้รายงานว่าการใช้แผนแดงในปริมาณเท่ากับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในการปลูกมะเขือเทศพันธุ์ Mypeel244 ให้ผลผลิตและคุณภาพไม่แตกต่างกัน

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การปลูกข้าวควบคู่กับการเลี้ยงแผนแดงในสภาพดินกรดจัดมาก ส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าวโดยไม่เลี้ยงแผนแดง นอกจากนั้นยังมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของดินทำให้ดินมีความเป็นกรด-ด่าง เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวมากขึ้น แต่ยังไม่เห็นผลในเชิงสถิติ ส่วนองค์ประกอบของผลผลิตพบว่า การเลี้ยงแผนแดงควบคู่กับการปลูกข้าวไม่มีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิตและความสูง พันธุ์ของข้าวเหนียวดำพบว่าข้าวเหนียวดำกัญญามีความสูงต้น ผลผลิตต่อปี และจำนวนช่อดอก มากกว่าข้าวเหนียวลิ้มผัว จึงเหมาะที่จะส่งเสริมเกษตรกรที่ต้องการปลูกข้าวเหนียวดำให้ผลผลิตสูงในสภาพดินกรดจัดให้เลี้ยงแผนแดงควบคู่กับการปลูกข้าว จากการศึกษาผลของแผนแดงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวเหนียวดำในพื้นที่ป่าเปิดใหม่ ในส่วนของความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยของดินหลังการทดลองอยู่ที่ 4.90 ซึ่งความเป็นกรด-ด่างของดินยังอยู่ในช่วงกรดจัดมาก (very strongly acid) สืบเนื่องจากในการทดลองมีการใช้ปุ๋ยเคมี 46-0-0 และ 16-20-0 ที่มีแอมโมเนียมที่เป็นส่วนผสมส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออนส่งผลให้เกิดกรดไนตริก ซึ่งส่งผลให้ระดับความเป็นกรดสูงขึ้นจากสภาพดินป่าเปิดใหม่ก่อนการทดลองเพิ่มความเป็นกรดมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง สาขาเทคโนโลยีการเกษตร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Chen, XY., Zhou, J., Luo, LP., et al. (2015). Black rice anthocyanins suppress metastasis of breast cancer cells by targeting RAS/RAF/MAPK pathway. *BioMed Research International*, 2015, 1-11.
- Cheng, SC., & Jackson, ML. (1957). Fractionation of Soil Phosphorus. *Soil Sci*, 84, 133-144.
- Dranfield, JD. (1979). A manual of the rattans of the Malay Peninsula. Malaysia: Forest Department, Ministry of Primary Industries.
- Dumnin, K., & Sansanee, J. (2000). Complete research report on genetics, breeding and agricultural nutrition of black glutinous rice. Chiang Mai: Institute of Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University. (in Thai)
- Khumnok, B. (1994). Influence of pH on the uptake of phosphate radicals in soils at high altitudes. Master of Science Thesis. Chiang Mai University. (in Thai)
- Li, SY. (1984). Azolla in the paddy fields of Eastern China. Manila: Organic Matter and Rice.
- Lumpkin, TA., & Plucknett, DL. (1982). Azolla as a Green Manure: Use and Management in Crop Production. Colorado: Westview Press.
- Milicia, F., (1992). Azolla symbiotic system's application as biofertilizer for green garden crops. *Symbiosis*, 14, 495-500.
- Siriluk, K., & Prapai, T. (2010). Study of the decomposition and release of nitrogen of Azolla in various soil conditions. Bangkok: Thailand. (in Thai)



- Siriluk, K., Prapai, T., Kanda, C., & Pasat, S. (2018). Effects of Azolla on the growth of Chinese kale. 17th National Horticultural Conference, November 19-21, 2018. Chiang Mai: Chiang Mai Grandview Hotel and Convention Center. (in Thai)
- Surangrat, P., & Pongpaka, K. (2020). Study of the amount of organic matter in the soil and riceberry yield using fresh Azolla and bio-organic fertilizer from Azolla. *Kaen Kaset*, 48(1), 1211-1226. (in Thai)
- Wichen, P. (1995). Techniques and use of soil-fertilizer-water. Surin: Faculty of Science and Technology, Surin Rajabhat University. (in Thai)
- Pranaso, S. (2010). Agricultural production factors. Bangkok: Department of Agriculture. (in Thai)
- Prayon. S. (1994). Utilization of Azolla as a biological fertilizer. Bangkok: Department of Agriculture. (in Thai)
- Singh, P. (1992). Biofertilizers for flooded rice ecosystem fertilizers organic manures, Recyclable Wastes and Biofertilizers. New Delhi: India.
- Subedi, P., & Shrestha, J. (2015). Improving soil fertility through Azolla application in low land rice: A review. *Azarian Journals*, 2(2), 35-39.
- Hui, C., Bin, Y., Xiaoping, Y., Long, Y., Chunye, C., Mantian, M., & Wenhua, L. (2010). Anticancer activities of an anthocyanin-rich extract from black rice against breast cancer cells in vitro and in vivo. *Nutrition and Cancer*, 62(8), 1128-1136.
- Watanabe, I., Ito, O., & Espinas, CR. (1981). Growth of azolla with rice and its effect on rice yield. *International Rice Research Newsletter*, 6(1), 22-23.
- Walkley, A., & Black I.A., (1934). An examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and a proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Science*, 6(6), 29-38.
- Xu, JM., Tang, C., & Chen, ZL. (2006). Chemical composition controls residue decomposition in soils differing in initial pH. *Soil Biology & Biochemistry*. 38, 544-552.