

การศึกษาระยะปลูกของชিংจากต้นกล้าและหัวพันธุ์ชিংปลอดโรคเพื่อผลิตหัวพันธุ์ชিং (minirhizome)

และชিংปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน

Study of Spacing on Ginger Plantlet for Disease Free Rhizome Under Greenhouse Production

นายสนอง จรินทร์^{1/}

นางสาวทัศนีย์ ดวงแยม^{1/}

นางสาวบุรณีย์ พัวพงษ์แพทย์^{2/}

นางลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์^{3/}

.....

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะปลูกที่เหมาะสมของชিংจากต้นกล้าและหัวพันธุ์ชিংปลอดโรคในสภาพโรงเรือน ดำเนินการทดลองตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2558 ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ. เชียงราย โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธีคือ ระยะปลูก 5 x 5 ซม., 5x10 ซม., 10x10 ซม. และ 10x15 ซม. จากผลการทดลองในปีที่ 1 (56/57) การผลิตหัวพันธุ์ชিংปลอดโรค(G0) โดยนำต้นกล้าชিংจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือน พบว่า ระยะปลูก 10x15 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ชিং(minirhizome)ปลอดโรคจากต้นกล้าในสภาพโรงเรือน เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุด โดยมีน้ำหนักแห้งต่อกอเท่ากับ 87.58 กรัม และน้ำหนักรวมทั้งหมดต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 50.30 กิโลกรัม มีจำนวนต้นต่อกอเท่ากับ 11.65 ต้น ในปีที่ 2 (57/58) นำหัวพันธุ์ (minirhizome) ที่ได้จากการทดลองในปีที่ 1 มาปลูกในโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธีคือ ระยะปลูก 15 x 15 ซม., 15x20 ซม., 20x20 ซม. และ 20x25 ซม. พบว่า ระยะปลูก 20x25 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ชিংปลอดโรค เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักแห้งต่อกอ เท่ากับ 89.44 กรัม และน้ำหนักของผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 33.10 กิโลกรัม

1/ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000

2/ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

3/ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

คำนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae ขยายพันธุ์ด้วยลำต้นใต้ดิน (rhizome) นิยมนำมาใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพร แหล่งปลูกที่สำคัญคือ ประเทศไทย อินเดีย จีน ไต้หวัน ออสเตรเลีย และไนจีเรีย (รุ่งนภา, 2555; Kambaska and Santilata, 2009; Kirdmanee, 2004) ส่วนในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเพชรบูรณ์ เลย เชียงราย และพะเยา ขิงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการส่งออก โดยมีตลาดรับซื้อที่สำคัญคือประเทศปากีสถาน ญี่ปุ่น และเนเธอร์แลนด์ โดยในปี พ.ศ. 2557 มีปริมาณการส่งออก 26,802 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,249 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกขิงคือสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,500 เมตร ขึ้นส่วนที่นำมาปลูกจะมีความยาวประมาณ 2.5 -5.0 เซนติเมตร หรือหนักประมาณ 20-25 กรัม มีตาที่สมบูรณ์ 1-2 ตา (Jayashree et al, 2014) โดยการปลูกขิงสามารถเก็บเกี่ยวได้สองระยะคือ ระยะขิงอ่อน อายุ 4-6 เดือน และขิงแก่ อายุ 8-12 เดือน

อย่างไรก็ตาม การปลูกขิงของเกษตรกรมักประสบปัญหาการเกิดโรคเหี่ยว ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* (Race 4, Biovar 3) โดยจะเข้าสู่พืชเมื่อเกิดบาดแผลโดยเฉพาะแผลที่รากหรือตามช่องเปิดธรรมชาติของพืช (Meng, 2013) เชื้อนี้สามารถติดไปกับหัวพันธุ์ (rhizome born) และอาศัยอยู่ในดิน (soil born) ได้เป็นเวลานาน ทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูก โดยเฉพาะเมื่อมีฝนตกหรือมีการให้น้ำแบบปล้່อยในร่อง (Kumar, Sarma and Anandaraj, 2004; Mahanta and Tanmay, 2013; Nelson, 2013) ซึ่งสร้างความเสียหายถึง 10-40 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื่อดังกล่าวจะเข้าไปอุดตันในท่อน้ำ ทำให้ต้นขิงที่เป็นโรคจะแสดงอาการใบเหลืองและน้ำตาลในเวลาต่อมา จากนั้นใบจะม้วนงอ เนื่องจากการตายของเนื้อเยื่อ และเกิดอาการเหี่ยวในที่สุด (White et al., 2013 and Yang et al., 2012) เมื่อเริ่มพบการระบาดเกษตรกรจะรีบขุดหัวทิ้งที่ยังไม่ครบอายุเพื่อจำหน่าย เมื่อมีการส่งออกไปยังต่างประเทศและมีการขนส่งระยะทางไกล หัวขิงที่เป็นโรคจะมีแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงปลายทางทำให้ไม่สามารถขายได้ และในส่วนของ การจำหน่ายในรูปหัวพันธุ์ เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ยังเป็นศัตรูพืชที่สำคัญทางกักกันพืช ถ้าพบว่าติดไปกับหัวพันธุ์ที่ส่งออก หัวพันธุ์เหล่านั้นจะถูกเผาทำลายทันที

การใช้หัวพันธุ์ขิงที่ปลอดโรค จึงนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการผลิตหัวพันธุ์ในแปลงทั่วไปมักจะมีการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรียอยู่เสมอ (Hayden, 2004; Hepperly, 2004) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออีกเป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการขยายพันธุ์ขิงเพื่อให้ได้ต้นจำนวนมากและปลอดจากเชื้อโรคได้ (Nkere and Mbanaso, 2010; Yepthomi and Maiti, 2014) ซึ่งจากการศึกษาของ Kirdmanee et al (2004) พบว่า การปลูกขิงโดยใช้หัวพันธุ์ที่ปลอดจากเชื้อแบคทีเรียซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เปรียบเทียบกับหัวพันธุ์ที่ได้จาก

การปลูกในแปลง มีอัตราการรอดตาย 100 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ White et al. (2013) ปลูกชิงโดยใช้ชิ้นส่วนที่ปลอดโรคลงในกระถางขนาด 7 แกลลอน ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณชิงได้ 10 เท่า งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะการปลูกของชิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แล้วนำมาปลูกในวัสดุปลูกที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อเพื่อผลิตหัวพันธุ์ชิง (minirhizome) ที่ปลอดโรคในสภาพโรงเรือน

วิธีดำเนินการ

วิธีการ

แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี โดยแบ่งการดำเนินการทดลองเป็น 2 ปี คือ ปีที่ 1 (2556/57)

- กรรมวิธีที่ 1 ระยะปลูก 5 x 5 ซม.
- กรรมวิธีที่ 2 ระยะปลูก 5 x 10 ซม.
- กรรมวิธีที่ 3 ระยะปลูก 10 x 10 ซม.
- กรรมวิธีที่ 4 ระยะปลูก 10 x 15 ซม.

ปีที่ 2 (2557/58)

- กรรมวิธีที่ 1 ระยะปลูก 15 x 15 ซม.
- กรรมวิธีที่ 2 ระยะปลูก 15 x 20 ซม.
- กรรมวิธีที่ 3 ระยะปลูก 20 x 20 ซม.
- กรรมวิธีที่ 4 ระยะปลูก 20 x 25 ซม.

วิธีปฏิบัติทดลอง

ปีที่ 1 2556/57

1. ทำการขยายต้นพันธุ์ชิงจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการ
2. เมื่อต้นชิงสมบูรณ์ จึงย้ายจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไปปักชำในถาดเลี้ยงต้นกล้า
3. เมื่อชิงอายุ 1 เดือนจึงทำการปลูกต้นกล้าชิงตามกรรมวิธีทดลองในกระถางปลูกที่เตรียมไว้ภายในโรงเรือนงดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 อาทิตย์ และเก็บเกี่ยวเมื่อชิงอายุ 9 เดือน
4. บันทึกข้อมูลการเจริญโต ด้านความสูง และข้อมูลผลผลิตเมื่อเก็บเกี่ยว ได้แก่ จำนวนต้น/กอ จำนวนแ่ง/พื้นที่ ผลผลิต(กก.)/พื้นที่ เป็นต้น

ปีที่ 2 2557/58

เตรียมหัวพันธุ์(minirhizome) ที่ได้จากการทดลองในปีที่ 1 ปลูกตามกรรมวิธีในแปลงปลูกในวัสดุที่ฆ่าเชื้อแล้ว รองกันหลุมด้วยปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 100 กก./ไร่ ปุ๋ยคอก 200 กก./ไร่ เมื่อชิงอายุได้ 3 และ 6 เดือน หลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กก./ไร่ พนสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น งดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 อาทิตย์ และเก็บเกี่ยวเมื่อชิงอายุ 9 เดือน

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2556 สิ้นสุด กันยายน 2558

ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปีที่ 1 (2556/2557)

เมื่ออายุครบ 9 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักแห้งต่อกอมากที่สุด คือ 87.58 กรัม รองลงมาคือ ระยะ 10x10, 5x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีน้ำหนักแห้งต่อกอ 66.33, 46.65 และ 40.20 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 50.30 กิโลกรัม รองลงมาคือ ระยะ 5x10, 10x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 48.95, 48.55 และ 46.15 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

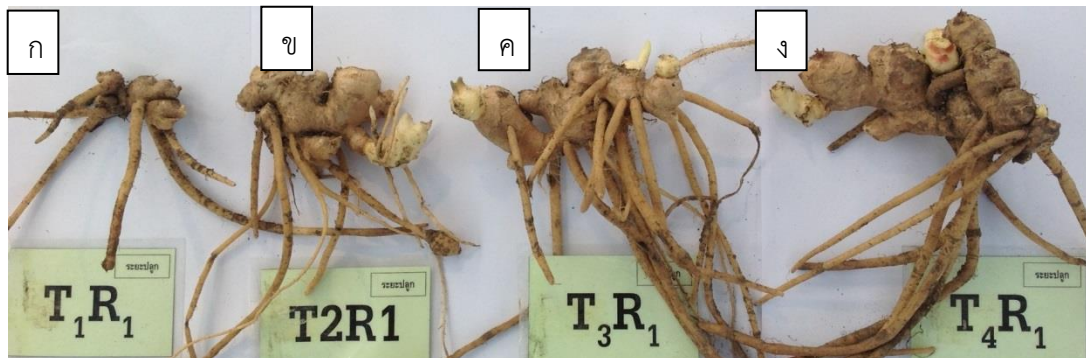
ด้านจำนวนแห้งต่อพื้นที่ พบว่า การปลูกต้นกล้าชิงในระยะ 5x5 เซนติเมตร มีจำนวนแห้งต่อพื้นที่ (10 ตร.ม.) มากที่สุด คือ 3,286 แ่ง รองลงมาคือ ระยะ 5x10, 10x10, 10x15 เซนติเมตร มีจำนวนแห้งต่อพื้นที่ 3,241.6, 1,609 และ 1,312 แ่ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด คือ 11.65 ต้น รองลงมาคือ ระยะ 10x10, 5x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอ 9.73, 9.50 และ 9.36 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

จากผลการทดลองในปีที่ 1 (56/57) พบว่า ระยะปลูก 10x15 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ชิง(minirhizome)ปลอดโรคจากต้นกล้าในสภาพโรงเรือน เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งจำนวนแห้งต่อพื้นที่ จำนวนต้นต่อกอ และน้ำหนัก(กรัม)แห้งต่อกอ

ตารางที่ 1 ผลผลิตของหัวพันธุ์ชิงปลอดโรคที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน (ปีเพาะปลูก 2556/57)

กรรมวิธี	น้ำหนัก(กรัม) ของแง่ง/กอ	น้ำหนักรวม(กก.)/ พื้นที่ 10 ตร.ม.	จำนวนแง่ง/ พื้นที่ 10 ตร.ม.	จำนวนต้น/กอ
ระยะปลูก 5x5 ซม.	40.20 c	46.15	3,286.0 a	9.36 b
ระยะปลูก 5x10 ซม.	46.65 c	48.95	3,241.6 b	9.50 b
ระยะปลูก 10x10 ซม.	66.33 b	48.55	1,609.0 c	9.73 b
ระยะปลูก 10x15 ซม.	87.58 a	50.30	1,312.0 d	11.65 a
F-test	**	ns	**	*
CV(%)	9.6	18.4	7.3	11.8

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 1 ลักษณะหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ที่ได้จากการใช้ต้นพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือน ด้วยระยะปลูก 5x5 ซม. (ก) , 5x10 ซม.(ข) , 10x10 ซม. (ค) และ 10x15 ซม. (ง)

ปีที่ 2 (2557/2558)

งานทดลองในปีที่ 2 (57/58) เมื่อขิงอายุ 9 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า น้ำหนักของแง่งต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอ มากที่สุด คือ 89.44 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ ระยะปลูกอื่นๆ รองลงมา คือ ระยะปลูก 20x20 มีน้ำหนักแง่งต่อกอ 80.28 กรัม ส่วนระยะปลูก 15x20 และ 15x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอน้อยที่สุด คือ 63.64 และ 55.96 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร ในระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 33.1 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูกอื่นๆ รองลงมาคือ ระยะปลูก 20x20 มี

น้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 25.3 กิโลกรัม ส่วนระยะปลูก 15x20 และ 15x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่น้อยที่สุด คือ 20.6 และ 17 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ด้านจำนวนแ่งต่อพื้นที่ พบว่า การปลูกต้นกล้าขิงในระยะ 15x15 เซนติเมตร มีจำนวนแ่งต่อพื้นที่ (10 ตร.ม.) มากที่สุด คือ 1,227 แ่ง รองลงมาคือ ระยะ 15x20, 20x20, 20x25 เซนติเมตร มีจำนวนแ่งต่อพื้นที่ 1,099, 985 และ 807 แ่ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 15x20 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด คือ 10.69 ต้น รองลงมาคือ ระยะ 20x20, 20x25 และ 15x15 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอ 9.48, 8.52 และ 7.10 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จากผลการทดลองในปีที่ 2 (57/58) พบว่า ระยะปลูก 20x25 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ขิง(minirhizome)ปลอดโรคจากต้นกล้าในสภาพโรงเรือน เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักของผลผลิตรวม(กิโลกรัม)ต่อพื้นที่ และน้ำหนัก(กรัม)แ่งต่อกอ สอดคล้องกับงานวิจัยศึกษาระยะปลูกหัวพันธุ์ขิงของ B.R.Sharma et al., 2011 ในประเทศอินเดีย พบว่า ระยะปลูกยิ่งเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามด้วย ในขณะที่เดียวกันเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเป็นไปในทิศทางตรงข้าม และระยะปลูกที่เหมาะสมที่ให้ผลผลิตสูงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำ คือ ระยะ 25 x30 ซม.

ตารางที่ 2 ผลผลิตของหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน (ปีเพาะปลูก 2557/58)

กรรมวิธี	น้ำหนัก(กรัม) ของแ่ง/กอ	น้ำหนักรวม(กก.)/ พื้นที่ 10 ตร.ม.	จำนวนแ่ง/ พื้นที่ 10 ตร.ม.	จำนวนต้น/กอ
ระยะปลูก 15x15 ซม.	55.96 c	17.0 b	1,227 a	7.10
ระยะปลูก 15x20 ซม.	63.64 c	20.6 b	1,099 ab	10.69
ระยะปลูก 20x20 ซม.	80.28 b	25.3 ab	985 b	9.48
ระยะปลูก 20x25 ซม.	89.44 a	33.1 a	807 c	8.52
F-test	**	*	**	ns
CV(%)	7.9	29.5	10.2	11.8

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 ลักษณะหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G0) ที่ได้จากการใช้หัวพันธุ์ (minirhizome) มาปลูกในโรงเรือน ด้วยระยะปลูก 15x15 ซม. (ก) , 15x20 ซม.(ข) , 20x20 ซม. (ค) และ 20x25 ซม. (ง)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค(G0)โดยใช้ต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือน พบว่า ระยะปลูก 10x15 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ผลผลิตมากที่สุด โดยมีน้ำหนักแห้งต่อกอเท่ากับ 87.58 กรัม และน้ำหนักรวมทั้งหมดต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 50.30 กิโลกรัม
2. การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค(G0)โดยใช้หัวพันธุ์ (minirhizome) ที่ได้จากการทดลองในปีที่ 1 มาปลูกในโรงเรือน พบว่า ระยะปลูก 20x25 ซม. เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักแห้งต่อกอ เท่ากับ 89.44 กรัม และน้ำหนักของผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 33.10 กิโลกรัม
3. การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G0)จากต้นกล้าและจากหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ในสภาพโรงเรือน พบว่า ระยะปลูกระหว่างต้นและระหว่างแถวมาก จะให้ผลผลิตและน้ำหนักแห้งสูงกว่าระยะปลูกถี่
4. คำแนะนำการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคในโรงเรือนจากต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และจากหัวพันธุ์ (minirhizome) ควรใช้ระยะปลูก 10x15 และ 20x25 ซม. ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

รุ่งนภา เรืองโรจน์. 2555. เทคนิคการเพิ่มผลผลิตขิง. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการส่งออก (Export) ขิงแห้งและขิงสด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออก รายเดือน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://www.oae.go.th/oae_report/export_import/export_result.php. (26 พฤษภาคม 2558)

- B.R.Sharma et al. 2011. Influence of plant spacing, seed rhizome size and cultivars on the incidence of rhizome rot and wilt disease complex of ginger. *Journal of Horticulture and Forestry* Vol. 4 (12): 105-107.
- Hayden, A. L., L. A. Bringham and G.A. Giacomelli. 2004. Aeroponic cultivation of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. *Acta Hort.* 659: 397-402.
- Hepperly et al. 2004. Producing bacterial wilt-free ginger in greenhouse culture. *Soil and Crop Management. Cooperative Extension Service College of Tropical Agriculture and Human Resource. University of Hawaii au Manoa.*
- Jayashree et al. 2014. Ginger. *Indian Council of Agricultural Research-Indian Institute of Spices Research Kozhikode, Kerala.*
- Kambaska, K.B. and S. Santilata. 2009. Effect of plant growth regulator on micropropagation of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) cv- Suprava and Suruchi. *Journal of Agricultural Technology.* 5 (2): 271-280.
- Kirdmanee, C., K. Mosaleeyanon and M. Tanticharoen. 2004. A Novel approach of bacteria-free rhizome production of ginger through biotechnology. *Acta Hort.* 629.
- Kumar, A., Y. R. Sarma and M. Anandaraj. 2004. Evaluation of genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt of ginger using REP-PCR and PCR-RFLP. *Current Science.* 87 (11).
- Mahanta, J. and T. Samajdar. 2013. Diseases of ginger Krish Vigyan Kendra, Tura ICAR RC for NEH Region. Sangsangiri, West Garo Hills Region.
- Meng, F. 2013. *Ralstonia Solanacearum* species complex and bacterial wilt disease. *Bacteriology & Parasitology.* 4: 2.
- Miyasaka, S. 2012. Control of bacterial wilt disease of ginger through an integrated pest management program. *Sustainable Agriculture Research and Education. Annual Report.*
- Nelson, S. 2013. Bacterial wilt of edible ginger in Hawai'i. *Plant Disease. Department of Plant and Environmental Protection Sciences.*
- Nkere, C. K. and E. N. A. Mbanaso. 2010. Optimizing concentrations of growth regulators for *in-vitro* ginger propagation. *Journal of Agrobiology.* 27 (2): 61-65.
- Rahman, H., R. Karuppaiyam, K. Kishore and R. Denzongpa. 2009. Traditional practices of ginger cultivation in Northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge.* 8 (1): 23-28.

- 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.
- Yang et al. 2012. Effects of two different soil amendments on the biocontrol efficacy of biological control agents (BCA) against Ralstonia wilt on ginger. African Journal of Biotechnology. 11(39): 9383-9390.
- Yeptom, G. I. and C. S. Maiti. 2014. In Vitro multiplication for disease free healthy seed rhizome production of ginger (*Zingiber Officinale*). IJBRTISH. 1 (4) NOV-DEC.