วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

การเพิ่มมูลค่าวัสดุอินทรีย์ในท้องถิ่นโดยพัฒนาเป็นวัสดุปลูกกัญชาภายใต้สภาพโรงเรือนในภาคใต้ของประเทศไทย

Value addition of local organic waste as growing media for cannabis production in greenhouse conditions in southern Thailand

จักรกฤษณ์ พูนภักดี[1]*, พงศ์มนัส กิจประสงค์[1], จำเป็น อ่อนทอง[1] และ จรัสศรี นวลศรี[1]

Chakkrit Poonpakdee[1]*, Pongmanat Kitprasong[1], Jumpen Onthong[1] and Charassri Nualsri[1]

[1] สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต. คอหงส์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112
[1] Agricultural Innovation and Management Division, Faculty of Natural Resources Prince of Songkla University, Kho Hong, Hat Yai, Songkhla 90112

บทคัดย่อ: กัญชา (*Cannabis sativa*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพทางการแพทย์ ปัจจุบันมีการปลูกกัญชาในโรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมเพื่อให้ได้กัญชาคุณภาพดี สิ่งสำคัญในการปลูกกัญชาในระบบโรงเรือน คือ วัสดุปลูกซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้พีทมอส อย่างไรก็ตาม พีทมอสเป็นวัสดุที่ต้องนำเข้าและมีราคาแพง ดังนั้น จึงส่งผลให้มีต้นทุนในการผลิตสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกที่ผสมจากวัสดุอินทรีย์ที่หาได้ในท้องถิ่นภาคใต้ ได้แก่ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ กากตะกอนมูลไก่ และมูลวัว วัสดุดังกล่าวถูกนำมาผสมในสัดส่วนที่แตกต่างกันเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของกัญชาที่ระยะเวลา 8 สัปดาห์ภายใต้สภาพโรงเรือนในภาคใต้ รวมทั้งประเมินต้นทุนของวัสดุปลูก ผลการทดลอง พบว่า วัสดุปลูกที่ผสมโดยใช้วัสดุอินทรีย์ข้างต้นมีสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดและสัดส่วนที่ใช้ผสม วัสดุปลูกส่งเสริมให้กัญชาเจริญเติบโตได้ดี โดยเฉพาะวัสดุปลูกที่ผสมจากขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ และมูลไก่ (GM6) วัสดุปลูกชนิด GM6 ส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโตดีที่สุด รวมทั้งมีธาตุอาหารหลัก รอง และจุลธาตุในใบใกล้เคียงกับการใช้วัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ นอกจากนั้น การใช้วัสดุปลูกซึ่งพัฒนาจากวัสดุเหลือใช้อินทรีย์ในท้องถิ่นก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและลดต้นทุนการผลิต ส่งผลให้การใช้วัสดุปลูกชนิด GM6 มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้พีทมอสถึง 5 เท่า
คำสำคัญ: วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร; กัญชา; การปลูกพืชไม่ใช้ดิน

ABSTRACT: Cannabis (*Cannabis sativa*) is a medicinal plant. Nowadays, cannabis cultivation is undertaken under greenhouse-controlled environmental conditions for high-quality cannabis. An important factor of cannabis cultivation in a greenhouse is the growing media, which commonly uses peat moss. However, peat moss is an imported material and can be expensive. Therefore, it causes high costs for plant production. The objective of this study was to compare growing media mixed from the organic materials found in local southern regions, such as oil palm bunch, coconut husk, chopped coconut husk, chicken manure, and cow manure. The organic materials were mixed in different proportions to compare the growth and nutrient uptake in cannabis at 8 weeks after planting under greenhouse conditions in southern Thailand. Moreover, the capital cost of growing media was estimated. The results showed that the various organic materials were different in chemical properties based on the organic materials and mixing proportions. Growing media promoted cannabis growth. The highest growth of cannabis not only was found in growing media mixed from coconut husk, chopped coconut husk, and chicken manure (GM 6)

* Corresponding author: chakkrit.p@psu.ac.th

Received: date; June 10, 2024 Revised: date; August 16, 2024

Accepted: date; August 16, 2024 Published: date;

but the concentration of macro and micro-nutrients in leaves was also similar to cannabis grown in other growing media. Moreover, the growing media developed from local organic waste leads to value addition and reduction of capital cost. Therefore, the cost of GM6 was five times lower than peat moss.
Keywords: organic waste residual; cannabis; soilless culture

บทนำ

กัญชา (*Cannabis sativa*) เป็นพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพทางการแพทย์ทั้งแผนปัจจุบันและแพทย์แผนไทย แต่เนื่องจากกัญชาถูกจัดอยู่ในกลุ่มพืชให้สารเสพติดมายาวนาน ปัจจุบันมีหลายประเทศมีการอนุญาตให้ใช้กัญชาอย่างถูกกฎหมาย สำหรับประเทศไทยเป็นประเทศแรกในเอเชียที่อนุญาตให้ใช้กัญชาอย่างถูกกฎหมายเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และการวิจัยทางวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 จึงทำให้เริ่มมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชชนิดนี้ การผลิตกัญชาเพื่อใช้ทางการแพทย์ผลผลิตที่ได้ต้องมีความปลอดภัย ปราศจากโรค แมลงศัตรูพืช และสารเคมีตกค้าง รวมทั้งมีสารสำคัญในปริมาณที่ต้องการ การปลูกกัญชาสามารถทำได้ 3 ระบบ คือ การปลูกในอาคาร (indoor) ซึ่งเป็นระบบปิด การปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน (greenhouse) และการปลูกในสภาพแปลง (outdoor) การปลูกกัญชาในระบบอุตสาหกรรมนิยมปลูกในอาคารระบบปิด เพราะสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตได้ แต่ระบบปิดมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ส่วนระบบปลูกในแปลงนั้น การควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เป็นไปได้ยาก ดังนั้น การปลูกกัญชาในระบบโรงเรือนจึงน่าจะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรไทย ซึ่งปัจจัยสำคัญที่เกษตรควรคำนึงในการปลูกระบบโรงเรือน คือ วัสดุปลูก โดยวัสดุปลูกที่ใช้ต้องส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช จัดหาได้ในท้องถิ่น ราคาไม่แพง และลดต้นทุนการผลิตได้

วัสดุปลูกมีผลโดยตรงต่อการดูดใช้น้ำ การระบายอากาศ และความสามารถในการเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืช วัสดุปลูกที่ดีต้องมีความสม่ำเสมอ อุ้มน้ำได้ปานกลาง น้ำหนักไม่หนักหรือเบาเกินไป ไม่ยุบตัว มีธาตุอาหารเพียงพอ รากพืชสามารถแพร่กระจายได้ทั่วทุกส่วน ไม่มีสารพิษ และไม่เป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลง เป็นต้น (อิทธิสุนทร, 2538; อานัฐ, 2548; Raviv and Lieth, 2008) วัสดุที่นิยมนำมาใช้ผสมเป็นวัสดุปลูก ได้แก่ พีทมอส เวอร์มิคูไลต์ และเพอไรต์ซึ่งเป็นวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาสูง (สมศักดิ์, 2551; มนูญ, 2552) ในขณะที่วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในประเทศไทยที่มีศักยภาพที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุสำหรับปลูกพืชมีหลายชนิด (จักรกฤษณ์, 2565) มีทั้งวัสดุอินทรีย์ เช่น ทราย กรวด อิฐมอญ ซึ่งจะช่วยไม่ให้ส่วนผสมเกิดการอุ้มน้ำมากเกินไป และวัสดุอินทรีย์ที่นิยมใช้ เช่น มูลวัว มูลแพะ แกลบเผา ฟางข้าว มูลไส้เดือน ใบไม้หมัก กากตะกอนอ้อย กากกาแฟ เป็นต้น (อานัฐ, 2548; จักรกฤษณ์, 2565) ข้อดีของการนำวัสดุวัสดุอินทรีย์มาผสมเป็นวัสดุปลูก คือ สามารถใช้เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่พืช ตลอดจนช่วยอุ้มน้ำ และช่วยให้วัสดุปลูกมีความร่วนซุย วัสดุปลูกที่ดีควรมีการระบายน้ำและอากาศดี ทั้งนี้มีรายงานการนำทรายมาผสมกับขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ มูลไส้เดือน และกากตะกอนอ้อยในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร พบว่า วัสดุปลูกทรายผสมมูลไส้เดือนส่งผลให้ผลแตงเทศมีความหวานสูงที่สุด (ศศินิภา และคณะ, 2563) ในขณะที่การนำใบไม้หมัก กาบมะพร้าวสับ แกลบเผา และปุ๋ยคอก มาผสมกันในอัตราส่วน 2:1:1:1 โดยปริมาตร ส่งผลให้ผักคะน้ามีให้การเจริญเติบโตและผลผลิตสูง (สุทิน และคณะ, 2556) นอกจากนั้น การใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ ปุ๋ยหมัก และกากกาแฟ อัตราส่วน 40:40:15:5 โดยปริมาตร ทำให้ต้นกล้ามะเขือเทศมีการเจริญเติบโตดี (ปริยานุช และคณะ, 2557) จะเห็นได้ว่า การใช้วัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มาผสมในสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถใช้เป็นวัสดุปลูกพืชได้ สำหรับภาคใต้ของประเทศไทยมีวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ในท้องถิ่นจำนวนมาก เช่น มูลวัว มูลแพะ มูลไก่ ทะลายปาล์มน้ำมัน และกาบมะพร้าว เป็นต้น อาจนำมาผสมเป็นวัสดุปลูกสำหรับใช้ปลูกกัญชาได้ เพราะมีองค์ประกอบของธาตุอาหาร และมีสารพิษเจือปนต่ำตลอดจนมีสมบัติบางประการเหมาะสมสำหรับใช้ผสมเพื่อผลิตเป็นวัสดุปลูก ดังนั้น จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุอินทรีย์ในท้องถิ่นเพื่อใช้เป็นวัสดุปลูกกัญชาภายใต้สภาพโรงเรือนในภาคใต้ของประเทศไทย และประเมินต้นทุนการผลิตวัสดุปลูกจากวัสดุอินทรีย์ในท้องถิ่นสำหรับเป็นแนวทางทดแทนการใช้พีทมอสในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมวัสดุปลูก

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกัญชา (สายพันธุ์ NR-PSU 11) ที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่พัฒนาขึ้น โดยมีทรีตเมนต์ คือ GM1-GM8 ดังรายละเอียดใน **Table 1** ที่ผสมจากทะลายเปล่าปาล์มน้ำมันหมักที่ไม่ได้ผ่านการร่อน และผ่านการร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องเปิด 1 ซม. ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ กากตะกอนมูลไก่ มูลวัว และดิน เปรียบเทียบกับพีทมอสซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ และจัดเป็นชุดควบคุม (control) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยใช้วัสดุปลูกทั้ง 8 ชนิด ๆ ละ 4 ซ้ำ รวม 32 หน่วยทดลอง ทำการผสมวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ตามสัดส่วนที่ออกแบบไว้ให้เข้ากัน และเติมน้ำพอให้วัสดุจับตัวกันได้ นำวัสดุปลูกบรรจุในถุงพลาสติกและบ่มวางทิ้งไว้ประมาณครึ่งเดือน จากนั้นแบ่งวัสดุปลูกส่วนหนึ่งมาผึ่งลมให้แห้ง เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์สมบัติทางเคมีต่อไป

Table 1 Growing media components from various organic materials

Treatment	Component of growing media	Proportion by volume	Cost (baht/100 L)
GM1	Peat moss (control)	100	400
GM2	Fine oil palm bunch + Rough oil palm bunch	50:50	96
GM3	Fine oil palm bunch + Rough oil palm bunch + Chicken manure sludge	40:30:30	90.3
GM4	Fine oil palm bunch + Chicken manure sludge + Chopped coconut husk	50:30:20	90.9
GM5	Rough oil palm bunch + Chicken manure sludge + cow manure	50:30:20	97.7
GM6	Coconut coir + Chopped coconut husk + Chicken manure sludge	40:30:30	85.4
GM7	Coconut coir + Chopped coconut husk + Chicken manure sludge + Cow manure	25:25:25:25	94.5
GM8	Coconut coir + Chopped coconut husk + Chicken manure sludge + Cow manure + Soil	25:25:25:15:10	84.7

การปลูกและการดูแลรักษาต้นกัญชา

นำเมล็ดกัญชามาแช่น้ำไว้ 1 คืน และย้ายเมล็ดมาเพาะในกระดาษเพาะจนเมล็ดเริ่มงอกรากยาวประมาณ 0.5 ซม. ย้ายเมล็ดลงเพาะในถาดเพาะที่บรรจุพีทมอลชนิดละเอียด (32 หลุมต่อถาด) หลังจากย้ายลงถาดเพาะ 3 วัน เริ่มรดน้ำปุ๋ยไนโตรเจน (สัดส่วนปุ๋ย 15-0-0 เท่ากับ 1 ก. : น้ำ 1 ล. โดยรดน้ำปุ๋ยวันเว้นวัน จากนั้นเลี้ยงในถาดเพาะจนอายุต้นกล้าประมาณ 14 วัน จึงย้ายต้นกล้าปลูกในกระถางที่บรรจุวัสดุปลูกปริมาตร 20 ลิตร ที่มีการให้น้ำและสารละลายปุ๋ย A และสารละลายปุ๋ย B ผ่านระบบน้ำหยด

สารละลายปุ๋ย A ประกอบด้วย แคลเซียมไนเทรต (15-0-0) 2,113 ก. และ Fe-EDTA 60 ก. ต่อน้ำ 20 ล. ส่วนสารละลายปุ๋ย B ประกอบด้วย โพแทสเซียมไนเทรต (13-0-46) โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต (0-52-34) และแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต และจุลธาตุรวม (TE) 575, 377, 500 และ 60 ก. ตามลำดับ ต่อน้ำ 20 ล. นำมาเจือจางด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนให้มีค่าการนำไฟฟ้า 0.5 mS/cm เพื่อให้ปุ๋ยทางระบบน้ำหยดปริมาตร 1.5 ล./วัน

ข้อมูลการเจริญเติบโต และการประเมินธาตุอาหารในกัญชา

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกัญชาภายหลังปลูกลงในกระถางที่ช่วงเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ โดยบันทึกความสูง (ใช้สายวัดวัดตั้งแต่ส่วนเหนือดินไปจนถึงส่วนที่อยู่ปลายยอดของต้น) และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (ใช้ vernier caliper วัดลำต้นที่อยู่เหนือดิน 5 ซม.) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ถ่ายรูปเปรียบเทียบการเจริญเติบโต บันทึกความกว้างของทรงพุ่มและจำนวนกิ่ง ตลอดจนตัดต้นกัญชาส่วนเหนือดินแล้วชั่งเพื่อประเมินน้ำหนักสด จากนั้นเก็บใบกัญชาจากตำแหน่งคู่ที่ 1 และ 2 ที่อยู่ในกิ่งจากทรงพุ่มบริเวณกลางลำต้น นำตัวอย่างใบมาเตรียมตัวอย่าง และย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกเพื่อวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดโดยวิธีเจลดาล (Kjeldahl method) และย่อยด้วยกรดไนทริกผสมเพอร์คลอริก (3:1 v/v) สำหรับวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวัดด้วยเครื่อง Visible spectrophotometer ส่วนโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งหมดวัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer (AAS) (จำเป็น และ จักรกฤษณ์, 2560)

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และธาตุอาหารในวัสดุปลูก

สุ่มเก็บวัสดุปลูกจากหลาย ๆ จุด นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม และร่อนผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 2 มม. เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก ได้แก่ พีเอช (วัสดุต่อน้ำ 1:5 w/v) อินทรียวัตถุ (Walkley and Black method) ไนโตรเจนทั้งหมด (Kjeldahl method) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Bray II method) ส่วนแคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมที่สกัดด้วย 1 M NH_4OAc pH 7 วัดด้วยเครื่อง AAS แคลเซียมและแมกนีเซียมใช้หลักการของ atomic absorption ในขณะที่โพแทสเซียมใช้หลักการของ atomic emission ส่วนจุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง นำวัสดุปลูกมาสกัดด้วย 0.005 M DTPA pH 7.3 และวัดด้วยเครื่อง AAS โดยใช้หลักการของ atomic absorption (จำเป็น และ จักรกฤษณ์, 2560)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลสมบัติของวัสดุปลูก การเจริญเติบโต และปริมาณธาตุอาหารในกัญชาถูกนำมาหาค่าความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองสุ่มแบบสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษา

สมบัติพื้นฐานของวัสดุปลูก

วัสดุปลูกที่พัฒนาขึ้นโดยมีสัดส่วนและองค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกัน (GM1-GM 8) มีสมบัติทางเคมีที่แตกต่างกันขึ้นกับชนิดและสัดส่วนของวัสดุอินทรีย์ที่นำมาผสม โดยวัสดุปลูกชนิด GM8 มีค่าพีเอชสูงสุด (pH = 7.72) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ในขณะที่วัสดุปลูกชนิด GM5 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด (3.15 dS m^{-1}) วัสดุปลูกส่วนใหญ่มีค่าอินทรียวัตถุสูง โดยเฉพาะในวัสดุปลูกชนิด GM6 ที่มีค่าเท่ากับ 313.2 g kg^{-1} วัสดุปลูกชนิด GM6 มีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก (5,355 mg kg^{-1}) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด โพแทสเซียม และแคลเซียมที่สกัดได้ พบว่า ในวัสดุปลูกชนิด GM2 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 13.9 g kg^{-1}, 133,508 mg kg^{-1} และ 9,536 mg kg^{-1} ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิด GM1 (พีทมอส) ซึ่งมีค่าเพียง 7.4 g kg^{-1}, 23,217 mg kg^{-1} และ 1,658 mg kg^{-1} ส่วนธาตุแมกนีเซียม พบว่า ในวัสดุปลูกชนิด GM1 มีค่าสูงที่สุด (3,230 mg kg^{-1}) **(Table 2)**

การเจริญเติบโตของกัญชา

ภายหลังปลูกกัญชา 4 สัปดาห์ พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM4 มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด (88.1 ซม.) เมื่อเปรียบเทียบกับกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น แต่กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM7 มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุด (14.2 มม.) ในช่วง 6 สัปดาห์ พบว่า ความสูงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM7 มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุด (20.3 มม.) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น ที่อายุ 8 สัปดาห์ พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM6 และ GM7 มีความสูงของต้นสูงที่สุด (174.0 และ 173.0 ซม.) เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกชนิดอื่น และกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM7 มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงที่สุด

(25.5 มม.) **(Table 3)** ในช่วงแรกกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกต่าง ๆ มีการเจริญเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นดีกว่าที่ปลูกในพีทมอส และเมื่อเก็บเกี่ยวน้ำหนักสดที่ 8 สัปดาห์หลังปลูก พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุ GM6 และ GM7 เจริญเติบโตดีที่สุด **(Figure 1)** เช่นเดียวกับความกว้างทรงพุ่ม (กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM7, GM6 และ GM3 มีค่า 107.7, 101.6 และ 98.8 ซม. ตามลำดับ) จำนวนกิ่ง (กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM6 และ GM7 มีค่า 35.5 และ 33.5 กิ่งต่อต้น ตามลำดับ) และน้ำหนักสดส่วนเหนือดิน (กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM7 มีน้ำหนักสดสูงที่สุด คือ 1371.5 ก. ตามด้วย GM6 1265.9 ก. ในขณะที่กัญชาที่ปลูกในพีทมอสมีน้ำหนักสดเพียง 749.5 ก.) **(Table 4)**

Table 2 Chemical properties of growing media

Growing media	pH (1:5)	EC (dS m^{-1})	OM (g kg^{-1})	Total N (g kg^{-1})	Avail. P (mg kg^{-1})	Extr. K (mg kg^{-1})	Extr. Ca (mg kg^{-1})	Extr. Mg (mg kg^{-1})
GM1	5.42h	0.145g	275.0cd	7.4f	483g	23,217f	1,658f	3,230a
GM2	5.61g	0.357f	281.1c	13.9a	1,506f	133,508a	9,536a	1,552f
GM3	6.05f	0.862d	252.1e	13.5b	3,361e	114,339b	8,167b	2,049de
GM4	6.21e	0.791e	296.0b	11.4d	3,493d	112,047b	8,003b	2,663bc
GM5	6.84b	3.155a	230.1f	13.8a	3,941c	91,601c	6,543c	2,849ab
GM6	6.79c	0.827de	313.2a	9.0e	5,355a	14,921g	1,066g	1,712ef
GM7	7.65a	2.827b	270.6d	12.5c	3,473d	70,589d	5,042d	2,575bc
GM8	7.72a	1.256c	136.8g	6.5g	4,141b	50,473e	3,605e	2,208cd
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V. (%)	4.83	2.49	1.2	7.0	9.82	2.9	2.95	8.49

Remark: Different letters indicate significant differences between treatment means at P ≤ 0.05,

* = significant at P ≤ 0.05.

Figure 1 Effect of growing media on growth of cannabis at 8 weeks after planting transplanting.

Table 3 Effect of growing media on the growth of cannabis at 4, 6 and 8 weeks after planting transplanting

Growing media	Height (cm)			Stem diameter (mm)		
	4 Weeks	6 weeks	8 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
GM1	71.9b	124.8	154.7ab	10.4b	15.8d	18.7c
GM2	79.9ab	117.1	130.1b	11.5ab	15.5d	17.2cd
GM3	84.2ab	128.9	149.8ab	11.3ab	16.7cd	16.9d
GM4	88.1a	132.0	138.0b	11.5ab	17.1bcd	17.5cd
GM5	79.3ab	121.7	149.9ab	11.3ab	14.5d	16.9cd
GM6	74.3ab	126.5	174.0a	10.4b	20.0ab	23.8ab
GM7	79.6ab	123.4	173.0a	14.2a	20.3a	25.5a
GM8	85.0ab	126.0	139.9b	13.7ab	19.4abc	21.8b
F-test	*	ns	*	*	*	*
C.V. (%)	10.8	9.6	10.5	17.0	11.2	7.7

Remark: Different letters indicate significant differences between treatment means at P ≤ 0.05,

* = significant at P ≤ 0.05 and ns = non-significant.

Table 4 Canopy width, number of branch and fresh weight of cannabis at 8 weeks after transplanting

Growing media	Canopy width (cm)	Number of branch (branch/tree)	Fresh weight (g)
GM1	73.1bc	28.8bcd	749.5cd
GM2	76.5bc	29.0bcd	685.4d
GM3	98.8a	28.0bcd	783.6cd
GM4	59.1d	23.0d	717.3d
GM5	69.5cd	29.8abc	622.1d
GM6	101.6a	35.5a	1265.9ab
GM7	107.7a	33.5ab	1371.5a
GM8	84.2b	26.3cd	1059.8bc
F-test	*	*	*
C.V. (%)	10.3	12.9	22.4

Remark: Different letters indicate significant differences between treatment means at P ≤ 0.05,

* = significant at P ≤ 0.05.

ความเข้มข้นธาตุอาหารในพืช

เมื่อนำตัวอย่างใบกัญชามาวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM5, GM6 และ GM7 มีไนโตรเจนสูงที่สุด คือ 31.8, 31.3 และ 30.9 g kg^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่กัญชาที่ปลูกในพีทมอสมีไนโตรเจนเพียง 24.5 g kg^{-1} และเมื่อวิเคราะห์ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในใบกัญชา พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูก GM7 มีฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมดสูง

ที่สุด (Total P = 2.86 g kg^{-1} และ Total K = 30.2 g kg^{-1}) ในขณะที่กัญชาที่ปลูกในพีทมอสมีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดเพียง 1.27 และ 20.8 g kg^{-1} ตามลำดับ **(Table 5)**

นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์แคลเซียมทั้งหมดในใบ พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM4 มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 50.5 g kg^{-1} และมีค่าใกล้เคียงกับกัญชาที่ปลูกในพีทมอสที่มีค่า 49.3 g kg^{-1} ส่วนแมกนีเซียมทั้งหมดในใบ พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM4 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 10.74 g kg^{-1} แต่กัญชาที่ปลูกในพีทมอสมีค่าเท่ากับ 7.20 g kg^{-1} **(Table 5)**

เมื่อนำตัวอย่างใบกัญชามาวิเคราะห์จุลธาตุ พบว่า กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM6 มีแมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งหมดสูง (78.1, 42.1 และ 12.9 mg kg^{-1} ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับกัญชาที่ปลูกในพีทมอสซึ่งมีค่าแมงกานีส สังกะสี และทองแดงทั้งหมดเพียง 14.1, 30.6 และ 5.0 mg kg^{-1} ตามลำดับ ส่วนเหล็กทั้งหมดในใบ พบว่า กัญชาที่ปลูกในพีทมอสมีเหล็กทั้งหมดสูงที่สุด (261.9 mg kg^{-1}) รองลงมาคือกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM6 (181.1 mg kg^{-1}) **(Table 6)**

Table 5 Concentrations of total nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in cannabis leaves

Growing media	Total N (g kg^{-1})	Total P (g kg^{-1})	Total K (g kg^{-1})	Total Ca (g kg^{-1})	Total Mg (g kg^{-1})
GM1	24.5c	1.27f	20.8e	49.3a	7.20b
GM2	28.6b	1.34e	17.8f	29.3b	4.33c
GM3	27.7b	1.31ef	21.1e	31.7b	7.12b
GM4	28.2b	1.51d	22.0d	50.5a	10.74a
GM5	31.8a	0.76g	7.5g	24.3c	7.76b
GM6	31.3a	2.41b	26.2b	33.4b	8.17b
GM7	30.9a	2.86a	30.2a	33.4b	6.55b
GM8	23.9c	1.98c	25.1c	30.9b	7.64b
F-test	*	*	*	*	*
C.V. (%)	3.2	1.88	5.9	5.0	9.0

Remark: Different letters indicate significant differences between treatment means at $P \leq 0.05$,

* = significant at $P \leq 0.05$.

วิจารณ์

สมบัติของวัสดุปลูก

วัสดุปลูกชนิด GM7 และ GM8 มีพีเอชสูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น (7.65 และ 7.72) และมีค่าสูงกว่าระดับที่เหมาะสมในดินที่ปลูกพืช ทั้งนี้พีเอชดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชควรอยู่ในช่วง 5.5 - 7.0 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548; Havlin et al., 2005; Brady and Weil, 2008) เนื่องจากวัสดุปลูกชนิด GM7 และ GM8 มีขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ กากตะกอนมูลไก่ และมูลวัว เป็นส่วนประกอบ มูลไก่เป็นวัสดุที่มีพีเอชสูง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548ก) ส่งผลให้วัสดุปลูกชนิด GM7 และ GM8 มีค่าพีเอชสูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากตะกอนมูลไก่ พบว่า มีค่าการนำไฟฟ้าสูง โดยเฉพาะวัสดุปลูกชนิด GM5 (3.155 dS m^{-1}) มูลไก่เป็นวัสดุที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงประมาณ 7.00 – 7.15 dS m^{-1} (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548ก) เมื่อนำมาผสมเป็นวัสดุปลูกในปริมาณมาก จึงส่งผลให้วัสดุปลูกที่ได้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการปลูกพืช ทั้งนี้ดินทั่วไปที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชควรมีค่าการนำไฟฟ้าของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำน้อยกว่า 2 dS m^{-1} (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548ข; สมศรี, 2542)

วัสดุปลูกทุกชนิดตั้งแต่ GM1 – GM8 มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าค่าที่เหมาะสมของดินเพาะปลูกพืช ซึ่งอยู่ในช่วง 15 – 25 g kg^{-1} (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548ก) เนื่องจากวัสดุที่นำมาผสมเป็นวัสดุอินทรีย์ จึงส่งผลให้วัสดุปลูกมีอินทรียวัตถุสูง วัสดุอินทรีย์ที่นำมาเป็นวัตถุดิบของวัสดุปลูกส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่มีธาตุอาหารพืชสูง เช่น มูลไก่ (N 1-2%, P 1-5% และ K 1-3%) มูลวัว (N 1.3-1.6%, P 0.3-0.5% และ K 1.4-2.1%) (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ทะลายปาล์มน้ำมันหมัก (N ~ 2%, P ~ 2% และ K ~1.4%) (จักรกฤษณ์, 2565) จึงส่งผลให้วัสดุปลูกที่ได้มีธาตุอาหารสูงตามสัดส่วนที่ใช้วัสดุดังกล่าว สอดคล้องกับที่พบว่า GM3 – GM8 มีฟอสฟอรัสสูง เช่นเดียวกับที่มีรายงานว่า การใส่มูลไก่ส่งผลให้ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินเพิ่มขึ้น (Sim, 1997) นอกจากนั้น ในวัสดุปลูกชนิด GM2, GM3 และ GM4 มีโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ **(Table 2)** ดังนั้น การทราบถึงสมบัติ และปริมาณธาตุอาหารพืชในวัสดุอินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตวัสดุปลูกจึงเป็นแนวทางในการคาดคะแนนสมบัติ ตลอดจนสามารถประเมินสัดส่วนการใช้ในการผสมเป็นวัสดุปลูกเพื่อให้มีปริมาณ และสัดส่วนของธาตุอาหารเหมาะสม นอกจากนั้น วัสดุปลูกที่ผสมโดยวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ (GM 2 – GM 8) พบว่า มีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงกว่าพีทมอส ดังนั้น ในการปลูกกัญชาในวัสดุปลูกดังกล่าวจึงอาจลดปริมาณการใช้ปุ๋ยได้ **(Table 2)**

Table 6 Micronutrients in cannabis leaf samples

Growing media	Total Fe (mg kg^{-1})	Total Mn (mg kg^{-1})	Total Zn (mg kg^{-1})	Total Cu (mg kg^{-1})
GM1	261.9a	14.1de	30.6bc	5.0f
GM2	132.7c	13.1e	26.2cd	6.2e
GM3	89.5de	12.3e	17.9e	10.9b
GM4	85.0ef	7.2f	21.3de	8.5c
GM5	75.9g	24.6c	25.7cd	7.4d
GM6	181.1b	78.1a	42.1a	12.9a
GM7	91.7d	35.1b	21.8de	10.9b
GM8	80.7fg	15.7d	31.2b	6.0e
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	1.9	3.7	7.5	2.7

Remark: Different letters indicate significant differences between treatment means at $P \leq 0.05$,

* = significant at $P \leq 0.05$.

การเจริญเติบโตของกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

การใช้วัสดุปลูกชนิด GM6 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่ สัดส่วน 40:30:30 v/v) และ GM7 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่+มูลวัว สัดส่วน 25:25:25:25 v/v) ส่งผลให้ต้นกัญชามีความสูง (174.0 และ 173.0 ซม.) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (23.8 และ 25.5 มม.) ความกว้างทรงพุ่ม (101.6 และ 107.7 ซม.) จำนวนกิ่ง (35.5 และ 33.5 กิ่ง/ต้น) และน้ำหนักสด (1265.9 และ 1371.5 ก.) สูงกว่าการปลูกกัญชาในวัสดุปลูกชนิดอื่นโดยเฉพาะในพีทมอส **(Table 3 และ 4)** กากตะกอนมูลไก่ และมูลวัวเป็นวัสดุที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ รวมถึงโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้สูง รวมทั้งวัสดุปลูกดังกล่าวมีพีเอชและค่าการนำไฟฟ้าที่ไม่สูงมากนัก นอกจากนั้น การใช้กาบมะพร้าวเป็นส่วนผสมก็ยังช่วยในเรื่องการระบายน้ำและอากาศได้ดีขึ้น ทั้งนี้ในวัสดุปลูกหากมีส่วนผสมของวัสดุอินทรีย์ซึ่งโดยทั่วไปมักมีสมบัติอุ้มน้ำได้ดีในปริมาณมาก อาจส่งผลให้วัสดุปลูกอุ้มน้ำดีจนเกินไป และมีข้อจำกัดเรื่องการระบายน้ำและอากาศได้ ดังนั้น จึงส่งผลให้กัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูก GM6 และ GM7 เจริญเติบโต

ได้ดี การใช้ขุยมะพร้าวและกาบมะพร้าวสับ ช่วยให้วัสดุปลูกมีความร่วนซุยและสามารถดูดซับธาตุอาหารไว้ได้ดี สอดคล้องกับการทดลองใช้ขุยมะพร้าวในการปลูกมะเขือเทศ พบว่า การปลูกมะเขือเทศในขุยมะพร้าวร่วมกับการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มธาตุอาหาร ส่งผลให้มีการเจริญเติบโต รวมถึงน้ำหนักสดสูงกว่าการปลูกมะเขือเทศในวัสดุปลูกชนิดอื่น (Xiong et al., 2017) และสอดคล้องกับการทดลองปลูกผักบุ้งในขุยมะพร้าว พบว่า เมื่อปริมาณของขุยมะพร้าวเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผักบุ้งมีการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้น (Khan et al., 2019) และเมื่อมีการเติมสารอินทรีย์ซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นส่วนผสมร่วมก็ยิ่งส่งเสริมให้พืชโตดีขึ้น เนื่องจากในกาบมะพร้าวและขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่มีธาตุอาหารต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) สอดคล้องกับการทดลองใส่มูลวัวร่วมกับมูลไก่ในดินที่มีธาตุอาหารต่ำ พบว่า การใส่มูลวัวร่วมกับมูลไก่ส่งผลทำให้สมบัติทางเคมีทั้งพีเอช ค่าการนำไฟฟ้า และอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น (Roy and Kashem, 2014) ดังนั้น การเติมวัสดุอินทรีย์เพื่อใช้เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารพืชในวัสดุปลูก จึงส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองใช้มูลไก่ร่วมกับมูลวัวในการปลูกข้าวโพดส่งผลให้ข้าวโพดมีความสูง น้ำหนักสดเมล็ด และน้ำหนักฝักสดเพิ่มสูงขึ้น (กริช และคณะ, 2550) และการใช้มูลไก่ร่วมกับมูลวัวทำให้ต้นพริกแดงมีการเจริญเติบโตดี (Yusnaeni et al., 2021)

การดูดใช้ธาตุอาหารของกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

แม้มีการให้สารละลายปุ๋ย A และ B พร้อมน้ำกับกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกต่าง ๆ แต่การปลูกกัญชาในวัสดุปลูก GM6 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่ สัดส่วน 40:30:30 v/v) และ GM7 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่+มูลวัว สัดส่วน 25:25:25:25 v/v) ส่งผลให้กัญชามีการดูดใช้ธาตุอาหารได้สูงขึ้น **(Tables 5 - 6)** เนื่องจากขุยมะพร้าวมีความสามารถในการดูดซับน้ำและธาตุอาหารไว้ได้ดี สอดคล้องกับการทดลองใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกพริกหยวก พบว่า เมื่อใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกส่งผลให้พริกหยวกมีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมได้ดีกว่าการปลูกพริกหยวกในดินร่วน (Tuckeldoe et al., 2023) และสอดคล้องกับการทดลองใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกต้นหงอนไก่ พบว่า เมื่อใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกส่งผลให้มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้น (Awang et al., 2009) นอกจากนั้น วัสดุกากตะกอนมูลไก่และมูลวัวยังใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารให้ต้นกัญชาได้ เพราะทั้งกากตะกอนมูลไก่และมูลวัวมีธาตุอาหารสูง สอดคล้องกับรายงานของ Dikinya and Mufwanzala (2010) ที่ได้วิเคราะห์ธาตุอาหารในมูลไก่ พบว่า มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูง สอดคล้องกับรายงานผลของการวิเคราะห์ธาตุอาหารในมูลไก่ พบว่า มีธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองสูง (Warman, 1986; Duncan, 2005) และพบว่าเมื่อมีการใช้มูลไก่ส่งผลให้พืชมีการดูดใช้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 17 – 38 % (Chescheir et al., 1986) สอดคล้องกับการทดลองการใช้มูลวัวหรือมูลของสัตว์ชนิดอื่นเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช มูลวัวไม่เพียงแต่มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง (Kilande et al., 2011) แต่ยังช่วยในการปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินปลูกให้เหมาะสม (Dauda et al., 2008; Sharafzadeh and Ordookhani, 2011) นอกจากนั้น การใช้มูลไก่และมูลวัวผสมเป็นวัสดุปลูก ส่งผลให้คาร์บอนในดิน ปริมาณไนโตรเจน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออนในดินปลูกเพิ่มขึ้น ส่งเสริมให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารและเจริญเติบโตได้ดี และอาจใช้เป็นแหล่งธาตุอาหารแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชระยะเก็บเกี่ยวสั้นได้ (Dauda et al., 2008; Mishra and Jain, 2013) ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุปลูกชนิด GM6 และ GM7 ส่งผลให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้สูงขึ้น พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น แต่การเลือกใช้วัสดุปลูกชนิด GM6 อาจเป็นทางเลือกในการเลือกใช้ปลูกกัญชา เพราะวัสดุที่ใช้ผสม (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่) มีน้อยชนิดกว่า GM7 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่+มูลวัว) ส่งผลให้ต้นทุนของราคาวัสดุปลูกที่ผสมต่ำกว่า **(Table 1)** และเมื่อเทียบกับพีทพอส พบว่า ต้นทุนในการใช้ GM6 เป็นวัสดุปลูกกัญชาสามารถลดต้นทุนได้ถึง 5 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก

สรุป

วัสดุอินทรีย์ที่พบมากในท้องถิ่นทางภาคใต้ ได้แก่ ทะลายเปล่าปาล์มน้ำมัน ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ กากตะกอนมูลไก่ และมูลวัว เมื่อนำมาผสมในสัดส่วนต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเป็นวัสดุปลูกกัญชาเปรียบเทียบกับพีทมอสซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ พบว่า วัสดุปลูกที่ผสมขึ้นจากวัสดุอินทรีย์ทุกชนิดส่งผลให้กัญชามีการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีเทียบเท่าหรือดีกว่าการใช้พีทมอส

เป็นวัสดุปลูก โดยเฉพาะกัญชาที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิด GM6 (ขุยมะพร้าว+กาบมะพร้าวสับ+กากตะกอนมูลไก่ สัดส่วน 40:30:30 v/v) กัญชามีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และมีปริมาณธาตุอาหารสะสมในพืชใกล้เคียงกับวัสดุปลูกอื่น ๆ ดังนั้น การเลือกใช้วัสดุปลูกชนิด GM6 เป็นวัสดุปลูกกัญชาอาจเป็นทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากส่งผลให้กัญชาโตดีและมีการดูดใช้ธาตุอาหารสูง ดังนั้น การนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่นมาพัฒนาเป็นวัสดุปลูกจึงช่วยให้เป็นการเพิ่มมูลค่า ลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งพบว่า วัสดุ GM6 มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูกถึง 5 เท่า

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548ก. การจัดการดินและพืชเพื่อปรับปรุงดินอินทรียวัตถุต่ำ. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548ข. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า เล่มที่ 2. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

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

กริช สิทธิโชคธรรม, อรุณศิริ กำลัง, จันทร์จรัส วีรสาร, และสุริยา สาสนรักกิจ. 2550. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452. น. 9-16. ใน: การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 4. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ.

จักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2565. เอกสารประกอบการสอนการปลูกพืชไม่ใช้ดิน. สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

จำเป็น อ่อนทอง และจักรกฤษณ์ พูนภักดี. 2560. คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ปริยานุช จุลกะ, พิจิตรา แก้วสอน และปนัดดา จีนประสม. 2557. ผลของการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของกากกาแฟต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 45: 349-352.

มนูญ ศิรินุพงศ์. 2552. การปลูกพืชไม่ใช้ดินสู่การปฏิบัติในประเทศไทย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, ปัตตานี.

ศศินิภา องอาจ, พรไพรินทร์ รุ่งเจริญทอง และศุภชัย อำคา. 2563. ชนิดของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตของแตงเทศ. แก่นเกษตร. 48: 63-68.

สมศรี อรุณินท์. 2542. พืชทนเค็ม. กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. เอกสารคำสอนวิชาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.

สุทิน ทวยหาญ, เกรียงศักดิ์ ไพรวรรณ, รภัสสา จันทาศรี และสำราญ พิมราช. 2556. การศึกษาวัสดุปลูกจากดินผสมที่เหมาะสมสำหรับผักคะน้า. เกษตรพระวรุณ. 10: 117-124.

อานัฐ ตันโช. 2548. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ทรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด, เชียงใหม่.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2538. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

Awang, Y., A. S. Shaharom, R. Mohamad, and A. Selamat. 2009. Chemical and physical characteristics of cocopeat-based media mixtures and their effects on the growth and development of Celosia cristata. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 4: 63-71.

Brady, N. C., and R. R. Weil. 2008. The Nature and Properties of Soils. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

Chescheir, P. W., L. M. Westserman, and J. L. Safley. 1986. Laboratory methods for estimating available nitrogen in manures and sludges. Agricultural Wastes. 18: 175-195.

Dauda, S. N., F. A. Ajayi, and E. Ndor. 2008. Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. Journal of Agriculture and Social Sciences. 4: 121-124.

Dikinya, O., and N. Mufwanzala. 2010. Chicken manure-enhanced soil fertility and productivity: Effects of application rates. Journal of Soil Science and Environmental Management. 1: 46-54.

Duncan, J. 2005. Composting chicken manure. WSU Cooperative Extension, King County Master Gardener and Cooperative Extension Livestock Advisor.

Havlin, J. L., J. D. Beaton, S. L. Tisdale, and W. L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Pearson Education, New Jersey.

Khan, Md.Z., M. D. Era, Md.A. Islam, R. Khatun, A. Begum, and S. M. Billah. 2019. Effect of coconut peat on the growth and yield response of *Ipomoea aquatica*. American Journal of Plant Sciences. 10: 369-381.

Kilande, B. G., J. S. Tenywa, M. Rwakaikara-Silver, and A. Amoding-Katushabe. 2011. Agronomic evaluation of cattle manures for cabbage production: animal gender and physiological conditions. Nepalese Journal of Agricultural Science. 9: 76-89.

Mishra, S., and A. Jain. 2013. Effect of integrated nutrient management on andrographolide content of Andrographis paniculata. Nature and Science. 11: 30-32.

Raviv, M., and J. H. Lieth. 2008. Soilless Culture: Theory and Practice. Elsevier, Amsterdam.

Roy, S., and Md.A. Kashem. 2014. Effects of organic manures in changes of some soil properties at different incubation periods. Open Journal of Soil Science. 4: 81-86.

Sharafzadeh, S., and K. Ordookhani. 2011. Organic and biofertilizers as a good substitute for inorganic fertilizers in medicinal plants framing. Australian Journal of Basic and Applied Science. 5: 1330-1333.

Sim, J. T. 1997. Agricultural and environment issues in management of poultry wastes: resent innovations and long-term challenges. p. 72-90. In: J. E. Rechigel and H. C. Mackanda. Agricultural Uses by Products and Wastes, Washington, D.C.

Tuckeldoe, B. R., K. M. Maluleke, and P. Adriaanse. 2023. The effect of coconut coir substrate on the yield and nutritional quality of sweet peppers (*Capsicum annuum*) varieties. Scientific Reports. 13: 1-14.

Warman, P. R. 1986. The effect of fertilizer, chicken manure and dairy manure on Timothy yield, tissue composition and soil fertility. Agricultural Wastes. 18: 289-298.

Xiong, J., Y. Tian, J. Wang, W. Liu, and Q. Chen. 2017. Comparison of coconut coir, rockwool, and peat cultivations for tomato production: nutrient balance, plant growth and fruit quality. Frontiers in Plant Science. 8: 1-9.

Yusnaeni, I., S. Sumiyati, T. Lion, and R. Nubatonis. 2021. The effect of chicken and cow manure dose combination on the growth and production of red chili (*Capsicum annum* L). Journal of Biological Science and Education. 3: 53-58.