

ผลของແແດงແຫ່งในวัสดุปลูกที่มีต่อการปลูกสตรอว์เบอร์รี ปลอดสารในโรงเรือน

Effect of dried azolla in growing media on non-chemical strawberry cultivation in greenhouses

ศิริลักษณ์ อินทวงค์^{1,*}
Siriluck Inthawong¹

บริวัตร ขนุนทอง¹
Borriwat Khnoonthong¹

ศิริพร หัสสรังสี²
Siriporn Hassarangsee²

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต³
Sirilak Kaewsuralikhit³

¹ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ฝาง เชียงใหม่ 50110

² สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 เมือง เชียงใหม่ 50100

³ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹ Chiang Mai Agricultural Research and Development Center, Fang, Chiang Mai 50110

² Office of Agricultural Research and Development, Region 1, Muang, Chiang Mai 50100

³ Agricultural Production Sciences Research and Development Division, Chatuchak, Bangkok 10900

*Corresponding author: siriluck496@gmail.com

ประวัติบทความ

รับเรื่อง: 3 ตุลาคม 2567
รับแก้ไข: 9 มกราคม 2568
รับตีพิมพ์: 23 กุมภาพันธ์ 2568

คำสำคัญ

การปลูกพืชปลอดสาร
การทดแทน
ແແດง
วัสดุปลูก
การวิเคราะห์ธาตุอาหาร

Article History

Received: 3 October 2024
Revised: 9 January 2025
Accepted: 23 February 2025

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: วัสดุปลูกเป็นปัจจัยสำคัญต่อการผลิตสตรอว์เบอร์รีปลอดสารในโรงเรือน การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของແແດงແຫ່งทดแทนพีทมอสในวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีปลอดสารในสภาพโรงเรือน

วิธีดำเนินการวิจัย: วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้วัสดุปลูก 5 ทริตเมนต์ ได้แก่ 1) ดิน:แกลบดำ:พีทมอส (2:1:1) 2) ดิน:แกลบดำ:ແແດงແຫ່ง (2:1:1) 3) ดิน:ແແດงແຫ່ง (3:1) 4) ดิน:ແແດงແຫ່ง (4:1) และ 5) ดิน:ແແດงແຫ່ง (5:1) ทุกทริตเมนต์ ใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยมูลค่างคว และแร่โพแทช ในปริมาณตามค่าวิเคราะห์ บันทึกการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิต

ผลการวิจัย: ต้นสตรอว์เบอร์รีที่ปลูกในดิน:ແແດงແຫ່ง (4:1) มีการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตมากที่สุด ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ น้ำหนักต่อผล ความกว้างผล น้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้น ความแน่นเนื้อ และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ เท่ากับ 27.48 เซนติเมตร 36.96 เซนติเมตร 12 ใบ 8.68 กรัม 2.56 เซนติเมตร 115.92 กรัม 0.52 กิโลกรัม และ 10.79 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ตามลำดับ ในขณะที่ ความยาวผลและจำนวนผลต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีทุกทริตเมนต์มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่นัยสำคัญทางสถิติ

สรุป: แสແດงແຫ່งสามารถทดแทนการใช้พีทมอสในวัสดุปลูกสตรอว์เบอร์รีปลอดสารในอัตราส่วนดิน:ແແດงແຫ່ง (4:1) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยมูลค่างควในอัตรา 142 และ 4.3 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

Keywords

Non-chemical cultivation
Replacement
Azolla
Growing media
Nutrient analysis

การอ้างอิง

ศิริลักษณ์ อินทวงษ์, บริวัตร ขนุนทอง, ศิริพร หัสสร้างสี และ ศิริลักษณ์ แก้วสุริยิต. 2568. ผลของแทนแดงแห้งในวัสดุปลูกที่มีต่อการปลูกสตรอว์เบอร์รีปลอดสารในโรงเรือน. ว. วิทยา. นวัตกรรม. 56(3): 182–190.

How to cite

Inthawong, S., B. Khnoonthong, S. Hassarangsee and S. Kaewsuralikhit. 2025. Effect of dried azolla in growing media on non-chemical strawberry cultivation in greenhouses. Agric. Sci. Innov. J. 56(3): 182–190.

Abstract

Background and Objective: Growing media are essential for non-chemical strawberry cultivation in greenhouses. This experiment aims to study the effect of dried azolla replacing peat moss in growing media on the growth and yield of non-chemical strawberries in greenhouse conditions.

Methodology: A completely randomized design was implemented using five growing media treatments as follows: 1) soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1), 2) soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1), 3) soil: dried azolla (3:1), 4) soil: dried azolla (4:1), and 5) soil: dried azolla (5:1). Each treatment was supplemented with manure, bat guano, and potash minerals according to the analysis values. Growth, yield, and quality of the produce were recorded.

Main Results: Strawberry plants grown in soil: dried azolla (4:1) exhibited the highest height, canopy size, number of leaves, fruit weight, fruit width, fruit weight per plant, flesh firmness, and total soluble solids content with statistically significant values of 27.48 cm, 36.96 cm, 12 leaves, 8.68 g, 2.56 cm, 115.92 g, 0.52 kg, and 10.79 percent brix, respectively. For fruit length and the number of fruits per plant, there were no significant differences among all treatments.

Conclusions: Dried azolla can replace peat moss in the growing media for non-chemical strawberry cultivation. The optimal ratio is soil: dried azolla (4:1), combined with the addition of 142 g of manure and 4.3 g of bat guano per plant.

บทนำ

สตรอว์เบอร์รี (*Fragaria x ananassa* Duch.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้ประเทศไทยปีละหลายร้อยล้านบาท มีพื้นที่การผลิตส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 2566 มีพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 6,977 ไร่ ในอำเภอสะเมิง กัลยาณิวัฒนา แม่ฮ่องสอน แม่แจ่ม ฝาง และแมริม โดยมีพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 ประมาณ 23.62 เปอร์เซ็นต์ (1,333 ไร่) ผลผลิตรวม 19,049 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2565 ประมาณ 21.92 เปอร์เซ็นต์ (3,425 ตัน) โดยที่อำเภอสะเมิงมีพื้นที่ปลูกมากที่สุด 4,010 ไร่ มีเกษตรกร 660 ครอบครัว และสามารถให้ผลผลิต 10,025 ตัน (Chiangmai Agricultural Extension Office, 2022) ทั้งนี้ ปัญหาสำคัญของการปลูกสตรอว์เบอร์รีคือการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืช เกษตรกรจึงใช้สารเคมีในการป้องกันโรคและกำจัดแมลง

ซึ่งอาจทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การปลูกสตรอว์เบอร์รีปลอดสารจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาการใช้สารเคมีในการการผลิตสตรอว์เบอร์รีได้ (Highland Research and Development Institute, 2000)

การผลิตสตรอว์เบอร์รีในโรงเรือนเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่มีศักยภาพในการลงทุน เพื่อลดความเสี่ยงจากการผลิตในแปลงที่ต้องใช้แรงงานในการจัดการแปลงและปัญหาเกี่ยวกับโรคและแมลงต่าง ๆ (Verma *et al.*, 2024) การปลูกพืชในโรงเรือนเป็นการปลูกพืชในภาชนะที่มีการจำกัดพื้นที่การเจริญเติบโตของราก จึงต้องใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น ๆ ซึ่งนอกจากดินแล้วยังนิยมนำวัสดุทางการเกษตรบางชนิด เช่น แกลบดำ แกลบดิบ ขุยมะพร้าว ทราาย เปลือกข้าว และพีทมอส มาใช้เป็นวัสดุปลูก หรือนำมาผสมกับดินเพื่อปรับปรุงโครงสร้างของ

วัสดุปลูกให้ดีขึ้น นอกจากนี้ แหนแดงแห้งนับเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุปลูก (Kumbhalkar, 2024)

แหนแดงเป็นเฟิร์นน้ำขนาดเล็กพบอยู่ทั่วไปบริเวณน้ำนิ่งตามธรรมชาติ ทั้งในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น กึ่งร้อนชื้น และอบอุ่น อุณหภูมิประมาณ 18–26 องศาเซลเซียส สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ประมาณ 3.5–10 แหนแดงมีคุณสมบัติเป็นทั้งปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยชีวภาพ และอาหารสัตว์ เนื่องจากในใบของแหนแดงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ทำให้แหนแดงเจริญเติบโตได้เร็วและมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูง ด้วยคุณสมบัติเด่นของแหนแดงที่มีโปรตีนสูง มีคุณสมบัติสามารถใช้ทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนได้บางส่วน แหนแดงจะถูกย่อยสลายตรึงไนโตรเจนได้ 5–10 กิโลกรัมต่อไร่ มีอัตรา C : N ต่ำ จึงสามารถย่อยสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ยังมีธาตุอาหารอื่น ๆ ที่พืชต้องการอีกด้วย เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่ช่วยให้พืชแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลง ทั้งยังช่วยปรับโครงสร้างของดินให้มีความโปร่งมากขึ้น จึงทำให้แหนแดงเป็นวัสดุอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมของวัสดุปลูกพืช (Office of Agricultural Research and Development Region 5, 2023) โดยมีการศึกษาในกล้วยน้ำว้า (Kaewsuralikhit *et al.*, 2015) มะเขือเปราะ (Thuatum *et al.*, 2020) และดาวเรือง (Kirichee and Charoenchai, 2023) โดยพบว่า ต้นกล้าของพืชที่เพาะในวัสดุปลูกที่มีแหนแดงเป็นส่วนประกอบสามารถเจริญเติบโตเร็วกว่าต้นกล้าที่ไม่ได้ใส่แหนแดงและให้ผลเหมือนกับการใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของแหนแดงแห้งในวัสดุปลูกที่มีต่อการปลูกสตรอว์เบอร์รีปลอดสารในโรงเรือนเพื่อทดแทนการใช้พีทมอสและนำไปสู่การปรับใช้เทคโนโลยีการผลิตให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลองและการปลูกพืชทดลอง

ดำเนินงานทดลองในโรงเรือนตาข่ายหลังคาพลาสติก ขนาด 8 × 16 เมตร ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ตำบลโป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยใช้วัสดุปลูก 5 ทริตเมนต์ ได้แก่ 1) ดิน: แกลบดำ: พีทมอส (2:1:1) 2) ดิน: แกลบดำ: แหนแดงแห้ง (2:1:1) 3) ดิน: แหนแดงแห้ง (3:1) 4) ดิน: แหนแดงแห้ง (4:1) และ 5) ดิน: แหน

แดงแห้ง (5:1) อัตราส่วนโดยปริมาตร จากนั้น นำวัสดุปลูก ปุ๋ยคอก ปุ๋ยมูลค่างคว และแร่โพแทชไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด ได้แก่ ไนโตรเจน (Combustion method) ฟอสฟอรัส (Bray II Extraction) โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม (NH₄OAC pH7/AAS) แมงกานีส เหล็ก ทองแดง และสังกะสี (DTPA/AAS) รวมถึงค่าอินทรีย์วัตถุ (Walkly & Black) และ pH (pH meter ดิน:น้ำ, 1:2) (Land Development Department, 2010) จากนั้น นำค่าวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณหาปริมาณปุ๋ยแต่ละชนิดที่ต้องใส่เพิ่มลงไป โดยเทียบกับค่าความต้องการปริมาณธาตุอาหารของสตรอว์เบอร์รี (Hennion and Veschambre, 1997) แล้วกำหนดตารางการใส่ปุ๋ย โดยแบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโต (Royal Project Foundation, 2013) ปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ในถุงดำขนาด 8 × 10 นิ้ว ในวัสดุปลูกแต่ละทริตเมนต์ ดูแลรักษาโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยมูลค่างควตามปริมาณที่คำนวณได้ให้น้ำทุกวัน วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ลิตรต่อต้น ป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยใช้วิธีกลและพ่นสารชีวภัณฑ์ เช่น เชื้อราบีวเวเรีย (*Beauveria bassiana*), *Bacillus thuringiensis* (BT 1-DOA), Virus NPV DOA Bio-V1 และ Virus NPV DOA Bio-V3 ตามลักษณะและความรุนแรงของการระบาดของแมลงศัตรูพืช

การจัดบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ และขนาดทรงพุ่มที่อายุ 1–3 เดือนหลังปลูก จนถึงระยะออกดอกแรก โดยบันทึกข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 08.00–10.00 น. บันทึกข้อมูลปริมาณผลผลิต โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเช้าขณะที่ผลมีการพัฒนาของสีแดงที่ผิวประมาณ 3 ใน 4 หรือ 75 เปอร์เซ็นต์ของทั้งผล จากนั้น นำมาบันทึกข้อมูลผลผลิต ได้แก่ จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผลผลิตต่อต้น ความกว้างผล ความยาวผล และน้ำหนักต่อผล ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Digital brix refractometer) และความแน่นเนื้อ (Penetrometer) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลการเจริญเติบโต ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของต้นสตรอว์เบอร์รีแต่ละทริตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณธาตุอาหารของวัสดุปลูก

จากการนำวัสดุปลูก 5 ทริตเมนต์ รวมถึงปุ๋ยคอก (แหล่งไนโตรเจน) ปุ๋ยมูลค่างคว (แหล่งฟอสฟอรัส) และแร่โพแทช (แหล่งโพแทสเซียม) มาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารทั้งหมด ได้ผล

ตาม Tables 1–2 ซึ่งพบว่า วัสดุปลูกที่มีพีทผสมเป็นส่วนผสม (ทรีตเมนต์ที่ 1) มีค่าอินทรีย์วัตถุ (Organic matter; OM) ธาตุไนโตรเจน (N) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) เหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) ในปริมาณที่สูงกว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของแกลบดำ (ทรีตเมนต์ที่ 2–5) ส่วนวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของแกลบดำ (ทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2) พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) สูงกว่าวัสดุปลูกที่ไม่มีส่วนผสมของแกลบดำ ถึง 54 เปอร์เซ็นต์ สำหรับวัสดุปลูกทั้ง 5 ชนิด พบว่า มีความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการปลูกสตรอว์เบอร์รี คือ อยู่ในช่วง 5.5–6.75 (Royal Project Foundation, 2013) อย่างไรก็ตาม ได้นำค่าวิเคราะห์ที่ได้มาคำนวณร่วมกับค่าความต้องการปุ๋ยของสตรอว์เบอร์รีจาก Hennion and Veschambre (1997) จึงได้ข้อมูลการใส่ปุ๋ยตาม Table 3

การเจริญเติบโตของต้นสตรอว์เบอร์รี

ปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตามทรีตเมนต์ ครั้งที่ 1 ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 และดูแลรักษาโดยการใส่ปุ๋ยชนิดและปริมาณที่กำหนด โดยต้นสตรอว์เบอร์รีเริ่มมีการติดดอกเมื่ออายุ 3 เดือนหลังปลูก แต่หลังจากใส่ปุ๋ยแล้ว ครั้งที่ 1 โดยการโรยบนวัสดุปลูกแล้วรดน้ำตาม พบว่า ต้นสตรอว์เบอร์รี

ทุกทรีตเมนต์มีอาการใบเหี่ยวและแห้งตาย (Figure 1) ซึ่งอาจเนื่องมาจากแร่โพแทชมีธาตุ Na และ NaCl ในปริมาณสูง (Table 1) จึงก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชที่มีความไวต่อสภาพดินเค็ม โดยหากดินมีความเค็มสูงจะทำให้ขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารบางชนิด ได้แก่ P, Fe และจุลธาตุอื่น ๆ เนื่องจากไม่สามารถดูดแร่ธาตุดังกล่าวไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (Shrivastava and Kumar, 2015) โดย Alharbi *et al.* (2022) พบว่า NaCl ระดับ 400 มิลลิโมลาร์ มีความเป็นพิษต่อการงอกและทำให้องค์ประกอบทางเคมีในต้นถั่วลิสงเตาลดลง ทำให้การเจริญเติบโตของใบเลี้ยง ความยาวราก และความแข็งแรงของต้นกล้าลดลงมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับ NaCl ระดับ 200 มิลลิโมลาร์ ซึ่งเป็นระดับที่ต้นถั่วลิสงเตายังมีการเจริญเติบโตปกติ

จากการปลูกต้นสตรอว์เบอร์รีพันธุ์พระราชทาน 80 ตามทรีตเมนต์ ครั้งที่ 2 ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2566 พบว่า ความสูงเฉลี่ย ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยของต้นสตรอว์เบอร์รีที่มีอายุ 3 เดือนหลังปลูก ที่ปลูกในวัสดุ ดิน:แกลบดำ:แกลบดำ อัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตร มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 27.48 เซนติเมตร 36.96 เซนติเมตร และ 12 ใบ ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าต้นสตรอว์เบอร์รีที่ปลูกในวัสดุ

Table 1 Nutrition values of manure, bat guano and potash minerals analysis

Parameter	Manure	Bat guano	Potash minerals
pH	7.80	3.96	-
OM (%)	49.28	16.81	-
N (%)	2.44	1.33	-
P (%)	0.80	3.32	-
K (%)	0.22	1.51	14.06
Ca (%)	3.01	5.88	0.25
Mg (mg/kg)	0.66	0.11	69,480.00
Mn (mg/kg)	445.67	594.50	-
Fe (%)	0.85	2.37	-
Cu (mg/kg)	75.46	373.15	-
Zn (mg/kg)	159.42	531.04	-
Na (mg/kg)	-	-	75,297.00
NaCl (%)	-	-	17.20

OM = organic matter.

ดิน:แกลบดำ:พีทมอส อัตราส่วน 2:1:1 โดยปริมาตร (Table 4) โดยจะเห็นได้ว่าการใช้แกลบแห้งเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกสตรอว์เบอร์รีเพื่อปลูกในระบบอินทรีย์สามารถทดแทนการใช้พีทมอสได้ โดยอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ ดินผสมแกลบแห้ง

อัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตรซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Noppasee *et al.* (2022) ที่พบว่า วัสดุปลูกที่ผสมแกลบแห้งสามารถเพิ่มการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตในต้นกล้าว่านชักมดลูกในระยะอนุบาลได้

Table 2 Nutrition values of five types of growing media

Parameter	Soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1)	Soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1)	Soil: dried azolla (3:1)	Soil: dried azolla (4:1)	Soil: dried azolla (5:1)	Strawberry nutrient requirements
pH	5.78	6.75	6.67	6.68	6.62	5.3–6.5
OM (%)	6.34	3.81	4.47	4.64	4.34	2–3
N (%)	0.25	0.13	0.13	0.12	0.12	N/A
P (mg/kg)	172.00	161.03	75.62	83.45	68.83	67–90
K (mg/kg)	354.00	935.63	768.75	618.13	583.00	630–720
Ca (mg/kg)	3,791.25	2,197.50	2,305.00	2,527.50	2,448.75	N/A
Mg (mg/kg)	331.13	287.50	290.75	274.13	239.50	280
Mn (mg/kg)	51.16	65.40	86.44	74.28	72.04	N/A
Fe (mg/kg)	89.10	39.91	55.85	56.45	55.37	N/A
Cu (mg/kg)	4.00	4.00	4.40	4.76	4.69	N/A
Zn (mg/kg)	3.66	0.82	0.80	1.59	1.28	11–13.5

Table 3 Manure, bat guano and potash minerals application per plant, calculated from the nutrition values of growing media and strawberry nutrient requirements

Growing media	At the bottom of planting holes	Applied 1 month after planting (Separate for 4 times)		Harvest beginning (Separate for 4 times)*
	Manure (g)	Manure (g)	Bat guano (g)	Potash minerals (g)
Soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1)	100	35	4.0	47
Soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1)	100	41	2.0	42
Soil: dried azolla (3:1)	100	41	4.7	43
Soil: dried azolla (4:1)	100	42	4.3	44
Soil: dried azolla (5:1)	100	42	4.7	45

* Applied once a week for 4 times, the first time was the first harvesting day



Figure 1 Three months after 1st planting of strawberry plants showed blight symptom after 1st potash mineral application in 2022

Table 4 Plant height, canopy size and number of leaves of strawberry plants at 3 months after planting in different types of growing media at Chiang Mai Agricultural Research and Development Center in 2023

Growing media	Height (cm)	Canopy size (cm)	Number of leaves
Soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1)	26.63 ± 1.68 ^{ab}	32.34 ± 2.51 ^b	11.00 ± 2.14 ^{ab}
Soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1)	26.92 ± 2.68 ^{ab}	33.35 ± 3.61 ^b	10.00 ± 1.22 ^c
Soil: dried azolla (3:1)	25.13 ± 0.93 ^b	33.93 ± 0.43 ^b	9.00 ± 0.58 ^c
Soil: dried azolla (4:1)	27.48 ± 3.13 ^a	36.96 ± 3.32 ^a	12.00 ± 0.79 ^a
Soil: dried azolla (5:1)	26.15 ± 0.38 ^{ab}	34.11 ± 1.03 ^b	10.00 ± 0.41 ^{bc}
P-value	0.0009	0.0053	0.0024
CV (%)	12.38	11.12	20.51

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b, c) are significantly different based on a Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. Values are presented as mean ± standard deviation. CV = coefficient of variation.

ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รี

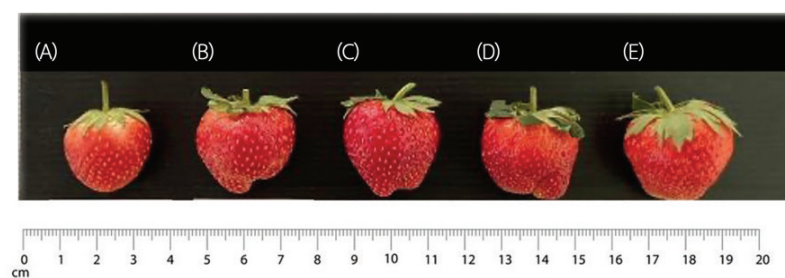
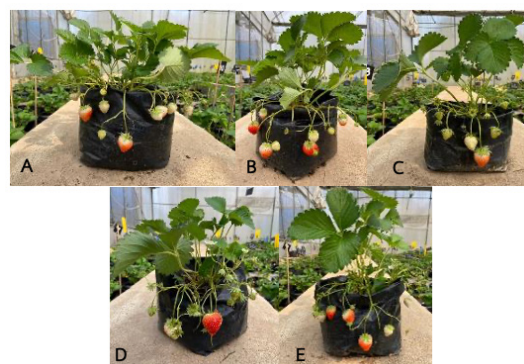
ด้านปริมาณผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีปลอดสารที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักต่อผล ความกว้างผล และน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นของสตรอว์เบอร์รีที่ปลูกในดินผสมแหนแดงแห้ง อัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตร มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ 8.68 กรัม 2.56 เซนติเมตร และ 115.92 กรัม ตามลำดับ (Table 5) สำหรับความยาวผลและ

จำนวนผลต่อต้น พบว่า ทุกทรีตเมนต์มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 5; Figures 2–3) ด้านคุณภาพผลผลิตของสตรอว์เบอร์รีปลอดสารที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน พบว่า ความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของสตรอว์เบอร์รีที่ปลูกในดินผสมแหนแดงแห้ง อัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตร มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 6)

Table 5 Fruit weight, fruit size, number of fruit/plant and fruit weight/plant of strawberry plants grown in different types of growing media at Chiang Mai Agricultural Research and Development Center in 2023

Growing media	Fruit weight (g)	Fruit size		Number of fruits/plant	Fruit weight/ plant (g)
		Width (cm)	Length (cm)		
Soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1)	8.09 ± 0.72 ^b	2.51 ± 0.10 ^{ab}	2.80 ± 0.16	15.00 ± 2.03	89.00 ± 22.47 ^c
Soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1)	7.88 ± 0.27 ^b	2.48 ± 0.04 ^b	2.77 ± 0.08	14.00 ± 2.58	86.20 ± 12.53 ^c
Soil: dried azolla (3:1)	8.11 ± 0.11 ^b	2.50 ± 0.06 ^{ab}	2.80 ± 0.08	14.00 ± 1.11	94.84 ± 5.64 ^{bc}
Soil: dried azolla (4:1)	8.68 ± 0.28 ^a	2.56 ± 0.06 ^a	2.81 ± 0.06	15.00 ± 1.66	115.92 ± 11.42 ^a
Soil: dried azolla (5:1)	7.76 ± 0.28 ^b	2.44 ± 0.02 ^b	2.77 ± 0.08	13.00 ± 1.95	103.40 ± 10.88 ^b
P-value	0.0012	0.0165	0.6904	0.394	0.0237
CV (%)	29.77	13.52	12.41	25.31	28.96

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b, c) are significantly different based on a Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. Values are presented as mean ± standard deviation. CV = coefficient of variation.

**Figure 2** Strawberry fruits derived from five different types of growing media in 2023: (A) soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1), (B) soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1), (C) soil: dried azolla (3:1), (D) soil: dried azolla (4:1), and (E) soil: dried azolla (5:1).**Figure 3** Fruit setting of strawberry from five different type of growing media in 2023: (A) soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1), (B) soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1), (C) soil: dried azolla (3:1), (D) soil: dried azolla (4:1), and (E) soil: dried azolla (5:1).

การใช้แหนแดงแห้งเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกสตรอว์เบอร์รีสามารถทดแทนการใช้พีทมอสได้ โดยต้นสตรอว์เบอร์รีสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อใช้ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งประสิทธิภาพของการใช้แหนแดงแห้งโดยเมื่อย่อยสลายจะให้อินทรีย์วัตถุและปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Noppasee *et al.*, 2022) จากการทดลองนี้ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดินและแหนแดงแห้งในอัตราส่วน 4:1 โดยปริมาตร เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม นอกจากนี้ แหนแดงแห้งยังเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับพีทมอส แต่มีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นสตรอว์เบอร์รี โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียมที่ได้จากค่าวิเคราะห์วัสดุปลูกใน Table 2 ใกล้เคียงกับค่าความต้องการของต้นสตรอว์เบอร์รีมากที่สุด ซึ่งสอดคล้อง

กับผลการทดลองของ Kaewsuralikhit *et al.* (2015) ที่พบว่า การใช้แหนแดงแห้งร่วมกับวัสดุดินผสมสามารถเพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่ต้นกล้ากล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลดระยะเวลาการผลิกล้ำได้ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Thuatum *et al.* (2020) ที่พบว่าสามารถใช้แหนแดงแห้งเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกสำหรับผลิตต้นกล้ามะเขือเปราะ ทำให้ต้นกล้าที่มีอัตราการงอกที่ดีมีความแข็งแรง และให้ผลเหมือนกับการใช้พีทมอสเป็นวัสดุเพาะกล้า นอกจากนี้ Kirichee and Charoenchai (2023) ยังพบว่าการใช้แหนแดงแห้งเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกร่วมกับดินสามารถทำให้ต้นดาวเรืองมีการเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนดอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 6 Firmness and total soluble solids of strawberry fruits grown in different types of growing media at Chiang Mai Agricultural Research and Development Center in 2023

Growing media	Fruit firmness (kg)	Total soluble solids (%Brix)
Soil: charcoal husk: peat moss (2:1:1)	0.52 ± 0.00 ^a	10.19 ± 0.53 ^b
Soil: charcoal husk: dried azolla (2:1:1)	0.51 ± 0.01 ^{ab}	10.45 ± 0.41 ^{ab}
Soil: dried azolla (3:1)	0.50 ± 0.01 ^b	10.47 ± 0.12 ^{ab}
Soil: dried azolla (4:1)	0.52 ± 0.01 ^a	10.79 ± 0.25 ^a
Soil: dried azolla (5:1)	0.50 ± 0.01 ^b	10.51 ± 0.29 ^{ab}
P-value	0.0037	0.018
CV (%)	13.59	17.00

Means within the same column followed by different superscript letters (a, b) are significantly different based on a Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. Values are presented as mean ± standard deviation. CV = coefficient of variation.

สรุป

ในการปลูกสตรอว์เบอร์รีปลอดสารภายใต้สภาพโรงเรือนสามารถใช้แหนแดงแห้งเป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกทดแทนการใช้พีทมอสได้ เมื่อใช้ในอัตราส่วนระหว่างดินกับแหนแดงแห้งที่เหมาะสม ทั้งนี้ การเพิ่มแร่โพแทชในวัสดุปลูกไม่สามารถทำให้ต้นสตรอว์เบอร์รีเจริญเติบโตได้ตามปกติ อาจต้องมีการปรับใช้ไนโตรเจนที่น้อยลงหรือเปลี่ยนไปใช้ปุ๋ยที่เป็นแหล่งทดแทนธาตุโพแทสเซียมในระบบอินทรีย์ชนิดอื่น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัย (รหัสทะเบียนวิจัย FF 65-19-01-65-01-01-65) ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สารชีวภัณฑ์บางรายการที่ใช้ในการทำงานวิจัย ขอขอบพระคุณ บริษัท ไทคาลิ จำกัด ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แร่โพแทชในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณกลุ่มวิจัยและ

วิเคราะห์ทางสถิติงานวิจัยเกษตร กองแผนงานและวิชาการ ที่ได้ การสรุปผลอย่างถูกต้อง และขอขอบคุณทีมงานทุกท่านที่มีส่วน
ให้ความอนุเคราะห์การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนคำแนะนำ ร่วมในการทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- Alharbi, K., A.A. Al-Osaimi and B.A. Alghamdi. 2022. Sodium chloride (NaCl)-induced physiological alteration and oxidative stress generation in *Pisum sativum* (L.): A toxicity assessment. ACS Omega. 7(24): 20819–20832. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c01427>.
- Chiangmai Agricultural Extension Office. 2022. Strawberries and good things of Samoeng district. Available Source: https://Chiang Mai.doae.go.th/province/wp-content/uploads/2023/08/stats_planproduction64-65-1.pdf, July 25, 2024. (in Thai)
- Hennoin, B. and D. Veschambre. 1997. La fraise: maîtrise de la production. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, Paris, France. 299 pp.
- Highland Research and Development Institute (Public Organization). 2000. Strawberry Cultivation. Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. 91 pp. (in Thai)
- Kaewsuralikhit, S., P. Thongra-ar and K. Suvittawat. 2015. Azolla in soil-mix accelerated growth of banana ‘Namwa Pakchong 50’ micro-propagated plantlets. In Proc. the 14th National Horticultural Congress 2015, November 18–20, 2015. p. 136. (in Thai)
- Kirichee, S. and C. Charoenchai. 2023. Effects of planting media mixed with dried azolla on growth of marigold, pp. 1140–1143. In Proc. the 9th Loei Rajabhat University Conference 2023, March 23, 2023. (in Thai)
- Kumbhalkar, H.S. 2024. Different growing media for commercial cultivation of greenhouse crops. Just Agriculture. 5(1): 77–85.
- Land Development Department. 2010. Handbook of Soil Chemical Analysis. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. 51 pp.
- Noppasee, P., P. Wansanit, P. Rungrueng, S. Rittirat, S. Suwanno and S. Kalawong. 2022. Effect of chlorine dioxide on *in vitro* contaminated plant and plant nursery by azolla-mixed plant material of *Curcuma comosa*. JSET LRU. 2(2): 36–46. (in Thai)
- Office of Agricultural Research and Development Region 5. 2023. Biofertilizer Technology to Increase Plant Production Efficiency in Central and Western Regions. Available Source: <https://www.doa.go.th/ac/phetchaburi/wp-content/uploads/2023/02/ชีวภัณฑ์.pdf>, December 18, 2023. (in Thai)
- Royal Project Foundation. 2013. Strawberry Phrachatan 80 Cultivation. Royal Project Foundation with Highland Research and Development Institute (Public Organization), Chiang Mai, Thailand. 58 pp. (in Thai)
- Shrivastava, P. and R. Kumar. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi J. Biol. Sci. 22(2): 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.12.001>.
- Thuatum, P., K. Sangmanee and I. Tangsuwan. 2020. Effect of seedling media from azolla and biochar on germination and growth of eggplant seedling. Naresuan Agriculture Journal. 17(1): 20–27. (in Thai)
- Verma, P., G. Sing, S.K. Singh, A.A. Mirza, M. Bakshi, Anmol and L. Bishnoi. 2024. Improvement in productivity of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.) under vertical farming system. J. Appl. Biol. Biotechnol. 12(4): 184–194. <https://dx.doi.org/10.7324/JABB.2024.175317>.