# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์

## ส่วนที่ 1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของดิน ลักษณะของเชื้อราชีวภัณฑ์ *Trichoderma* sp. ที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราสาเหตุโรค และชนิดของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับถั่วเหลือง

### 1. คุณสมบัติทางเคมีของดิน

จากการวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดินในแปลงทดลอง พบว่าระดับความเป็นกรด-ด่างของดินทั้งในแปลงไม่ควบคุม และแปลงที่มีการใช้ Solarization มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 5 - 6 มีระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารไนโตรเจนทั้งในแปลงไม่ควบคุม และแปลงที่มีการใช้ Solarization เฉลี่ยประมาณ 0.07 % ตรวจพบความแตกต่างของธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ และธาตุอาหารโพแทสเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ของดินในแปลงที่มีการใช้ Solarization มีค่าสูงกว่า แปลงไม่ควบคุม คือ มีค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 508.47 ppm. และมีค่าโพแทสเซียมเท่ากับ 81 ppm. ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmad *et al.* (1998) โดยพบว่าผลของการใช้ Solarization จะช่วยในการเพิ่มสารอาหารจำเป็นตั้งแต่เริ่มคลุมพลาสติกทำให้ปริมาณธาตุอาหาร K เพิ่มสูงขึ้น 22.4 mg ($kg^{-1}$) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ N และส่งผลกระทบน้อยมากกับค่า pH ส่วนงานทดลองของ Chauhan *et al.* (1988) ได้ศึกษาผลของ Solarization ต่อ pigeonpea และ chickpea พบว่า อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 0-20 ซม. เพิ่มขึ้น 6-10 °C ทำให้ปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้น และสามารถลดปริมาณเชื้อราฟิวซาเรียมและไส้เดือนฝอยรวมไปถึงวัชพืชได้ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 1** คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของ แปลง Solarization และแปลง B7 และ B8 ที่ไม่ควบคุมโรค

| แปลง | pH | N (%) | P ที่เป็นประโยชน์ได้ | K ที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ |
|---|---|---|---|---|
| Solarization | 5.58 | 0.068 | 508.5 | 81.0 |
| B7 | 5.55 | 0.068 | 284.0 | 51.0 |
| B8 | 5.58 | 0.074 | 205.5 | 64.3 |

หมายเหตุ P: Bray II

K: ammonium acetate in pH 7

**2. ลักษณะของเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp.**

เชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. จัดเป็นเชื้อราที่อยู่ใน Form-order Moniliales เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ใช้นี้ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคทางดินของถั่วเหลืองได้ โดยเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* sp. จำนวน 2 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นชนิดเดียวกันกับที่มีอยู่ในดินด้วย ซึ่งเชื้อราทั้งสองชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงในการเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราสาเหตุโรคได้เป็นอย่างดี เมื่อนำดินมาตรวจเชื้อราบนวุ้นอาหารพบว่าในแปลงควบคุมมีเชื่อราชนิดนี้อยู่ ส่วนในแปลงที่มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solarization) นั้นไม่พบเชื้อราทั้งสองชนิดดังกล่าว แสดงว่า เชื้อ *Trichoderma* spp. ไม่ทนทานต่ออุณหภูมิสูง

เชื้อรา *Trichoderma viride* สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อภายในเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกผิวหน้าโคโลนีเรียบ สีขาวใส (watery white) แผ่แบนราบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ต่อมาสร้างเส้นใยอยู่เหนืออาหารเลี้ยงเชื้อ ทำให้โคโลนีมีลักษณะฟูสีขาว เมื่อมีอายุมากขึ้นก็มีการสร้างสปอร์จำนวนมากทำให้ลักษณะของโคโลนีมีสีเขียวดำเข้มขึ้น (dark green) ด้านใต้โคโลนีสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 1) กลิ่นของเชื่อรามีกลิ่นคล้ายกลิ่นมะพร้าว เมื่อมีอายุมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เชื้อรา *Trichoderma hamatum* มีการเจริญค่อนข้างช้ากว่าเชื้อรา *Trichoderma viride* โดยเจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อในเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เริ่มแรกผิวหน้าโคโลนีเรียบแผ่ราบบนอาหาร ไม่มีสี (translucent) หรือสีขาวใส (watery white) โดยมีเส้นใยที่เจริญอยู่เหนืออาหารเล็กน้อย เมื่อเชื่อราเจริญเต็มที่บริเวณที่สร้างสปอร์จะมีสีขาว หรือสีเขียวปนเทา (greyish green)

และสีใต้โคโลนีไม่เปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 2) ลักษณะของเส้นใยที่พบนี้ไม่มีสี มีการแตกกิ่งก้านและมีผนังเรียบ

**ภาพที่ 1** เชื้อรา *Trichoderma viride* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA

**ภาพที่ 2** เชื้อรา *Trichoderma hamatum* อายุ 10 วัน บนอาหาร PDA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3. ชนิดและลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อโรคที่ตรวจพบในดิน**

เมื่อนำตัวอย่างดินก่อนปลูกมาวิเคราะห์หาชนิดของเชื้อราที่มีอยู่โดยนำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อรา Martin's medium พบว่าในแปลงที่มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solarization) นั้นไม่พบเชื้อราชนิดใดเลย เมื่อเทียบกับแปลง $T_1$ (ไม่ควบคุม) โดยเชื้อราที่ตรวจพบมีหลายชนิดด้วยกัน แต่มีเพียง 3 ชนิดเท่านั้นที่เป็นสาเหตุโรคทางดินของถั่วเหลืองที่อาจมีความรุนแรงโดยพบทั้งในแปลงไม่ควบคุมและที่มีการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ($T_3$ และ $T_4$) และพบหลังปลูกในแปลงไม่ควบคุมและแปลงที่มีการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ($T_3$ และ $T_4$) เช่นเดียวกัน เชื้อราที่สำคัญที่ตรวจพบได้แก่ *M. phaseolina, S. rolfsii* และ *F. solani* โดยพบว่าการเข้าทำลายของเชื่อราสาเหตุโรคมีช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมขณะที่เชื้อเข้าทำลายต้นพืช และการจัดการพืช (ศรีสุข และอุดม, 2521 และ Sincliar, 1997) เชื้อโรคทั้งสามมักจะเกิดขึ้นกับถั่วเหลืองที่ปลูกในสถานีทดลอง

จากการทดลองพบว่าจำนวนถั่วเหลืองใน $T_2$ นั้น ไม่มีจำนวนต้นที่ตาย ส่วนใน $T_1$, $T_3$ และ $T_4$ มีค่าเฉลี่ยจำนวนต้นตายไม่ต่างกันคือ 1-2 ต้น/ตารางเมตร และไม่พบความแตกต่างระหว่างวันปลูก โดยมีค่าเฉลี่ยต้นตาย 2 ต้น/ตารางเมตร เป็นไปได้ว่าปริมาณเชื้อในดินที่มีน้อยและ/หรือสภาพอากาศไม่เหมาะสมสำหรับการระบาดของโรคดังกล่าว จำนวนต้นที่ตายลงไปนี้เมื่อนำมาตรวจดูพบว่าเกิดจากการที่เชื้อราได้เข้าทำลายระบบรากและลำต้นจนเกิดอาการรากและลำต้นเน่าตาย

เชื้อรา *M. phaseolina* เป็นเชื้อที่จัดอยู่ใน Form-order Sphaeropsidales หลังจากการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อรา Martin's medium แล้วนำเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้มาเลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่าเชื้อรามีการเจริญอย่างรวดเร็ว เพียง 3 วัน ก็เจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ จะปรากฏให้เห็นเส้นใยสีขาว ฟูเล็กน้อย ต่อมาเส้นใยจะเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื่องมาจากการสร้างเม็ดสคลอโรเทียม (sclerotium) เล็กๆสีดำฝังอยู่ในวุ้นอาหาร และจะมีมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น โคโลนีจะแบนบาง เส้นใยสีเข้มแผ่เรียบไปกับผิวหน้าของอาหารโดยเส้นใยจะยุบตัวลงและมีหยดน้ำเมื่ออายุมากขึ้น (ภาพที่ 3)

เชื้อรา *S. rolfsii* เป็นเชื้อที่จัดอยู่ใน Form-order Mycelia sterilia เมื่อนำเชื้อบริสุทธิ์มาเลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่าเชื้อรามีการเจริญเร็วมาก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี 9 ซม. เมื่ออายุได้ 4 วันที่อุณหภูมิห้อง เส้นใยหยาบ สีขาว เส้นใยส่วนใหญ่จะสีจาง สร้างเม็ดสคลอโรเทียม

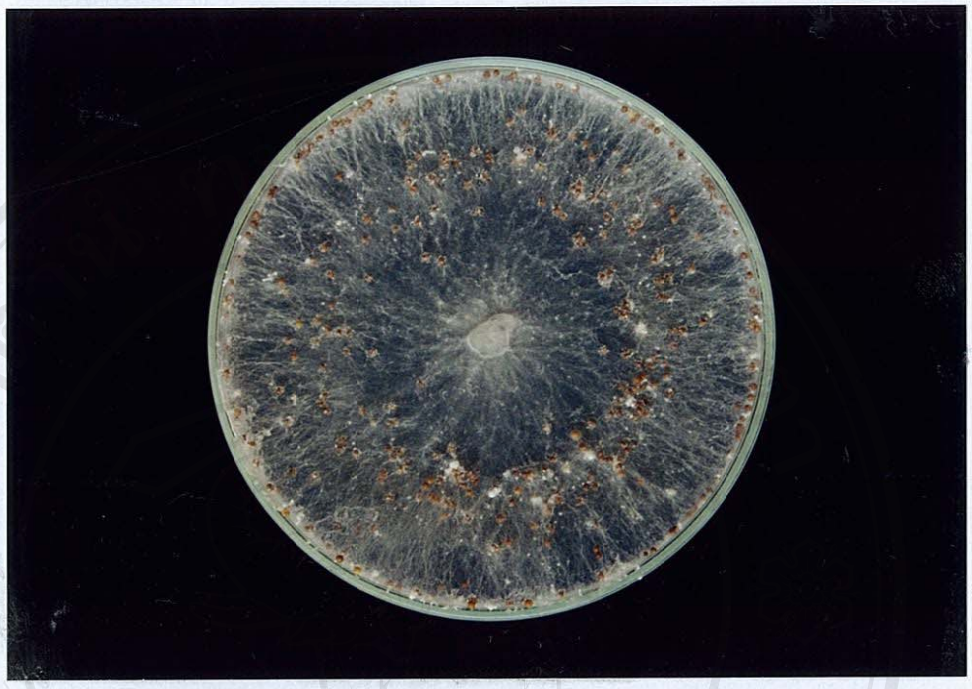
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(sclerotium) บนอาหารจำนวนมาก โดยเริ่มสร้างจากบริเวณขอบของโค โลนีก่อน เม็ด สคลอโรเทียมรูปร่างกลม หรือเกือบกลม หรือมีรูปร่างไม่แน่นอนเกาะกัน คล้ายเมล็ดผักกาด ผนังโคโลนีเรียบ ระยะแรกที่พบเชื้อราจะมีสีครีมและจะค่อยๆสีเข้มขึ้นจนมีสีน้ำตาลแก่ (ภาพที่ 4)

เชื้อรา *F. solani* จัดเป็นเชื้อราที่อยู่ใน Form-order Moniliales เมื่อทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์และนำมาเลี้ยงบนอาหาร PDA พบว่าเชื้อรามีการเจริญดี โคโลนีมีสีครีม มีสีม่วงเข้มเล็กน้อยซึ่งเป็นสีของสปอโรโดเชียม ด้านใต้โคโลนี ไม่มีสี เส้นใยเจริญดีแผ่ขยายเป็นเหมือนสำลีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ เส้นใยฟู จะเจริญเต็มจานอาหารเมื่ออายุได้ประมาณ 7-8 วัน (ภาพที่ 5)

**ภาพที่ 3** เชื้อรา *Macrophomina phaseolina* อายุ 7 วัน บนอาหาร PDA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



**ภาพที่ 4** เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* อายุ 7 วัน บนอาหาร PDA

**ภาพที่ 5** เชื้อรา *Fusarium solani* อายุ 7 วัน บนอาหาร PDA

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ส่วนที่ 2** การเจริญเติบโต และการพัฒนาของถั่วเหลือง

จากการศึกษาพบว่าตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะสร้างใบแรกในแต่ละวันปลูกมีความใกล้เคียงกันทั้งในแปลงไม่ควบคุมและแปลงที่มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solarization) มีความแตกต่างกันประมาณ 2 วัน เมื่อพิจารณาในช่วงสืบพันธุ์ (Reproductive phase) วันออกดอก การสร้างฝัก และวันสุกแก่ทางสรีรวิทยาของแต่ละวันปลูกมีความแตกต่างกันประมาณ 4-6 วัน (ตารางที่ 2) ความแตกต่างในช่วงก่อนออกดอกอาจมาจากความผิดพลาดในการดูวัน สาเหตุที่ถั่วเหลืองในแปลง Solarization มีอายุสั้นลง หลังออกดอกไม่สามารถอธิบายได้ด้วยอุณหภูมิหรือแสงแดด สมมุติฐานหนึ่งก็คือ ดินของ $T_2$ จะแน่นกว่าของวิธีการอื่นๆ เพราะไม่มีการไถซึ่งทำให้การพัฒนาจากรากน้อยกว่า

**ตารางที่ 2** ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ในแปลงไม่ควบคุมโรค (Control, $T_1$) และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solarization, $T_2$) ใน 3 วันปลูกปี 2543

| ระยะการเจริญเติบโต | จำนวนวันหลังปลูก ปี 2543 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 24 พ.ค. | | 13 มิ.ย. | | 27 มิ.ย. | |
| | $T_1$ | $T_2$ | $T_1$ | $T_2$ | $T_1$ | $T_2$ |
| เริ่มปลูก | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| งอกโผล่ $V_0$ | 4 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| สร้างใบแรก $V_1$ | 9 | 9 | 9 | 10 | 9 | 10 |
| สิ้นสุดวัยเจริญพันธุ์ $V_2$ | 16 | 16 | 17 | 19 | 17 | 18 |
| สร้างตาดอก $V_4$ | 31 | 31 | 25 | 27 | 25 | 26 |
| ออกดอก $R_1$ | 44 | 43 | 43 | 41 | 43 | 41 |
| ฝักแรก $R_3$ | 58 | 55 | 53 | 51 | 53 | 50 |
| ฝักเต็มที่ $R_4$ | 62 | 58 | 56 | 54 | 56 | 54 |
| เริ่มสร้างเมล็ด $R_5$ | 65 | 61 | 63 | 58 | 63 | 57 |
| สิ้นสุดสร้างฝัก $R_6$ | 73 | 69 | 71 | 66 | 71 | 66 |
| สุกแก่ทางสรีระ $R_7$ | 99 | 95 | 97 | 91 | 97 | 91 |
| สุกแก่เก็บเกี่ยว $R_8$ | 110 | 108 | 107 | 104 | 107 | 104 |

หมายเหตุ $T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ตารางที่ 3 และตารางภาคผนวกที่ 2) ของความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นที่ระยะ $R_7$ และน้ำหนักแห้งปมต่อต้นที่ระยะ $R_8$ ของถั่วเหลือง ไม่แสดงค่าความแตกต่างกันทั้งระหว่างวันปลูก และกรรมวิธีที่ใช้ในการควบคุมโรคทางดินของถั่วเหลือง ความสูงต้นของ $T_4$ มีความแปรปรวนสูง เพราะมีจำนวนต้นน้อยโดยไม่ทราบสาเหตุ และเติบโตไม่สม่ำเสมอ น้ำหนักปมของ $T_3$ และ $T_4 > T_1$ และ $T_2$ อย่างมาก การที่ไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากมีความแปรปรวนสูงมาก ถึงแม้ว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จะสังเกตเห็นว่า $T_2$ มีค่าความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางต้นน้อยกว่า $T_1$ ในทุกวันปลูก ขณะที่น้ำหนักแห้งปมไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าปริมาณเชื้อ Rhizobium ใน $T_2$ ไม่น้อยกว่า $T_1$ Chauhan *et al.* (1988) ได้ศึกษาผลของ Solarization ต่อ pigeonpea และ chickpea พบว่า อุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 20 ซม. เพิ่มขึ้น 6-10 °C ทำให้ลดปมและลดการตรึงไนโตรเจนเนื่องจากไปทำให้ประชากรของ Rhizobium ลดลง Salah (1992) ศึกษาผลของ Solarization โดยคลุมด้วยพลาสติกโปร่งใสที่คลุมสองชั้นเป็นเวลา 5-10 สัปดาห์ ทำให้ความหนาแน่นของจำนวนประชากร *Rhizobium leguminosarum* ลดลงมากกว่าดินที่คลุมพลาสติกชั้นเดียว 5 สัปดาห์ และยังพบว่า มีผลกระทบอย่างมากต่อจำนวนปม จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด แอคติโนไมซิส และเชื้อราอีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 3** ค่าเฉลี่ยของความสูง (ซม.) เส้นผ่าศูนย์กลางของต้น (ซม.) ที่ระยะ $R_7$ และน้ำหนักแห้งปม (กรัม/ต้น) ที่ระยะ $R_6$ ของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 ที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค ปี 2543

| วันปลูก (A) ปี 2543 | วิธีการควบคุมโรค (B) | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | |
| | ความสูง (ซม.) | | | | |
| 24 พ.ค. | 88.4 | 74.0 | 82.3 | 97.4 | 81.0 |
| 13 มิ.ย. | 87.4 | 75.1 | 87.3 | 79.7 | 82.4 |
| 27 มิ.ย. | 93.7 | 84.3 | 84.1 | 81.1 | 85.8 |
| เฉลี่ย | 89.9 | 77.8 | 84.6 | 80.1 | 83.1 |
| | เส้นผ่าศูนย์กลางของต้น (ซม.) | | | | |
| 24 พ.ค. | 0.87 | 0.79 | 0.90 | 0.86 | 0.85 |
| 13 มิ.ย. | 0.84 | 0.77 | 0.90 | 0.88 | 0.85 |
| 27 มิ.ย. | 0.83 | 0.79 | 0.86 | 0.92 | 0.85 |
| เฉลี่ย | 0.85 | 0.78 | 0.89 | 0.88 | 0.85 |
| | น้ำหนักแห้งปม (กรัม/ต้น) | | | | |
| 24 พ.ค. | 0.077 | 0.077 | 0.121 | 0.262 | 0.134 |
| 13 มิ.ย. | 0.067 | 0.082 | 0.124 | 0.276 | 0.199 |
| 27 มิ.ย. | 0.072 | 0.076 | 0.125 | 0.277 | 0.138 |
| เฉลี่ย | 0.072 | 0.078 | 0.124 | 0.272 | 0.157 |
| F-test | $A^{ns}$ | $B^{ns}$ | $AxB^{ns}$ | | |

ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางของต้น น้ำหนักปม

$\%CV_A = 12.23$ $\%CV_A = 4.34$ $\%CV_A = 70.02$

$\%CV_B = 21.80$ $\%CV_B = 16.80$ $\%CV_B = 96.97$

$\%CV_{AxB} = 8.28$ $\%CV_{AxB} = 3.95$ $\%CV_{AxB} = 78.32$

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ของปัจจัย A และ B

หมายเหตุ $T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

$T_3$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผงคลุกเมล็ด

$T_4$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผง คลุกเมล็ดและรองก้นหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของถั่วเหลือง**

**1. องค์ประกอบผลผลิต**

การวิเคราะห์ทางสถิติของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนฝัก/ต้นของถั่วเหลือง พบว่ามีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.01$) ระหว่างกรรมวิธีที่ใช้ในการควบคุมโรค โดยใน $T_2$ มีค่ามากที่สุดของสองตัวแปรในทุกวันปลูก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 131 กรัม และ 47 ฝัก ตามลำดับ (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 3) ความแตกต่างของขนาดเมล็ดระหว่าง $T_1$ กับ $T_4$ ไม่ต่างกัน ไม่พบความแตกต่างระหว่างวันปลูกของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนฝัก/ต้นของถั่วเหลือง โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด และจำนวนฝัก/ต้นของถั่วเหลืองในแต่ละวันปลูกเท่ากับ 110 กรัม และ 35 ฝัก ลำดับ (ตารางที่ 4 และตารางภาคผนวกที่ 3) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวันปลูกกับวิธีการที่ใช้ในการควบคุมโรคทางดินของถั่วเหลือง การเพิ่มขึ้นขององค์ประกอบผลผลิตทั้งสองน่าจะมาจากการที่ $T_2$ มีธาตุอาหารในดินที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1)

**2. ผลผลิต**

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของผลผลิต พบว่ามีความแตกต่างกันมาก ($p \leq 0.01$) ของกรรมวิธีที่ใช้ในการควบคุมโรคทางดินของถั่วเหลือง โดยถั่วเหลืองที่ปลูกใน $T_2$ มีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 328 กก./ไร่ ซึ่งมากกว่าถั่วเหลืองที่ปลูกใน $T_4$ และ $T_1$ โดยทั้งสองผลผลิตไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 4) โดยผลผลิตของ $T_4$ ต่ำเพราะมีจำนวนต้นน้อยโดยไม่ทราบสาเหตุและมีการเติบโตไม่สม่ำเสมอ และใน $T_3$ ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 256 กก./ไร่ แสดงว่าเชื้อ *Trichoderma* spp. สามารถควบคุมโรคได้พอสมควรขณะที่ Solarization สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ดี นอกจากนั้นไม่พบความแตกต่างระหว่างวันปลูกโดยมีค่าเฉลี่ยผลผลิตของทุกวันปลูกเท่ากับ 233 กก./ไร่ (ตารางที่ 5 และตารางภาคผนวกที่ 4) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวันปลูกกับวิธีการที่ใช้ในการควบคุมโรคทางดิน Kommedahl *et al.* (1981) พบว่าการใช้ *Trichoderma hazianum* ช่วยทำให้ผลผลิตของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นในดินที่มีเชื้อ Rhizoctonia และ Chauhan *et al.* (1988) ได้ศึกษาผลของ Solarization ในพืช pigeonpea และ chickpea โดยคลุมด้วยพลาสติกหนา 100 μm. เป็นเวลา 6-8 สัปดาห์ พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ด การติดฝักและน้ำหนักแห้งของ pigeonpea เพิ่มขึ้น 20-40 % ผลผลิตเมล็ด chickpea เพิ่มขึ้น 23 % ประสิทธิภาพการใช้ *Trichoderma* sp. ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศที่เอื้ออำนวยกับการเกิดโรคอาจไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Trichoderma spp.* เนื่องจากความชื้นในดินค่อนข้างสูง ระหว่างการทดลองอาจทำให้ประชากรของ *Trichoderma spp.* มีไม่มาก ได้มีรายงานว่า เชื้อราไตรโคเดอร์ม่านี้จะไม่สามารถควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคได้ถ้าเกิดสภาพน้ำท่วมขังแฉะภายในแปลงทดลอง (ลาวัลย์ และคณะ, 2540) แต่อย่างไรก็ตามในการใช้เชื้อชีวภัณฑ์ดังกล่าวนี้กับพืชชนิดอื่นๆที่นักวิจัยหลายท่านได้ทำการทดลองมานั้นได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติค่าอัตราส่วนเมล็ดดีของถั่วเหลือง พบว่ามีความแตกต่างกันของวันปลูก ($p \leq 0.01$) และ วิธีการควบคุมโรค ($p \leq 0.05$) วันปลูก 24 พ.ค. มีค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเมล็ดดีสูงสุดเท่ากับ 60 % และลดลงกับวันปลูก (ตารางที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 5) แต่ไม่แสดงค่าแตกต่างทางสถิติ ส่วน $T_2$ ให้ค่าอัตราส่วนเมล็ดดีสูงที่สุดเท่ากับ 55.3 % ซึ่งไม่แตกต่างกันกับ $T_1$ และ $T_3$ ส่วนใน $T_4$ นั้น ให้ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนเมล็ดดีต่ำสุด ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างวันปลูกกับวิธีการที่ใช้ในการควบคุมโรคทางดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 4** ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) และ จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค

| วันปลูก (A) | วิธีการควบคุมโรค (B) | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| ปี 2543 | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | |
| | น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) | | | | |
| 24 พ.ค. | 104.7 | 135.4 | 108.5 | 105.8 | 116.2 |
| 13 มิ.ย. | 98.3 | 130.1 | 115.7 | 96.9 | 111.5 |
| 27 มิ.ย. | 93.8 | 127.2 | 99.3 | 90.6 | 102.7 |
| เฉลี่ย | 99.0 c | 130.9 a | 104.7 b | 97.8 c | 110.1 |
| | จำนวนฝัก/ต้น | | | | |
| 24 พ.ค. | 29 | 50 | 32 | 31 | 35 |
| 13 มิ.ย. | 25 | 49 | 32 | 29 | 34 |
| 27 มิ.ย. | 36 | 43 | 38 | 26 | 35 |
| เฉลี่ย | 30 b | 47 a | 34 b | 28 b | 34.7 |
| F-test | $A^{ns}$ | $B^{**}$ | $AxB^{ns}$ | | |

น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

$\%CV_A$ = 6.86

$\%CV_B$ = 2.72

$\%CV_{AxB}$ = 4.25

จำนวนฝัก/ต้น

$\%CV_A$ = 14.19

$\%CV_B$ = 16.65

$\%CV_{AxB}$ = 10.49

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปัจจัย A และ B

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ $P \leq 0.01$

หมายเหตุ $T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

$T_3$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผงคลุกเมล็ด

$T_4$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผง คลุกเมล็ดและรองก้นหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 5** ผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/ไร่) ของถั่วเหลืองที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค

| วันปลูก (A) ปี 2543 | วิธีการควบคุมโรค (B) | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | |
| 24 พ.ค. | 160.3 | 311.3 | 221.8 | 258.6 | 238 |
| 13 มิ.ย. | 141.3 | 316.7 | 287.6 | 177.6 | 210 |
| 27 มิ.ย. | 264.2 | 355.9 | 261.1 | 124.6 | 251 |
| เฉลี่ย | 188.6 c | 328 a | 256.8 b | 186.9 c | 233 |
| F-test | $A^{ns}$ | $B^{**}$ | $AxB^{ns}$ | | |

$LSD_A$ = 57.47 $\%CV_A$ = 21.8

$LSD_B$ = 54.32 $\%CV_B$ = 20.2

$\%CV_{AxB}$ = 14.3

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปัจจัย A และ B

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P \leq 0.01$

หมายเหตุ $T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

$T_3$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผงคลุกเมล็ด

$T_4$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผง คลุกเมล็ดและรองก้นหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ตารางที่ 6** อัตราส่วนเมล็ดดี (เปอร์เซ็นต์) ที่ระยะเก็บเกี่ยวของถั่วเหลืองที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค

| วันปลูก (A) ปี 2543 | วิธีการควบคุมโรค (B) | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|
| | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | |
| 24 พ.ค. | 58.4 | 65.3 | 68.0 | 48.4 | 60.0 a |
| 13 มิ.ย. | 51.6 | 50.5 | 41.0 | 36.3 | 44.9 b |
| 27 มิ.ย. | 37.5 | 50.0 | 43.2 | 28.6 | 39.8 b |
| เฉลี่ย | 49.2 a | 55.3 a | 50.7 a | 37.7 b | 48.23 |
| F-test | A** | B* | AxB ns | | |

$LSD_A$ = 7.10 $\%CV_A$ = 12.99

$LSD_B$ = 9.54 $\%CV_B$ = 17.16

$\%CV_{A*B}$ = 23.79

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของปัจจัย A และ B

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

หมายเหตุ $T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

$T_3$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผงคลุกเมล็ด

$T_4$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผง คลุกเมล็ดและรองก้นหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3. วิเคราะห์ กำไร-ขาดทุน ของผลผลิตของถั่วเหลืองที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค**

จากการวิเคราะห์กำไร-ขาดทุน พบว่าในแปลงที่มีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solarization) นั้นให้กำไรมากที่สุดเท่ากับ 1,360 บาท/ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการที่ใช้เชื้อชีวภัณฑ์ และแปลงไม่ควบคุม โดยในแปลงที่มีการใช้เชื้อชีวภัณฑ์คลุกเมล็ด ($T_3$) อย่างเดียวนั้นให้กำไรน้อยกว่า $T_1$ ประมาณ 50 % และในแปลงไม่ควบคุมได้กำไรน้อยสุด (ตารางที่ 7) ไม่เปรียบเทียบกับ $T_4$ เนื่องจากผลผลิตไม่แม่นยำ

**ตารางที่ 7** วิเคราะห์ กำไร-ขาดทุนของผลผลิตของถั่วเหลืองที่มีการใช้เชื้อราชีวภัณฑ์และพลังงานแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ควบคุมโรค

| วิธีการ | ผลผลิต/ไร่ | รายได้/ไร่ (บาท/ไร่) | รายจ่าย/ไร่ (บาท/ไร่) | กำไรที่ได้ (บาท/ไร่) |
|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | 189 | 1,890 | 1,700 | 190 |
| $T_2$ | 328 | 3,280 | 1,920 | 1,360 |
| $T_3$ | 257 | 2,570 | 1,775 | 795 |
| $T_4$ | 187 | 1,870 | 2,400 | -530 |

หมายเหตุ ( ราคาถั่วเหลืองกิโลกรัมละ 10 บาท )

$T_1$ Control (ไม่มีการควบคุมโรค)

$T_2$ การใช้ Solarization

$T_3$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผงคลุกเมล็ด

$T_4$ การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในรูปผง คลุกเมล็ดและรองก้นหลุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved