

ผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน

EFFECTS OF VERMICOMPOST COMBINED WITH CHEMICAL FERTILIZER APPLICATION ON GROWTH AND YIELD OF SWEET WAXY CORN

ดรุณี พวงบุตร* และ วชิราวุธ พิศยะไตร

Darunee Puangbut* and Wachirawut Phisayatrai

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Agriculture Program, Faculty of Technology, Udon Thani Rajabhat University

Received: 10 November 2022

Accepted: 12 December 2022

บทคัดย่อ

ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีปริมาณอินทรีวัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมการลดการใช้ปุ๋ยเคมี อาจจะช่วยส่งเสริมให้ข้าวโพดข้าวเหนียวหวานมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดี งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ โดยมีการใส่ปุ๋ย 6 อัตราที่แตกต่างกัน ดังนี้ ทริตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 25 กิโลกรัมต่อไร่ (T1) ทริตเมนต์ที่ 2 ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน 3 ตันต่อไร่ (T2) ทริตเมนต์ที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ (T3) ทริตเมนต์ที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ (T4) ทริตเมนต์ที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ (T5) และทริตเมนต์ที่ 6 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ (T6) จากการศึกษา พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมี (T3-T6) มีผลทำให้ความสูงและค่าความเขียวใบไม้มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ นอกจากนี้พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับ

* Corresponding author: ดรุณี พวงบุตร

E-mail: Darunee.pu@udru.ac.th

การลดการใส่ปุ๋ยเคมีทุกอัตราทำให้ผลผลิตฝักสดข้าวโพดไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี ยกเว้น ทรีตเมนต์ T4 จากการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับ ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ อาจจะใช้เป็นอัตราแนะนำให้เกษตรกร เนื่องจากทำให้การ เจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวานมีศักยภาพเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราแนะนำ

คำสำคัญ: ปุ๋ยมูลไส้เดือน, ค่าความเขียวใบ, ผลผลิตฝักสด

Abstract

Vermicompost is rich in organic matter and nutrient elements which are essential for plant growth. Therefore, using vermicompost combined with reducing the rate of chemical fertilizer may promote plant growth as a result improve yield of sweet waxy corn. This study aimed to investigate the effect of vermicompost combined with chemical fertilizer application on growth and yield of waxy corn. The study was performed in a randomized complete block design (RCBD) with four replications. Six treatments consist of 1) chemical fertilizer at the rate 25 kg/Rai⁻¹ (control) 2) Vermicompost at the rate 3 t/Rai⁻¹ 3) Vermicompost at the rate 1 t/Rai⁻¹ + chemical fertilizer at the rate 12.5 kg/Rai⁻¹ 4) Vermicompost at the rate 2 t/Rai⁻¹ + chemical fertilizer at the rate 12.5 kg/Rai⁻¹ 5) Vermicompost at the rate 3 t/Rai⁻¹ + chemical fertilizer at the rate 12.5 kg/Rai⁻¹ and 6) Vermicompost at the rate 4 t/Rai⁻¹ + chemical fertilizer at the rate 12.5 kg/Rai⁻¹. The result revealed that the application of vermicompost combined with reduced chemical fertilizer (T3-T6) showed it was not significantly different between chemical fertilizer for SPAD chlorophyll meter reading and plant height. Furthermore, there was no significant difference between vermicompost integrated with chemical fertilizer and chemical fertilizer for fresh ear yield, excepting T4. The results indicated that application of vermicompost at the rate 1 t/Rai⁻¹ + chemical fertilizer at the rate 12.5 kg/Rai⁻¹ could be recommended

for farmer due to contributed growth and yield of waxy corn and resulted in yield potential equal to chemical fertilizer application at the rate of 25 kg/Rai⁻¹ (recommended rate)

Keywords: Vermicompost, SPAD chlorophyll meter reading, Fresh ear yield

บทนำ

ข้าวโพดข้าวเหนียว (waxy corn) เป็นข้าวโพดที่ได้รับความนิยมบริโภคในหลายประเทศของทวีปเอเชีย เช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเวียดนาม ในประเทศไทยสามารถปลูกและจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี โดยเมล็ดของข้าวโพดข้าวเหนียว มีแป้งชนิด amylopectin สูง เมื่อสุกจึงมีเนื้อเหนียว นุ่ม มีรสหวานเล็กน้อยเหมือนข้าวเหนียว จึงทำให้เป็นที่นิยมรับประทานกันมาก (สตางค์ หัสนันท์, 2556)

ปัจจุบัน พบว่าเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวมีการใช้ปุ๋ยจ่ยในการผลิตเป็นจำนวนมากได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารเคมีในการเร่งการเจริญเติบโต และสารกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณมากและมีคุณภาพดี โดยไม่คำนึงถึงผลเสียที่เกิดขึ้นต่อผู้ปลูกผู้บริโภคและสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะการใช้ปุ๋ยเคมีพบว่าในปี 2563 ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเป็นจำนวนมาก คิดเป็นมูลค่า 46 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) โดยถ้ามีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากขึ้นและใช้เป็นระยะเวลานานติดต่อกันหลายปีในการปลูกพืชอาจจะส่งผลเสียต่อดิน โดยทำให้สภาพดินเสื่อมโทรม ขาดความอุดมสมบูรณ์ไม่สามารถเพาะปลูกพืชได้ และยังส่งผลเสียต่อระบบนิเวศ (กรมวิชาการเกษตร, 2559; Liu et al., 2019) จากผลกระทบที่ได้กล่าวมาข้างต้นการผลิตพืชโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้หรือการใช้ปุ๋ยแบบผสมผสานระหว่างปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี จะเป็นการลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ในขณะที่ยังให้ผลผลิตในปริมาณที่สูง (Guo et al., 2015) ซึ่งเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมี จะเป็นการปรับปรุงคุณภาพดิน เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น และที่สำคัญเป็นการลดการใช้สารเคมีที่ส่งผลเสียต่อผู้ผลิตโลก ปัจจุบัน พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชมีหลากหลายชนิด ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยมูลไส้เดือน เป็นต้น

ปุ๋ยมูลไส้เดือน เป็นปุ๋ยหมักชีวภาพชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนประกอบด้วยธาตุอาหารเกือบทุกชนิดที่พืชต้องการ และอยู่ในรูปแบบที่พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน รวมทั้งมีสารที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซิน (auxin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช คุณสมบัติต่างๆ ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตพืช และส่งผลทางอ้อมในการปรับปรุงคุณภาพดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ เหมาะแก่การเพาะปลูกพืช โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนมีปริมาณธาตุอาหารและปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sigaye et al., 2021) โดยจากการศึกษาของ Zaman et al. (2018) ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวในการปลูกผัก ทำให้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตสูง

จากการศึกษาที่ผ่านมา ชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ทำให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้พืชเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน ซึ่งอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีในกระบวนการผลิตไม่เป็นการทำลายดิน ทำให้ลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมีในข้าวโพดข้าวเหนียวหวานพันธุ์ขอนแก่น เป็นพันธุ์ลูกผสม ลักษณะฝักเป็นทรงกระบอก เมล็ดสีขาวครีม มีเมล็ดของข้าวโพดหวานแทรก อายุเก็บเกี่ยว 65-70 วัน เป็นพันธุ์ที่ปรับปรุงพันธุ์โดยคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการวิจัยที่แปลงทดลองสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ศูนย์การศึกษาสามพร้าว ระหว่างเดือนสิงหาคม 2564 ถึงเดือนตุลาคม 2564 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้ทรีตเมนต์ คือ อัตราการใส่ปุ๋ย 6 อัตราที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ 2) ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยเคมี

อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตัน/ไร่ 5) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ และ 6) ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่

ปลูกข้าวโพดในถุงพลาสติกสีดำขนาด 10 x 20 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร บรรจุดินผสมกับแกลบดำอัตรา 3:1 ให้มีความสูงของดินเท่ากันทุกถุง รวมน้ำหนักดินในถุงพลาสติกสีดำ จำนวน 15 กิโลกรัม เมื่อข้าวโพดอายุ 15 วันหลังย้ายปลูก ในทรีตเมนต์ที่ 1 ใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัม ส่วนทรีตเมนต์ที่ 2-6 มีการใส่ปุ๋ยตามทรีตเมนต์ที่กำหนด และเมื่อข้าวโพดอายุ 30 วันหลังย้ายปลูก มีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ในทรีตเมนต์ที่ 1 โดยใส่ปุ๋ยเคมีเกรด 15-15-15 เก็บข้อมูลค่าความเขียวของใบ โดยตรวจวัดเมื่อข้าวโพดที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังจากย้ายปลูก โดยวัดจากใบที่ 2 หรือ 3 นับจากยอดของลำต้นหลัก ซึ่งแผ่ขยายเต็มที่ ด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) รุ่น 502Plus ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น ในช่วงเวลา 9.00-11.00 น. และความสูงต้น โดยวัดจากโคนต้นจนถึงฐานใบจริง ที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังจากย้ายปลูก ส่วนผลผลิต และองค์ประกอบของผลผลิต เก็บข้อมูลที่อายุเก็บเกี่ยว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละลักษณะ ตามแผนการทดลอง RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณสมบัติของดินปลูกและมูลไส้เดือน

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินปลูกที่ใช้ในการทดลอง พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 5.05% และมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแตสเซียม อยู่ที่ 0.13%, 0.30% และ 0.39% ตามลำดับ ส่วนในปุ๋ยมูลไส้เดือน พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 38.50% และมีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม อยู่ที่ 1.94, 2.49% และ 0.66% ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากการผลการวิเคราะห์คุณสมบัติดินปลูก ชี้ให้เห็นว่ามีปฏิกิริยาดินเป็นกลาง ซึ่งเหมาะสมกับการปลูกข้าวโพด และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินค่อนข้างสูง แต่มีปริมาณธาตุ

อาหารในดินค่อนข้างต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพด ในขณะที่ปุ๋ยมูลไส้เดือนมีอินทรีย์วัตถุสูง และปริมาณธาตุไนโตรเจนและโปแตสเซียม ไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพด ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส มีปริมาณสูง เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพด ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพดต้องการคือ ไนโตรเจน 0.995% ฟอสฟอรัส 0.669% และโปแตสเซียม 1.487% (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2560)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนปลูกและปุ๋ยมูลไส้เดือน

คุณสมบัติดิน	ดินก่อนปลูก (%)	มูลไส้เดือน (%)
pH	7.3	7.1
อินทรีย์วัตถุ	5.05	38.50
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.13	1.94
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)	0.30	2.49
โปแตสเซียมทั้งหมด (%)	0.39	0.66

2. ผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี มีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวานในลักษณะของความสูง ค่าความเขียวของใบ ความกว้างฝัก และความยาวฝัก ที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก ดังนี้

2.1 ลักษณะความสูงและค่าความเขียวของใบ

จากผลการทดลอง พบว่าผลของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะความสูงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 15 วันหลังย้ายปลูก โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีความสูงมากที่สุด 39.1 เซนติเมตร รองลงมา คือ ทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ (T2) มีความสูง 36.5 เซนติเมตร ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T4) มีความสูงต่ำที่สุด 32.5 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าความสูงที่อายุ 30 และ 45 (ตารางที่ 2)

ในส่วนของคุณลักษณะค่าความเขียวของใบ พบว่าผลของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับ การใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะค่าความเขียวใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ร่วมกับ การใส่ปุ๋ยเคมี มีค่าความเขียวของใบสูงกว่าทรีตเมนต์ที่มีการปุ๋ยมูลมูลไส้เดือนอย่างเดียว (T2) ส่วนที่อายุ 45 วันหลังย้ายปลูก พบว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และการ ใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับ การใส่ปุ๋ยเคมี มีค่าความเขียวของใบสูงกว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ย มูลไส้เดือนอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่าทรีตเมนต์ที่ T5 และ T4 มีค่าความเขียวใบสูงที่สุด (68.7 และ 65.7 ตามลำดับ) แต่มีค่าไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อลักษณะความสูงและค่าความ เขียวของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน ที่อายุ 15, 30 และ 45 วันหลังย้ายปลูก (days after transplanting; DAT)

ทรีตเมนต์	ความสูง (เซนติเมตร)			ค่าความเขียวใบ		
	15 DAT	30 DAT	45 DAT	15 DAT	30 DAT	45 DAT
Fertilizer (T1)	36.2 ab	120.8	182.0	51.9	49.3 a	61.2 ab
VM 3 t (T2)	36.5 ab	122.5	185.3	50.1	42.8 b	54.6 b
VM 1 t + F (T3)	36.7 ab	119.7	175.3	51.2	49.9 a	62.0 ab
VM 2 t + F (T4)	32.5 c	119.1	183.5	49.5	48.7 a	65.8 a
VM 3 t + F (T5)	39.1 a	125.2	185.6	49.5	49.1 a	68.7 a
VM 4 t + F (T6)	35.2 bc	124.6	180.0	52.1	49.2 a	61.0 ab
F-test	*	ns	ns	ns	*	*
C.V. (%)	6.80	6.11	5.16	7.28	6.28	11.32

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ P = 0.05

ns และ * = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามลำดับ

T1 = ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 25 กิโลกรัมต่อไร่

T2 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่

T3 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T4 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T5 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T6 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยไล่เดือนในอัตราที่ต่ำ (1 ตันต่อไร่) ร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยเคมี หรือการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนเพียงอย่างเดียว มีผลทำให้การเจริญเติบโตลักษณะความสูงของต้นข้าวโพดไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการใส่ปุ๋ยไล่เดือนร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ความสูงของข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี (Canatoy, 2018; Villaver, 2020) แต่อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนในอัตราที่สูงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ส่งผลทำให้ข้าวโพดมีความสูงเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลส่งเสริมทำให้พืชมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Emamu & Wakgari (2021) พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้มีปริมาณคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้ข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงดีขึ้น ดังเช่นการศึกษาของ Sigaye et al. (2021) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้พืชมีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

2.2 ลักษณะความกว้างฝักและความยาวฝัก

จากผลการทดลอง พบว่าของการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะความกว้างฝักก่อนปอกเปลือกมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ไม่มีผลต่อลักษณะความกว้างฝักหลังปอกเปลือก (ตารางที่ 3) โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีความกว้างฝักก่อนปอกเปลือกไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี โดยมีความกว้างฝัก 31.5 และ 33.0 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือน 3 ตันต่อไร่ มีความกว้างฝักน้อยที่สุด 26.5 เซนติเมตร

ส่วนลักษณะความยาวฝัก พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีความยาวฝักก่อนปอกเปลือกไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี ในทุกอัตรา ยกเว้นทรีตเมนต์ที่ T4 และ T6 ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือน 3 ตันต่อไร่ มีความยาวฝักก่อนปอกเปลือกน้อยที่สุด 54.4 เซนติเมตร เช่นเดียวกับลักษณะความยาวฝักหลังปอกเปลือก พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีความยาวฝักหลังปอกเปลือกไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี และทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไล่เดือน มีความยาวฝักน้อยที่สุด

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดใส่ปุ๋ยเคมีมีผลทำให้ความกว้างฝักและความยาวฝักไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ เช่นเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่ชี้ให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้ความกว้างฝักและความยาวฝักข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี (Lazcano et al., 2010; Canatoy, 2018; Villaver, 2020)

ตารางที่ 3 ผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อลักษณะความกว้างฝักและความยาวฝักของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน

ทรีตเมนต์	ความกว้างฝัก (เซนติเมตร)		ความยาวฝัก (เซนติเมตร)	
	ก่อนปลูกเปลือก	หลังปลูกเปลือก	ก่อนปลูกเปลือก	หลังปลูกเปลือก
Fertilizer (T1)	33.0 a	17.8	56.6 ab	44.6 ab
VM 3 t (T2)	26.5 c	16.0	50.3 d	42.3 b
VM 1 t + F (T3)	29.0 bc	17.8	56.5 ab	46. 6 a
VM 2 t + F (T4)	30.6 ab	17.5	54.4 c	42.8 b
VM 3 t + F (T5)	31.5 ab	18.0	57.6 a	44.9 ab
VM 4 t + F (T6)	28.7 bc	18.5	54.7 c	46.1 a
F-test	*	ns	**	*
C.V. (%)	7.46	6.60	2.63	4.41

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ P = 0.05

ns, * และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ

T1 = ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 25 กิโลกรัมต่อไร่

T2 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่

T3 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T4 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T5 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T6 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

2.3 ผลของการใส่ปุ๋ยไล่เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อลักษณะผลผลิตและค่าความหวาน

2.3.1 น้ำหนักฝักสดและค่าความหวาน

จากผลการทดลอง พบว่าผลของการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไส้เดือน และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะน้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยพบว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ต้นต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีน้ำหนักฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกสูงที่สุด (345.6 และ 207.0 กรัมต่อฝัก ตามลำดับ) และมีน้ำหนักฝักสดไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน 3 ต้นต่อไร่ มีขนาดฝักก่อนและหลังปอกเปลือกเล็กที่สุด (224.8 และ 140.9 กรัมต่อฝัก ตามลำดับ) ส่วนค่าความหวานพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลไส้เดือน และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยใส่มูลไส้เดือนอัตรา 1 ต้นต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T3) และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ต้นต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีแนวโน้มของค่าความหวานสูง (13.1 และ 12.3 brix°) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลของการใส่ปุ๋ยไล่เดือนร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมีต่อลักษณะน้ำหนักฝักสดและค่าความหวาน

ทรีตเมนต์	น้ำหนักฝักสด (กรัมต่อฝัก)		ค่าความหวาน (brix°)
	ก่อนปอกเปลือก	หลังปอกเปลือก	
Fertilizer (T1)	329.7 a	182.9 ab	11.8
VM 3 t (T2)	224.8 c	140.9 c	11.1
VM 1 t + F (T3)	318.2 a	202.5 a	13.1
VM 2 t + F (T4)	278.5 b	161.6 bc	10.7
VM 3 t + F (T5)	345.6 a	207.0 a	12.3
VM 4 t + F (T6)	316.6 a	203.5 a	11.8
F-test	**	**	ns
C.V. (%)	7.11	9.93	10.76

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P = 0.05$

ns และ ** = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติและแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ตามลำดับ

T1 = ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 25 กิโลกรัมต่อไร่

T2 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่

T3 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T4 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T5 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T6 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ขนาดฝักสดเพิ่มขึ้น และขนาดฝักจะเพิ่มตามปริมาณปุ๋ยมูลไส้เดือนที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่าน ที่ชี้ชัดว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนในอัตราสูงร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี ทำให้มีขนาดฝักสดของข้าวโพดใหญ่กว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวหรือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอย่างเดียวมีขนาดฝักสดเล็กกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี (Canatoy, 2018; Villaver, 2020; Öktem & Öktem, 2020)

นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน ทำให้มีค่าความหวานของข้าวโพดไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี เช่นเดียวกับศึกษาของ Lazcano et al. (2010) ชี้ให้เห็นว่าปุ๋ยมูลไส้เดือนมีคุณสมบัติช่วยทำให้ข้าวโพดมีคุณภาพฝักที่ดีเท่ากับการใส่ปุ๋ยเคมี

2.3.2 ลักษณะผลผลิตฝักสด

จากผลการทดลอง พบว่าผลของการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะผลผลิตก่อนและหลังปอกเปลือก มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยพบว่าทริตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T5) มีผลผลิตฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกสูงที่สุด (4,007 และ 2,004 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ (T2) มีผลผลิตฝักสดก่อนและหลังปอกเปลือกน้อยที่สุด (2,607 และ 1,634 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ)

ตารางที่ 5 ผลของการใช้มูลไส้เดือนร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตผักสดก่อนปอกเปลือก และผลผลิตผักสดหลังปอกเปลือกของข้าวโพดข้าวเหนียวหวาน

ทรีตเมนต์	ผลผลิตก่อนปอกเปลือก (กิโลกรัม/ไร่)	ผลผลิตหลังปอกเปลือก (กิโลกรัม/ไร่)
Fertilizer(T1)	3,822 a	2,120 ab
VM 3 t (T2)	2,607 c	1,634 c
VM 1 t + F (T3)	3,689 a	2,348 a
VM 2 t + F (T4)	3,229 b	1,873 bc
VM 3 t + F (T5)	4,007 a	2,400 a
VM 4 t + F (T6)	3,671 a	2,360 a
F-test	**	**
C.V. (%)	7.1	9.9

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ LSD ที่ $P = 0.05$

** = มีแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

T1 = ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ 25 กิโลกรัมต่อไร่

T2 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่

T3 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T4 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 2 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T5 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 3 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

T6 = ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 4 ตันต่อไร่ + ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ลักษณะผลผลิตผักสดไม่แตกต่างการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยเฉพาะในทรีตเมนต์ T3 (ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตรา 1 ตันต่อไร่ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่) เป็นทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนอัตราต่ำสุด แต่ยังคงให้ผลผลิตเทียบเท่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ เนื่องจากในปุ๋ยมูลไส้เดือน มีปริมาณอินทรีวตสูง (38.50%) และปริมาณไนโตรเจน (1.94%) ที่เหมาะสม ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุที่เป็นประโยชน์ได้ดีและเหมาะสมกับความต้องการของพืช ซึ่งเป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของพืช ประกอบกับการได้รับปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่เพียงพอจากการใส่ปุ๋ยเคมี ส่งผลทำให้ข้าวโพดมีผลผลิตผักสดที่สูงเช่นเดียวกับการใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Villaver (2020) กล่าวว่า การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไส้เดือนมีผลทำให้ผลผลิต

และคุณภาพของข้าวโพดสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sharma & Banik (2014) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลไส้เดือนดินร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดได้ ทั้งนี้เนื่องจากการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนทำให้พืชได้รับปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในปริมาณที่สูง โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนช่วยในเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง ส่งผลทำให้สร้างอาหารได้มากขึ้น ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดี (Vos et al., 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าในปุ๋ยมูลไส้เดือน มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสสูง ซึ่งช่วยให้ข้าวโพดมีการติดเมล็ดที่ดีและมีเมล็ดเต็มฝัก ทำให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น (Singh et al., 2003) แต่อย่างไรการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว ทำให้มีผลผลิตต่ำสุดเนื่องจากในมูลไส้เดือนมีปริมาณธาตุโปแตสเซียมที่ต่ำซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืชที่จะนำไปใช้ในการสร้างผลผลิต ทำให้ข้าวโพดมีขนาดฝักที่เล็ก ส่งผลทำให้มีผลผลิตฝักสดต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมี สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่ชี้ให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียวในการปลูกข้าวโพด มีปริมาณธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอต่อการสร้างผลผลิต (Chimdessa & Sori, 2020)

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนร่วมกับการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ส่งผลทำให้ข้าวโพดข้าวเหนียวหวานขอนแก่น มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และมีค่าความเขียวของใบสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีหรือการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือนเพียงอย่างเดียว ซึ่งส่งผลทำให้มีผลผลิตที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับผลการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใส่ปุ๋ยมูลไส้เดือน อัตรา 1 ตันต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 12.5 กิโลกรัมต่อไร่ (T3) อาจจะใช้เป็นอัตราแนะนำให้เกษตรกร เนื่องจากทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดข้าวเหนียวหวานดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราแนะนำ ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุนสาขาวិชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2559). *การพัฒนากระบวนการเติมอากาศในการผลิตปุ๋ยหมักเพื่อการผลิตพืชระบบเกษตรอินทรีย์*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. (2560). *การจัดการดิน ปุ๋ยและเศษซากพืชในการผลิตข้าวโพด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2560, จาก <http://tet2school.blogspot.com>.
- สตางค์ หัสนันท์. (2556). *การตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์แบบหมู่ประยุกต์จำนวน 4 รอบของปริมาณสารแอนโทไซยานินในเมล็ดของประชากรข้าวโพดข้าวเหนียว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). *ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมี*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2565, จาก <https://www.oae.go.th/view/1/ปัจจัยการผลิต/TH>
- Canatoy, R. (2018). Effects of vermicompost on the growth and yield of sweet corn in Bukidnon, Philippines. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 3(2), 1-8.
- Chimdessa, D., & Sori, G. (2020). Integrated effects of vermi-compost and NPS fertilizer rates on soil chemical properties and maize production in Bedele district, Western Oromia. *Plant*, 8(4), 115-121.
- Emamu, T., & Wakgari, T. (2021). The effect of integrated application of vermicompost and NPS fertilizer on soil physicochemical properties and yield of maize (*Zea May L.*) crop at Toke Kutaye district, Western Ethiopia. *Stechnolock Journal of Plant Biology and Research*, 6, 2-15.
- Guo, L., Wu, G., Li, C., Liu, W., Yu, X., Cheng, D & Jiang, D. (2015). Vermicomposting with maize increases agricultural benefits by 304%. *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 1149-1155.
- Lazcano, C., Sampedro, L., Zas, R., & Dominguez, J. (2010). Vermicompost enhances germination of the maritime pine (*Pinus pinaster ait.*). *New Forests*, 39, 387-400.

- Liu, M., Hu, F., Chen, X., Huang, Q., Jiao, J., Zhang B., & Li, H. (2009). Effects of long-term organic amendments on soil organic carbon in a paddy field: a case study on red soil. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(3), 1-5.
- Öktem. A. G., & Öktem, A. (2020). Impact of vermicompost to dent corn (*Zea mays* L. indentata). *International Journal of Innovations in Agricultural Sciences*, 4(1), 48-55.
- Sharma, R. C., & Banik, P. (2014). Effect of integrated nutrient management on baby corn-rice cropping system: economic yield, system productivity, nutrient-use efficiency and soil nutrient balance. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 82(3), 220–224.
- Sigaye, M.H., Mekuria, R., Kebeden, K., Nigyssei, A., & Lulie B. (2021). Integrated use of organic and inorganic fertilizers on maize (*Zea mays* L.) yield and soil fertility in andisols soil of sidama, , Ethiopia. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 11(1), 10-18.
- Singh, R.N., Sutaliya, R., Ghatak, R., & Sarangi, S.K. (2003). Effect of higher application of nitrogen and potassium over recommended level on growth, yield and yield attributes of late sown winter maize (*Zea mays* L.). *Crop Research*, 26(1), 71-74.
- Villaver, P. (2020). Response of sweet corn (*Zea mays* L. var. saccharata) to vermicompost and inorganic fertilizer application. *International Journal of Humanities and Social Science*, 12(6), 17-27.
- Vos, J., Van der Putten, P.E.L., & Birch, C.J. (2005). Effect of nitrogen supply on leaf appearance, leaf growth, leaf nitrogen economy and photosynthetic capacity in maize (*Zea mays* L.). *Field Crops Research*, 93, 64-73.
- Zaman. M. M., Rahman, M. A., Chowdhury, T., & Chowdhury, A. H. (2018). Effects of combined application of chemical fertilizer and vermicompost on soil fertility, leaf yield and stevioside content of stevia. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 16(1), 71-81.