

การทดสอบและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตขิงปลอดโรคในสภาพไร่ Testing Disease-free Ginger Production Technology and Transferring in farm conditions

จิตอาภา จิจุบาล^{1*} ไว อินทะแก้ว² ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์³ และ สนอง จรินทร์²

Jitarpa Jijuban^{1*} Wii Intrakraw² Laddawan Insung³ and Sanong Jarinthorn³

¹ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ตำบลสะเดาะพง อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67270

² ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ตำบลป่าอ้อดอนชัย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

³ สถาบันวิจัยพืชสวน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

¹ Phetchabun Highland Agricultural Research Center, Department of Agriculture, Thailand

² Chiangrai Horticultural Research Center, Department of Agriculture, Thailand

³ Horticulture Research Institute, Department of Agriculture, Thailand

* Corresponding author: Jitapa55@gmail.com

(Received: 16 November 2020; Revised: 6 April 2021; Accepted: 9 April 2021)

Abstract

Increasing threats of ginger from bacterial wilt: *Ralstonia solanacearum*, is impacted to ginger production. The objective of this study was to finding the integrated ginger production system that was produced high yield stability and able to replanted in the same area for farmer's well-being sustainable development. This study evaluated the integrated ginger production technology consist of soil preparation with soil fumigation was mixed with lime and urea fertilizer rate of 800:80 kg/rai or 0.5:5.0 tons/hectare (1:10 ratio). After that, the soil was applied with bioproduct from *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 strain for controlling bacterial wilt of ginger and disease-free rhizomes seeds from tissue culture of ginger three generations (G3, G4 and G5) at Phetchabun Highland Agricultural Research Center during 2016-2020. The rhizomes seed production after planting 11 months was free from bacterial wilt disease. The number of DOA's G3 branches per rhizome (17 branches) was higher than other generation. In contrast, rhizome weight of G3 in DOA technology (433 g/rhizome) was lower than another treatment however DOA's G5

(1,409 g/rhizome) was significantly heavier than farmer’s technology (910 g/rhizome). Total yield of DOA’s technology in G3, G4 and G5 showed 3,248, 10,133 and 10,568 kg/rai, respectively that the yield of DOA’s G5 was significantly higher than farmer method (6,725 kg/rai) or 36.36% increased. The production costs of rhizomes ginger in G3 (28,817 baht/rai) were higher than another treatment due to high - value of seeds prices in this generation. Net income of DOA’s G5 showed the highest of value as 211,360 baht/rai therefore the profit (186,060 baht/rai) also was higher than farmer’s technology or 41.08% profit increased then BCR showed 7.35. During 2019-2020, 19 farmers were established field demonstration by using DOA’s techniques and these knowledges were transferred to 137 farmers for apply in their farming. Diseases-free rhizome seeds (9,040 kg) were planted in 20.1 rai of farmer fields at Khao Kho, Phetchabun. In summary, the disease-free ginger production was shown to increase productivity, decrease unit cost and increase net income and net profit, and BS - DOA 24 strain bioproduct was controlled bacterial wilt in all generations after replanted in the same area.

Keywords: Disease-free ginger, bacterial wilt, BS-DOA 24, *Bacillus subtilis*

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวจากเชื้อ *Ralstonia solanacearum* ของชิง จะแสดงอาการใบเหี่ยวม้วนจากต้นถึงปลายยอด โคนต้นและเหง้ามีลักษณะฉ่ำน้ำ เน่าเปื่อยมีกลิ่นเหม็น เมื่อผ่าหัวหรือต้นจุ่มน้ำจะมีเมือกข้นสีขุ่นขาวคล้ายน้ำมันไหลเป็นทาง อาการทั้งหมดใช้เวลา 5-7 วัน แพร่ระบาดในแปลงปลูกอย่างรวดเร็วด้วยความชื้นและน้ำ ทำความเสียหายอย่างสูงต่อการผลิตและการตลาดของชิง ทุกพื้นที่ปลูกชิงทั้งในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลก เชื้อโรคเหี่ยวจะอาศัยอยู่ทั้งในหัวพันธุ์ชิง ในพืชอาศัยตระกูลชิงและตระกูลมะเขือ อาศัยอยู่ในดินและแปลงปลูก การปลูกชิงของเกษตรกรจึงมีการย้ายพื้นที่ปลูกใหม่ทุกปีเพื่อหลีกเลี่ยงการแพร่ระบาดของโรค แหล่งปลูกชิงส่วนใหญ่อยู่ตามพื้นที่ลาดชันแนวภูเขา จึงก่อเกิดปัญหาการทำลายป่า หนาดินถูกชะล้างพังทลาย สภาพแวดล้อมและโครงสร้างของดินเปลี่ยน ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ เกิดการตกค้างของสารเคมีเป็นพิษต่อดิน น้ำและชุมชน เกิดการต้อยาและระบาดของโรคและแมลง จากปัญหาที่เกิดขึ้น ได้ดำเนินการวิจัยหาแนวทางการปลูกชิงปลอดโรคเหี่ยวอย่างยั่งยืนเพื่อให้เกษตรกรสามารถปลูกชิงซ้ำพื้นที่ได้ ด้วยเทคโนโลยีการผลิตชิงแบบผสมผสาน คือ การฆ่าเชื้อโรคในแปลงปลูกด้วยการหว่านปูนขาวผสมยูเรีย อัตรา 800:80 กิโลกรัม/ต่อไร่ ไกล่บนาน 1 เดือน การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิบัศ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ BS-DOA 24 และการใช้หัวพันธุ์ชิงปลอดโรคที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยปลูกซ้ำแปลงเดิมต่อเนื่อง 3 ปี และปลูกเปรียบเทียบกับการผลิตชิงของเกษตรกรที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ในปี 2559-2563 พบว่า หลังจากปลูก 11 เดือน ผลผลิตชิงทุกรุ่นปราศจาก

โรคเหี่ยว โดยหัวพันธุ์ชิงรุ่น G3 มีจำนวนแ่งต่อเหง้าเฉลี่ยมากที่สุด 17 แ่ง สูงกว่าหัวพันธุ์รุ่นอื่น ๆ มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยต่ำสุด 433 กรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชิงทุกรุ่น ชิง G5 มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยมากที่สุด 1,409 กรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิงที่การผลิตชิงของเกษตรกรซึ่งมีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ย 910 กรัม หัวพันธุ์ชิงรุ่น G3, G4 และ G5 ให้ผลผลิตต่อไร่ 3,248 10,133 และ 10,568 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งชิงรุ่น G5 ที่ปลูกซ้ำแปลงเดิมปีที่ 3 ตามกรรมวิธีของกรมวิชาการเกษตรให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าแปลงปลูกชิงของเกษตรกรที่ได้ผลผลิต 6,725 กิโลกรัม ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากแปลงของเกษตรกรคิดเป็น 36.36% ต้นทุนการผลิตชิงรุ่น G3 มีต้นทุน 28,817 บาท/ไร่ สูงกว่าชิงทุกรุ่นเนื่องจากหัวพันธุ์มีราคาแพงเกษตรกรที่ปลูกชิงรุ่น G5 มีรายได้เฉลี่ย 211,360 บาท/ไร่ ส่งผลให้ได้กำไรสุทธิสูงถึง 186,060 บาท/ไร่ สูงกว่าการผลิตชิงของเกษตรกร คิดเป็น 41.08% ส่งผลให้ค่า BCR สูงสุด 7.35 ปี 2562-2563 ขยายผลและถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดทำเอกสารองค์ความรู้ แปลงต้นแบบศูนย์เรียนรู้ ขยายผลสู่แปลงต้นแบบศูนย์เรียนรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร (ศพก.) เขาค้อ และวิสาหกิจชุมชนบริการองค์ความรู้และศึกษาดูงานในแปลงปลูกแก่เกษตรกร 137 ราย พร้อมทั้งสนับสนุนปัจจัยการผลิต หัวพันธุ์ชิงปลอดโรครุ่น G4 และ G5 น้ำหนัก 9,040 กิโลกรัม ปลูกในพื้นที่ 20.1 ไร่ ของเกษตรกรอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การผลิตชิงโดยใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค ร่วมกับการจัดการดิน และการใช้ BS-DOA 24 จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ปลอดโรค ปลูกซ้ำได้ในพื้นที่เดิม ส่งผลให้เกษตรกรลดต้นทุน และมีรายได้เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ชิงปลอดโรค โรคเหี่ยวเหี่ยว BS-DOA 24 แบบที่เรียกปฏิบัติ

คำนำ

ชิง (*Zingiber officinale*) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae (Shoalb *et al.*, 2016) แหล่งปลูกชิงที่สำคัญในประเทศไทยอยู่เขตพื้นที่สูงภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างปี 2559-2561 มีพื้นที่ปลูกชิงเฉลี่ย 6,486 ไร่ ผลผลิตรวมเฉลี่ย 24,491 ตัน ส่วนใหญ่ส่งออกไปยังต่างประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) การผลิตชิงในประเทศไทย นิยมปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์ (Jayashree *et al.*, 2015) เก็บเกี่ยวผลผลิตได้เมื่อชิงอ่อนอายุ 3 เดือนขึ้นไปจนถึงชิงแก่ อายุ 12 เดือน (สนอง และคณะ, 2558) ปัญหาที่พบคือการระบาดของโรคเหี่ยวในชิง ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum*

(Hayward, 1991) โดยเชื้อสาเหตุโรคสามารถเข้าสู่พืชได้เมื่อเกิดบาดแผล หรืออาจมีการเข้าภายในพืชได้ตามช่องเปิดธรรมชาติของพืช (Meng, 2013) มักมีการระบาดอย่างรวดเร็ว โดยใช้เวลา 5-7 วัน ในการเกิดโรคทั่วทั้งแปลงปลูก (Raghu, 2011) เชื้อนี้สามารถติดไปกับหัวพันธุ์ (rhizome borne) และอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานานเป็นแหล่งของเชื้อที่สำคัญ ทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูก โดยเฉพาะเมื่อมีฝนตกหรือมีการให้น้ำแบบปล่อยในร่อง (Nelson, 2013) โดยเชื้อจะเข้าไปอุดตันในท่อลำเลียงน้ำ ทำให้ต้นชิงที่เป็นโรคแสดงอาการใบเหลืองม้วนงอเหี่ยว (White *et al.*, 2013) เกิดการระบาดทั่วแปลงสร้างความเสียหายต่อผลผลิตมากกว่า 50% (Yu *et al.*, 2003) การปลูกชิง

หนึโรคเหี่ยวของเกษตรกรคือย้ายพื้นที่ปลูกใหม่ทุกปี และใช้หัวพันธุ์จากแหล่งอื่น ซึ่งไม่สามารถป้องกันโรคเหี่ยวได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสาเหตุของโรคเกิดจากหลายปัจจัย (จิตอาภา, 2563)

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตเชิงแบบผสมผสานในสภาพไร่ ตามขั้นตอนการปฏิบัติของกรมวิชาการเกษตร ตั้งแต่ขั้นตอนก่อนการปลูกพืชจนถึงการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การใช้หัวพันธุ์ซึ่งปลอดโรคการทำลายเชื้อในดิน และการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (จิตอาภา, 2563) โดยใช้หัวพันธุ์ซึ่งที่ปลอดเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Kirdmanee *et al.*, 2004) และการปลูกพืชในดินที่ปลอดเชื้อ การอบฆ่าเชื้อในดิน การจัดการดินด้วยการไถยู่เรีย และปุ๋ยขาว เพื่อลดจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (White *et al.*, 2013) ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเหี่ยวในขิง (ณัฐริมา และคณะ, 2547) โดยคลุกหัวพันธุ์ด้วยเชื้อแบคทีเรีย BS-DOA 24 และราดแปลงปลูกในอัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทุกเดือนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 4 เดือน ชุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลง ไรด้วยปุ๋ยขาวผสมยูเรียในอัตราส่วน 800:80 กิโลกรัม/ไร่ เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันโรคเหี่ยวขิงในแปลงปลูกได้ (ณัฐริมา และคณะ, 2551) การใช้หัวพันธุ์ซึ่งปลอดโรค มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบการผลิตเชิงแบบผสมผสาน จึงได้ดำเนินการผลิตหัวพันธุ์ซึ่งปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อรุ่น G1 และ G2 ในปี 2557-2558 (ไฉ และคณะ, 2562) แต่หัวพันธุ์ที่ได้มีขนาดเล็ก ต้นทุนการผลิตยังมีราคาสูง การจะถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปปลูกจะต้องใช้หัวพันธุ์ปริมาณมาก (ลัดดาวัลย์ และคณะ, 2558) จึงนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาปรับใช้ในการผลิตเชิง

ปลอดโรค G3-G5 ในแปลงปลูกเดิมต่อเนื่อง 3 ปี เพื่อให้ได้หัวพันธุ์ซึ่งปลอดโรคและเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับปลูกในสภาพไร่ คือการเตรียมดินโดยใช้ปุ๋ยขาวผสมยูเรียต่อไร่ในอัตรา 800:80 กิโลกรัม และการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ BS-DOA 24 ช่วยลดความเสียหายของผลผลิต ลดต้นทุนซึ่งมีคุณภาพดี มีมาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาด สามารถปลูกซ้ำพื้นที่เดิมได้ ลดความเสี่ยงจากการย้ายพื้นที่ปลูก มีความสะดวกในการจัดการแปลง มีความเป็นอยู่อย่างยั่งยืน ทั้งด้านคุณภาพชีวิตและสภาพแวดล้อม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

หัวพันธุ์ซึ่งปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อรุ่น G3 G4 G5 หัวพันธุ์ซึ่งจากแปลงเกษตรกร วัสดุการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยขาว สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง เชื้อแบคทีเรีย BS-DOA 24 ภาชนะบรรจุ เครื่องมือปลูก ตลับเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องมือเก็บข้อมูล

วิธีการดำเนินการ

การผลิตเชิงปลอดโรคในสภาพไร่

ทดสอบสมมุติฐาน เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มคือ เทคโนโลยีการผลิตเชิงแบบผสมผสานของกรมวิชาการเกษตร เปรียบเทียบกับวิธีการผลิตเชิงของเกษตรกร แบบ Independent t-test โดยมีการดำเนินงานที่แตกต่างกัน ดังนี้

วิธีการใช้เทคโนโลยีการผลิตเชิงแบบผสมผสานของกรมวิชาการเกษตร โดยการใช้หัวพันธุ์ ซึ่งปลอดโรครุ่น G3, G4 และ G5 เตรียมแปลงปลูก โดยการอบดินด้วยปุ๋ยขาวผสมยูเรียในอัตรา 800:80 กิโลกรัมต่อไร่ ไถกลบนา 1 เดือน และใช้เชื้อ

แบคทีเรียปฏิชีวนะ BS-DOA 24 ในการปลูกและระหว่างชิงเจริญเติบโต

วิธีการปลูกของเกษตรกร โดยใช้พันธุ์ชิงแปลงปลูกใหม่จากการปลูกรุ่นต่อรุ่น เตรียมแปลงปลูกในพื้นที่ใหม่ ที่ไม่มีการปลูกชิงมาก่อน และ ไม่ใช้เชื้อ BS-DOA 24 ในการปลูกและระหว่างชิงเจริญเติบโต

การบันทึกข้อมูล

เปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค คุณภาพของหัวพันธุ์ชิง จำนวนแ่งต่อกอ น้ำหนักต่อกอ ผลผลิตต่อไร่ ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ระยะเวลาและสถานที่

เดือนตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2563 ดำเนินการทดลองในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตชิงปลอดโรค G3 G4 และ G5 ในสภาพไร่

คุณภาพของหัวพันธุ์

ลักษณะหัวพันธุ์ชิง G3 G4 และ G5 และชิงจากวิธีการผลิตของเกษตรกร มีความสมบูรณ์ ผิวมัน เนื้อแน่น ตาเต่ง ไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง ไม่พบการระบาดของโรคเหี่ยวจากเชื้อ *R. Solanacearum*

เปอร์เซ็นต์การงอก

ด้านเปอร์เซ็นต์การงอกของชิงหลังปลูกได้ 2 เดือน พบว่า ชิงรุ่น G3 G4 G5 และชิงปลูกตามวิธีของเกษตรกร มีเปอร์เซ็นต์การงอกและมีอัตราการงอกเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละรุ่น โดยผลผลิตชิงตาม

เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรในรุ่น G3 มีอัตราการงอกของตา 92 เปอร์เซ็นต์ รุ่น G4 มี 97 เปอร์เซ็นต์ และรุ่น G5 มี 99 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับชิงของเกษตรกร (98 เปอร์เซ็นต์) การเริ่มงอกของตาเกิดขึ้นจากกระบวนการหายใจและการสูญเสียความชุ่มชื้นอย่างรวดเร็ว (Hayward, 1991) ชิงเป็นพืชวันสั้น ช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตต้องการช่วงแสงยาวเพื่อช่วยในการเจริญของลำต้น หลังจากนั้นต้องการช่วงแสงสั้นเพื่อชักนำให้มีการเจริญเติบโตของหัวใต้ดิน (Smith and Hamill, 1996) อุณหภูมิของดินที่มีความเหมาะสมต่อการงอกอยู่ระหว่าง 25-26 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 27.5 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่สูงกว่า 32 องศาเซลเซียส อาจเป็นสาเหตุทำให้ชิงเกิดอาการใบไหม้ นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำอาจทำให้เกิดการพักตัวของหัวพันธุ์ และการเจริญของหัวใต้ดินที่เหมาะสมควรได้รับแสงในช่วงระยะเวลา 10-16 ชั่วโมง (Fikre and Kifle, 2013)

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ด้านเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคชิง G3 G4 และ G5 ที่ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรและชิงปลูกตามกรรมวิธีเกษตรกร ไม่มีอาการเกิดโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และไม่พบเชื้อสาเหตุในดิน จากการเก็บตัวอย่างพืชและดินส่งวิเคราะห์เชื้อสาเหตุที่หน่วยงานวิจัยแบคทีเรียกลุ่มโรคพืช สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

จำนวนแ่งต่อเหง้า

จำนวนแ่งต่อเหง้าชิงเริ่มลดลงในการปลูกแต่ละรุ่น โดยเริ่มตั้งแต่วรุ่นที่ 3 ที่มีขนาดเล็ก และ

เริ่มขนาดใหญ่มากขึ้นในรุ่นที่ 5 จำนวนแ่งต่อเหง้าชิง G3 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 17 แ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชิง G4 ที่มีจำนวนแ่งเท่ากับ 12 แ่ง และชิง G4 มีจำนวนแ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับชิง G5 ที่มีจำนวนแ่งเฉลี่ยเท่ากับ 7 แ่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบจำนวนแ่งในรุ่นที่ 5 ที่ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร (7 แ่งต่อเหง้า) น้อยกว่าชิงของเกษตรกร

(9 แ่งต่อเหง้า) แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ขนาดของเหง้าที่ได้จากการใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร จะมีขนาดใหญ่กว่าวิธีการผลิตชิงของเกษตรกร ซึ่งผลการทดลองมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Thaveechai *et al.* (1997) ที่แสดงให้เห็นว่าหัวพันธุ์ชิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีการผลิตกอและแ่งได้ในจำนวนที่มากกว่า (Table 1)

Table 1 The total yield and yield components of DOA's technology (G3 G4 and G5 rhizome seed) were compared with farmer's technology in ginger production during 2016-2019.

Yield and Yield Components	DOA's Technology			Farmer's Technology	P-value
	G3	G4	G5	G5	
Sprout germination (%)	92	97	99	98	-
sprouts/rhizome	17	12	7	9	0.055 ^{ns}
Rhizome weight (g/rhizome)	433	1,351	1,409	910	0.002*
Yield (kg/rai)	3,248	10,133	10,568	6,725	-

Remarks: Means followed by the same letter with in a column are not significantly different at 5% level of significance by independent T-test method.

น้ำหนักต่อเหง้า

น้ำหนักของเหง้าชิงที่ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรในรุ่น G3 รุ่น G4 และรุ่นที่ 5 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นในแต่ละรุ่น ซึ่งชิงรุ่น G4 มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ย 1,351 กรัม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชิงรุ่น G3 ที่มีน้ำหนักเหง้าเฉลี่ย 433 กรัม และไม่แตกต่างทางสถิติกับชิงรุ่น G5 ที่มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยมากที่สุด 1,409 กรัม และชิงรุ่น G5 มีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติกับชิงของเกษตรกร ซึ่งมีน้ำหนักต่อเหง้าเฉลี่ย 910 กรัม (Table 1) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า *B. subtilis* ช่วยป้องกันโรคและเพิ่มผลผลิตของชิง เช่นเดียวกับการใช้จุลินทรีย์สามชนิด ได้แก่ *B. subtilis*, *Trichoderma album* และ *Trichoderma hamatum* มีผลในการเพิ่มน้ำหนักของหัวมันฝรั่ง (Abd – El-Khair and Self El-Nasr HI, 2011) นอกจากนี้ชิงรุ่น G3 มีจำนวนแ่งต่อเหง้ามากกว่าชิงรุ่น G4 เมื่อเทียบสัดส่วนจำนวนแ่งต่อ

น้ำหนัก พบว่าแต่ละแ่งมีน้ำหนักน้อยกว่าชิงรุ่น G4 ที่มีจำนวนแ่งน้อยกว่าแต่น้ำหนักต่อแ่งมากกว่า ชิงรุ่น G5 มีจำนวนแ่งชิงน้อยกว่าชิงรุ่น G4 มีน้ำหนักต่อแ่งมากกว่าและไม่แตกต่างกันทางสถิติกับชิงรุ่น G4 แต่มีน้ำหนักต่อแ่งมากกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับชิงที่ปลูกวิธีของเกษตรกร

ผลผลิตต่อไร่

ผลผลิตรวมต่อไร่ของชิงในรุ่น G5 ที่ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตร (10,568 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตได้มากกว่าในรุ่น G4 (10,133 กิโลกรัมต่อไร่) และรุ่น G3 (3,248 กิโลกรัมต่อไร่) ตามลำดับ (Table 1) และให้ผลผลิตมากกว่าชิงของเกษตรกร (6,725 กิโลกรัมต่อไร่) ซึ่งผลผลิตชิงรุ่น G4 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับชิงรุ่น G3 เท่ากับ 67.95 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชิงของเกษตรกร 32.65 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตชิงต่อไร่ที่ปลูกซ้ำแปลงเดิมในปีที่ 3 หรือรุ่น G5 เพิ่มขึ้น 4.12 เปอร์เซ็นต์ รุ่น G4 เพิ่มขึ้น 69.27 เปอร์เซ็นต์ และรุ่น G3 เพิ่มขึ้น 35.42 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่า แบคทีเรีย *B. subtilis* เป็นจุลินทรีย์มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยยับยั้งการเกิดโรคของเชื้อก่อโรคเหี่ยว และช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิตในการเก็บเกี่ยว (Hashem *et al.*, 2019) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kositcharoenkul *et al.* (2014) รายงานว่า การใช้สารชีวภัณฑ์ BS-DOA 24 ช่วยให้ผลผลิตชิงเพิ่มมากกว่า 4,288.03 กิโลกรัมต่อไร่ นอกจากนี้ Wang *et al.* (2019) ประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์สายพันธุ์ *B. subtilis* ที่อยู่บริเวณดินรอบรากของต้นมันฝรั่ง ช่วยส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตในหัวมันฝรั่งได้

ต้นทุนและผลตอบแทนการผลิตชิง

ต้นทุนหลักในการปลูกชิง ได้แก่ ค่าหัวพันธุ์ ค่า BS-DOA 24 ค่าแรงงาน โดยต้นทุนรวมต่อไร่มีมูลค่าสูงสุดในแปลงเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรรุ่น G3 (28,817 บาทต่อไร่) รองลงมา ได้แก่ รุ่น G4 (25,425 บาทต่อไร่) รุ่น G5 (25,300 บาทต่อไร่) และการผลิตชิงด้วยวิธีของเกษตรกร (24,875 บาทต่อไร่) ตามลำดับ (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตชิงแต่ละรุ่นที่ลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับราคาหัวพันธุ์และสัดส่วนผลผลิตที่เพิ่มขึ้น พบว่า ชิงรุ่น G4 มีต้นทุนต่ำกว่ารุ่น G3 เท่ากับ 12 เปอร์เซ็นต์ และชิงรุ่น G5 มีต้นทุนต่ำกว่าชิงรุ่น G4 และชิงที่ปลูกด้วยเทคโนโลยีของเกษตรกร เท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเฉพาะต้นทุนหัวพันธุ์ชิง พบว่า ต้นทุนหัวพันธุ์ชิงของเกษตรกร (10,108 บาทต่อไร่) มีต้นทุนสูงกว่าเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรในรุ่น G3 (6,156 บาทต่อไร่), รุ่น G5 (2,128 บาทต่อไร่) และรุ่น G4 (1,748 บาทต่อไร่) ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรด้วยการใช้ BS-DOA 24 ควบคุมโรคเหี่ยวเหี่ยวในชิง เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตชิงในแต่ละรุ่น แต่ทำให้ปริมาณผลผลิตชิงเพิ่มขึ้น ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นและทำให้มีกำไรเพิ่มมากขึ้น

รายได้รวมต่อไร่ เทียบกับราคากลาง 20 บาทต่อกิโลกรัม พบว่าชิงรุ่น G3 มีรายได้รวมเท่ากับ 64,696 บาท รุ่น G4 เท่ากับ 202,660 บาท รุ่น G5 เท่ากับ 211,360 บาท และรายได้วิธีการผลิตชิงของเกษตรกรเท่ากับ 134,500 บาท เมื่อหักต้นทุนด้านการผลิต พบว่าชิงรุ่น G3 G4 G5 และการผลิตชิงของเกษตรกร มีกำไรสุทธิต่อไร่เท่ากับ 36,143 177,235 186,060 และ 109,625 บาท ตามลำดับ

และมีอัตราส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (BCR) เท่ากับ 1.25 6.97 7.35 และ 4.41 (Table 2) โดยรายได้และผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ของการผลิตขิงในรุ่น G5 ก่อให้เกิดรายได้สูงสุด (211,360 บาทต่อไร่) และสูงกว่าการผลิตขิงของเกษตรกร (134,500 บาทต่อไร่) เพราะผลผลิตขิงที่เพิ่มขึ้นและต้นทุนค่าหัวพันธุ์ที่ลดลง ทำให้ได้กำไรสุทธิได้มากที่สุด (186,060 บาทต่อไร่) ทำให้มีกำไรสุทธิมากกว่าขิงรุ่น G3 (80.57 เปอร์เซ็นต์) G4 (4.74 เปอร์เซ็นต์)

และขิงของเกษตรกร (41.08 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ NdaNmadu (2013) แสดงให้เห็นว่าต้นทุนส่วนใหญ่ของการปลูกขิง ได้แก่ ต้นทุนแรงงาน หัวพันธุ์ ปุ๋ย มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญ ต่อผลลัพธ์ที่ได้พบว่าเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีปลูกขิงแบบผสมผสานมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 18.55 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นค่าแรงงาน (50.57 เปอร์เซ็นต์) และต้นทุนหัวพันธุ์ (30.38 เปอร์เซ็นต์) (Ewuziem and Onyenobi, 2012)

Table 2 The production cost of DOA's technology (G3, G4, and G5 rhizome seed) were compared with farmer's technology in ginger productions during 2016–2019.

Item	DOA's Technology			Farmer's Technology
	G3	G4	G5	G5
Ginger rhizome seed (Baht/rai)	6,156	1,748	2,128	10,108
Material cost (Baht/rai)	13,461	14,477	13,972	9,967
<i>Bacillus subtilis</i> (Baht/rai)	4,400	4,400	4400	-
Labor cost (Baht/rai)	4,800	4,800	4,800	4,800
Total costs (Baht/rai)	28,817	25,425	25,300	24,875
Income (Baht/rai)	64,960	202,660	211,360	134,500
Profit (Baht/rai)	36,143	177,235	186,060	109,625
BCR	1.25	6.97	7.35	4.41

Remarks: DOA's technology = cultivate management, bioproduct from *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 strain and disease

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร

หลังสิ้นสุดการดำเนินงานมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การฝึกอบรม (จำนวน 100 ราย) การพาไปศึกษาดูงาน (จำนวน 37 ราย) และการจัดทำแปลงต้นแบบ ผลการถ่ายทอดเทคโนโลยีพบว่า หลังจากการสิ้นสุดการอบรม เกษตรกรที่เข้ารับการอบรมมีความรู้เรื่อง

การปลูกขิงในพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก ไร่ละ 25 เป็น ไร่ละ 80

จากการศึกษาดูงาน ทำให้เกษตรกรเข้าใจวิธีการจัดการโรคเหี่ยวขิงมากขึ้น ทำให้มีไร่ละ การเกิดโรคเหี่ยวไร่ละ 1-5 จากเดิมที่เป็นโรค ไร่ละ 50 และแปลงต้นแบบมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 4,000 กิโลกรัมต่อไร่ เป็น 8,000 กิโลกรัมต่อไร่

มีรายได้เพิ่มขึ้นในปีที่ 1 เท่ากับ 120,000 บาท ต่อไร่ และปีที่ 2 เท่ากับ 61,460 บาทต่อไร่

สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อแก้ไขปัญหาแก่เกษตรกรผู้ปลูกขิงที่ประสบปัญหาการระบาดของโรคเหี่ยว ทำให้ไม่สามารถปลูกซ้ำพื้นที่เดิมได้ ต้องย้ายพื้นที่ปลูกใหม่ทุกปี การใช้เทคโนโลยีการผลิตขิงแบบผสมผสานช่วยแก้ไขปัญหาการระบาดของโรคเหี่ยวขิงและสามารถปลูกซ้ำได้ในพื้นที่เดิมได้ด้วยวิธีการจัดการแปลงปลูก คืออบดินด้วยปูนขาวผสมยูเรียอัตรา 800:80 กิโลกรัมต่อไร่ การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิบัคซ์ *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 และการใช้หัวพันธุ์ขิงปลอดโรคที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปลูกในแปลงเดิมจนได้รุ่น G3 G4 และ G5 ปลูกเปรียบเทียบับวิธีการผลิตขิงของเกษตรกรที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ปี 2558-2563 พบว่า การใช้เทคโนโลยีการปลูกแบบผสมผสานสามารถปลูกขิงซ้ำพื้นที่ต่อเนื่อง 5 ปี โดยผลผลิตขิงทุกรุ่นหลังจากปลูก 11 เดือน มีคุณภาพปราศจากโรคเหี่ยว การปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ขิงรุ่น G4 และ G5 จะให้ผลผลิตต่อไร่ 10,133 และ 10,568 กิโลกรัม สูงกว่าแปลงปลูกขิงของเกษตรกรที่ได้ผลผลิต 6,725 กิโลกรัม และมีรายได้เพิ่มสูงกว่ากรรมวิธีเกษตรกร โดยขิงรุ่น G5 มีรายได้เฉลี่ย 211,360 บาทต่อไร่ ส่งผลให้ได้กำไรสุทธิสูงถึง 186,060 บาทต่อไร่ สูงกว่าการปลูกตามกรรมวิธีเกษตรกร คิดเป็น 41.08 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น การปลูกขิงตามขั้นตอนนี้สามารถปลูกซ้ำในพื้นที่เดิม หรือปรับใช้วิธีการโดยปลูกสลับหมุนเวียนกับพืชชนิดอื่น ปีต่อปีในพื้นที่เดิม เป็นแนวทางช่วยให้เกษตรกรมีความสะดวกในการดำเนินกิจกรรมในแปลงปลูก คาดว่าผลที่ได้รับ

จะได้ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้คือ เกษตรกรสามารถผลิตขิงที่มีคุณภาพในพื้นที่เดิมโดยปราศจากโรคเหี่ยวได้ ช่วยลดพื้นที่การปลูกขิงในพื้นที่ใหม่ ได้มากกว่า 2,000 ไร่ ช่วยให้เกษตรกรมีความสะดวกในการจัดการแปลงปลูก ลดต้นทุน ลดความเสี่ยงจากความสูญเสียจากการเกิดโรคขิง มีผลผลิตและรายได้เพิ่ม รวมถึงได้ช่วยฟื้นคืนสภาพแวดล้อมบนพื้นที่สูงให้มีความยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- จิตอาภา จิจุบาล. 2563. ปลูกขิงซ้ำพื้นที่เดิม. หนังสือพิมพ์กสิกร. 93(5): 65-73.
- ณัฐธิมา โฆษิตเจริญกุล รัศมี จิตติเกียรติพงศ์ และบุษราคัม อุดมศักดิ์. 2551. พัฒนาสูตรสำเร็จแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ควบคุมโรคเหี่ยวขิง. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2551. กลุ่มวิจัยโรคพืช, สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.
- ณัฐธิมา โฆษิตเจริญกุล วงศ์ บุญสืบสกุล อรพรรณ วิเศษสังข์ และทัศนาวพร ทศคร. 2547. การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเชื้อ *Bacillus* spp. ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงและมะเขือเทศ. น. 115-126 ในรายงานผลการวิจัยประจำปี 2547. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์ บุรณี พัววงษ์แพทย์ จิตอาภา ชมเชย ศศิธร วรปิตรีงสี สนอง จรินทร์ ไว อินตะแก้ว เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข พรอนันต์ แข็งขัน สุรชาติ คูอาริยะกุล วิมล แก้วสีดา ทัศนีย์ ดวงแย้ม ณัฐธิมา โฆษิตเจริญกุล และสุภา สุขโชคกุล. 2558. รายงานโครงการวิจัยการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ. แหล่งข้อมูล <http://www.doa.>

- go.th/research/attachment.php?aid=2152. (5 เมษายน 2563).
- ไว อินต๊ะแก้ว ณีภูริมา โฆษิตเจริญกุล จิตอาภา จิจุบาล ศิริลักษณ์ พุทธวงค์ ทิพย์ดรุณี สิทธินาม สอนอง จรินทร์ และลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์. 2562. โครงการวิจัยพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตชิงคุณภาพ. รายงานโครงการวิจัยเรื่องเต็ม. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
- สอนอง จรินทร์ ทศนีย์ ดวงแย้ม บุรณีย์ พัววงษ์แพทย และลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์. 2558. การศึกษาระยะปลูกของชิงจากต้นกล้าและหัวพันธุ์ชิงปลอดโรคเพื่อผลิตหัวพันธุ์ชิง (mini rhizome) และชิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน. แหล่งข้อมูล <http://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/201911> (29 กันยายน 2563).
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการส่งออก (Export) ชิงแห้งและชิงสด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. แหล่งข้อมูล http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (29 กันยายน 2563).
- Abd-El-Khair, H. and H.I. Self El-Nasr. 2011. Applications of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* spp. for controlling the potato brown rot in field. Arch PhytopatholPflanzenschutz 45(1): 1-15.
- Ewuziem, J.E. and V.O. Onyenobi. 2012. Cost and return analysis of ginger production in the Guinea Savannah of Nigeria. J. Trop. Agric. Food. Sci. 10(2): 26-36.
- Fikre, T. and A. Kifle. 2013. Ginger (*Zingiber Officinale* Rosec.): Production, postharvest handling, processing and marketing-a comprehensive extension package manual. FARM AFRICA, Ethiopia Country Office.
- Hashem, A., B. Tabassum and E. Fathi Abd Alldh. 2019. *Bacillus subtilis*: a plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. Saudi. J. Biol. Sci. 26: 1291-1297.
- Hayward, A.C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Ann. Rev. of Phytopathology 29: 65-87.
- Jayashree, E., K. Kandiannan, D. Prasath, P. Rashid, B. Sasikumar, C.M.K. Senthil, V. Srinivasan, R.B. Suseela and C.K. Thankamani. 2015. Ginger. ICAR-Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, Kerala, India.
- Kirdmanee, C., K. Mosaleeyanon and M. Tanticharoen. 2004. A Novel approach of bacteria-free rhizome production of ginger through biotechnology. Acta Hortic. 629: 457-461.
- Kositcharoenkul, N., B. Puawongphat, T. Kanhayart and R. Tongkreg. 2014. Development of bioproduct of *Bacillus subtilis* BS-DOA 24 strain for controlling bacterial wilt of ginger. In Annual Report of Plant Protection Research and Development Office, Department

- of Agriculture in 2004. Thai Agric. 32(3): 234-251.
- Meng, F. 2013. *Ralstonia Solanacearum* species complex and bacterial wilt disease. J. Bacteriol. Parasitol. 4: 2.
- NdaNmadu, J. 2013. Efficiency of ginger production in selected local government areas of Kaduna State, Nigeria. IJFAEC 1(2): 39-52.
- Nelson, S. 2013. Bacterial wilt of edible ginger in Hawaii. Plant Disease. Department of Plant and Environmental Protection Sciences.
- Raghu, S. 2011. Studies on management of rhizome wilt of ginger with special reference to *Ralstonia solanacearum* (E.F. Smith) Yabuuchi *et al.* Master of Science (Agriculture) in Plant Pathology. University of Agricultural Sciences, Dharwad, Karnataka, India.
- Shoab, M., A. Shehzad, M.S. Butt, M. Saeed, H. Raza, S. Niazi, I.M. Khan and A. Shakeel. 2016. An overview: ginger, a tremendous herb. J. glob. innov. agric. soc. sci. 4(4): 172-187.
- Smith, M.K. and S.D. Hamill. 1996. Field evaluation of micropropagated and conventionally propagated ginger in subtropical Queensland. Aust J Exp Agric 36: 347-354.
- Thaveechai, N., O. Sahavacharin, C. Sagwansupyalorn and P. Rama Raj. 1997. Effect of planting material on growth and seed rhizome yield of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). Kasetsart Journal (Natural Sciences) (Thailand) 31(4): 445-451.
- Wang, Z, Y. Li, L. Zhuang, Y. Yu, J. Liu, Z. Lixia, G. Zhenjiang, W. Yufeng, G. Wa, D. Guo-chun and W. Qi. 2019. A Rhizosphere-derived consortium of *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* suppresses common scab of potato and increases yield. Comput. Struct. Biotechnol. J 17: 645-653.
- White, F., S. Motomura, S. Miyasaka and B.A. Kratky. 2013. A Simplified method of multiplying bacterial wilt-free edible ginger (*Zingiber officinale*) in pots. Plant Disease. College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawai au Manoa.
- Yu, Q., A.M. Alvarez, P.H. Moore, F. Zee, M.S. Kim, A. de Silva, P.R. Hepperly and R. Ming. 2003. Molecular diversity of *Ralstonia solanacearum* isolated from ginger in Hawaii. Phytopathology 93(9): 1124-1130.