สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล
- 5 มี.ย. 2545

การศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์จากเปลือกกุ้งเพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *SCLEROTIUM ROLFSII* ในดินปลูกถั่วเหลือง

THE STUDY OF USING CHITOSAN AND CHITIN PROTEIN COMPLEX FROM CRAWFISH SHELLS FOR BIOLOGICAL CONTROL OF FUNGAL DISEASE (*SCLEROTIUM ROLFSII*) IN SOYBEAN PLANTATION

จันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง

อภินันทนาการ
จาก
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2539

วพ
จ247ก
2539
ฉ.3

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์จากเปลือกกุ้ง
เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลือง

จันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง
ผู้วิจัย

สุชาติ นวกวงษ์,วท.ม.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

พิทยากร ลิ่มทอง,Ph.D.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

สุเมตต์ ปุจฉาการ,วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต, พ.บ.,
น.บ.,F.R.C.P.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย

เกษม กุลประดิษฐ์,วท.ม.
ประธานคณะกรรมการ
ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม
เพื่อการพัฒนาทรัพยากร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์จากเปลือกกุ้ง
เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลือง
ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
วันที่ 11 ตุลาคม 2539

จันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง
ผู้วิจัย

เกษม กุลประดิษฐ์,วท.ม
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

เทพนม เมืองแมน
B.A.M.D.,M.P.H.Dr.P.H.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

พิทยากร ลิ่มทอง,Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สุชาติ นวกวงษ์,วท.ม.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต,พ.บ.,
น.บ.,F.R.C.P.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล

รุ่งจรัส หุตะเจริญ,วท.ม.
คณบดี
คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวจันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง
วัน เดือน ปีเกิด	11 มกราคม 2509
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย พ.ศ. 2528-2532 : พยาบาลศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2535-2539 : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
ประวัติการทำงาน	พยาบาลประจำหน่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน พ.ศ. 2532 - 2534 พยาบาลประจำหน่วยผู้ป่วยหนักสูตินรีเวช พ.ศ. 2535 - 2537 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

Copyright by Mahidol University

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลและหน่วยงานต่างๆ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณดังนี้

ศ.ดร.นายแพทย์เทพพนม เมืองแมน อ.สุชาติ นวกวงษ์ อ. พิทยากร ลิ่มทอง อ.สุเมตต์ ปุจฉาการ อ.เกษม กุลประดิษฐ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดียิ่ง

คุณเกรียงศักดิ์ หงษ์โต ผู้อำนวยการศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำการทดลอง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของศูนย์ฯ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือตลอดการทดลอง

บริษัทยูนิคอร์ดประเทศไทยจำกัด ที่กรุณาเอื้อเฟื้อสารในการทดลอง

คุณเสียงแจ๋ว พิริยพฤนต์ และเจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านของห้องปฏิบัติการทางจุลินทรีย์ดิน กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำกรมพัฒนาที่ดิน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการดิน กรมพัฒนาที่ดิน

เจ้าหน้าที่ทุกๆ ท่านที่เกี่ยวข้องในคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ที่ให้กำลังใจในการทำวิจัย

และที่เป็นทั้งกำลังใจ และกำลังทรัพย์ที่สำคัญคือ คุณแม่ คุณอา พี่ชายและพี่สาว ที่รอคอยการทำวิจัยของข้าพเจ้าด้วยความเป็นห่วงใยตลอดเวลา

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์ชีวิตตลอดระยะเวลาของการศึกษาที่มีค่าในคณะสิ่งแวดล้อมฯนี้ รวมทั้งทุกๆท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือโดยที่ข้าพเจ้าไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ สำหรับประโยชน์อันใดที่พึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขออุทิศแด่ผู้ที่สนใจแด่สังคมและประเทศชาติ เพื่อเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยต่อการพัฒนาและสร้างสรรค์งานด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรต่อไปในอนาคต

จันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง

Copyright by Mahidol University

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์จากเปลือกกุ้งเพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลือง
ผู้วิจัย	จันทร์สุดา ร่มโพธิ์ธารทอง
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

สุชาติ นวกวงษ์,วท.ม.
พิทยากร ลิ่มทอง,Ph.D.
สุเมตต์ ปุจฉาการ,วท.ม.

วันที่สำเร็จการศึกษา 11 ตุลาคม พ.ศ. 2539

บทคัดย่อ

เปลือกกุ้งนั้นเป็นวัสดุเหลือใช้ที่ถูกพิจารณาว่าเป็นของเสียมีมูลค่าต่ำ สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์สามารถแยกออกจากเปลือกกุ้งแล้วนำมาใช้ทางการเกษตร มีรายงานว่าสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ สามารถนำมาใช้เป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและการควบคุมทางชีววิธี แต่ยังไม่มีรายงานศึกษาการใช้ประโยชน์เช่นนี้ในประเทศไทย เพื่อพิสูจน์ผลดังกล่าวจึงนำสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์มาทดลองในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 และต้านต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

ผลการทดลองพบว่า การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในช่วงแรกคือสัปดาห์ที่ 5 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตทางด้านความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริม ต่อการเจริญเติบโตของจำนวนข้อ แต่ที่ปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่มีผลต่อการการเจริญเติบโตของจำนวนข้อของถั่วเหลือง เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10 พบว่า สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณยังคงมีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง สำหรับจำนวนข้อของถั่วเหลืองมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อได้รับสารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ การเจริญเติบโตของจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองไม่มีผลจากสารไคโตแซน ส่วนสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ให้ผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นและจำนวนเมล็ดต่อต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัย

Copyright by Mahidol University

สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนผลผลิตน้ำหนักเมล็ดมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อได้รับสารทั้ง 2 ชนิด

สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีในด้านความเป็นกรดเป็นด่างในดิน และธาตุอาหารหลักบางชนิดในดินได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แต่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลทำให้ปริมาณโปรแตสเซียมที่มีประโยชนในดินลดลง

สำหรับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อได้รับสารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง คือเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นในระหว่างสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้นในระหว่างสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง และเชื้อราทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นในระหว่างสัปดาห์ที่ 8 ถึงสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลองโดยปริมาณสารที่เพิ่มมากขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในดิน การเจริญเติบโตของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตรวจพบปริมาณระหว่าง 3.93-4.77 log no./กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่บ่งชี้ว่า สามารถทำให้ถั่วเหลืองเกิดโรคโคนเน่าได้ แต่ถั่วเหลืองยังคงเจริญเติบโตได้ดีพอสมควร ไม่มีอาการผิดปกติใดๆ นอกจากการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าตำรับที่ไม่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ซึ่งการไม่แสดงอาการผิดใดๆ นั้นอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมได้แก่ ความชื้น และความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เป็นต้น ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงคุณสมบัติในการต้านต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในการทดลองนี้จากสารไคโตแซนหรือสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ได้อย่างชัดเจน แต่การเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในดินนั้น เป็นข้อบ่งชี้ทางอ้อมต่อการควบคุมทางชีววิธี

ท้ายที่สุดแนวทางของการจัดใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแล้ว อาจจะใช้ทดแทนสารเคมีที่เป็นสารอันตรายต่อชีวิตและยังเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมได้

Copyright by Mahidol University

Thesis Title The Study of Using Chitosan and Chitin Protein Complex form Crawfish Shells for Biological Control of Fungal Disease (*Sclerotium rolfsii*) in Soybean Plantation.

Name Chansuda Rompotantong

Degree Master of science (Appropriate Technology for Resource Development)

Thesis Supervisor Committee

Suchart Nawagawong, M.Sc.

Pitayakon Limtong, Ph.D.

Sumate Puchakarn, M.Sc.

Date of Graduate 11 october B.E. 2539 (1996)

Abstract

Crawfish shells are considered as disposal 'waste product' with minimal values. Chitosan and Chitin Protein Complex are able to extract from crawfish shells that they are subjected to use in agriculture. They have some literature reported that Chitosan and Chitin Protein Complex can be used as a regulator and a biological control. However, there have not been studied these properties in Thailand. To prove these properties, Chitosan and Chitin Protein Complex will be used on soybeans' variety S.J.5 and an antifungus in this respect *Sclerotium rolfsii*, a fungal disease in mabbon soil series

The results of the experiment were revealed that the early growth in heights and diameters of soybeans in fifth week were increased by Chitosan at 35 and 140 milligrams per pot. Joints of soybeans were increased by only Chitosan 35 milligrams per pot, while 140 milligrams per pot did not affect. When studied at the tenth week of growth, they had found that Chitosan two rates continued to increase heights. Chitosan 35 milligrams per pot increased diameters. Joints of soybeans

Copyright by Mahidol University

trended to increase when they had been gotten Chitosan. Branches did not affect by Chitosan. Chitin Protein Complex of these two rates did not affect to soybeans' growths. Pods and seeds of soybeans were increased when they had been gotten Chitosan at difference rates at 95% in statistical test. Weights of soybeans trended to increase when they had been gotten both two substances.

Chitosan and Chitin Protein Complex were not influence to soil chemical properties such as pH and major mineral (total kjeldhalh nitrogen and available phosphorus).However, available potassium decreased when they had been gotten Chitosan at 35 milligrams per pot.

Soil microorganisms increased when they had been gotten Chitosan rates 35 and 140 milligrams per pot and Chitin Protein Complex rates 35 and 165 grams per pot. Total microorganisms shown total bacteria up among first and second week, total actinomycete up among first and forth week, total mold up among eighth to tenth week, that the more rates did not influence to total microorganisms. The growths of fungal diseases (*Sclerotium rolfsii*) found among 3.93-4.77 log no./gram, indicated that they could infect to soybeans (root rot's disease), but soybeans did not an abnormal symptom except the slower growth than the treatments were inoculated. Soybeans were not infected by *Sclerotium rolfsii* but they might affect by environmental condition as moisture and pH. Thus antifungal properties from this two substances could not explain in this experiment. However, the increases of normal soil microorganisms indicated that they were an indirect property of biological control in environment.

Finally, the expect some renews Chitosan and Chitin Protein Complex in appropriate rates or condition may substitute some pesticides possessing health risk and environmental conservation.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แหล่งที่มาองค์ประกอบและโครงสร้างของไคติน	6
2.2 ถั่วเหลือง	19
2.3 เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*	20
2.4 การควบคุมทางชีววิธี	23
2.5 ดินชุดมาบบอน	25
3 วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย	27
3.1 อุปกรณ์	27
3.2 ขั้นตอนการเตรียม	27
3.3 วิธีการวิจัย	29
3.4 การเก็บข้อมูล	32
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	34
3.6 สถานที่ทำการทดลอง	35
3.7 ระยะเวลาในการทดลอง	35
4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	36
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม	117

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และการตรวจสอบด้วยวิธี Dancan's news multiple range test (DMRT) 120

ภาคผนวก ข แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน 156

ภาคผนวก ค ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 161

ภาคผนวก ง สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ 163

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบย่อยของกุ้งและเปลือกแข็ง	10
ตารางที่ 2.2	แสดงองค์ประกอบเฉพาะของไคตินจากเปลือกกุ้ง	11
ตารางที่ 4.1	แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	43
ตารางที่ 4.2	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	47
ตารางที่ 4.3	แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	50
ตารางที่ 4.4	แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	53
ตารางที่ 4.5	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	56
ตารางที่ 4.6	แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	59
ตารางที่ 4.7	แสดงจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	62
ตารางวที่ 4.8	แสดงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5	65
ตารางที่ 4.9	แสดงจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองเมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	69
ตารางที่ 4.10	แสดงจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองเมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	72
ตารางที่ 4.11	แสดงจำนวนน้ำาหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	75
ตารางที่ 4.12	แสดงจำนวนน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง ของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	78
ตารางที่ 4.13	แสดงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5	80
ตารางที่ 4.14	แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อ เริ่มปลูก	83

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 84

ตารางที่ 4.16 แสดงผลของปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูก 87

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 88

ตารางที่ 4.18 แสดงผลของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูก 91

ตารางที่ 4.19 แสดงผลของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 92

ตารางที่ 4.20 แสดงผลของปริมาณธาตุโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูก 95

ตารางที่ 4.21 แสดงผลของปริมาณธาตุโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 96

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงโครงสร้างทั่วไปภายนอกของกุ้ง	7
รูปที่ 2.2	แสดงเปลือกกุ้งชั้นต่างๆ ตามแนวขวางของลำตัว	8
รูปที่ 2.3	แสดงขั้นตอนการย่อยสลายไคตินในดิน	13
รูปที่ 4.1	แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์	37
รูปที่ 4.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์	38
รูปที่ 4.3	แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์	39
รูปที่ 4.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์	40
รูปที่ 4.5	แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	44
รูปที่ 4.6	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	48
รูปที่ 4.7	แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์	51
รูปที่ 4.8	แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	54
รูปที่ 4.9	แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	57
รูปที่ 4.10	แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	60
รูปที่ 4.11	แสดงจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์	63
รูปที่ 4.12	แสดงจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	70
รูปที่ 4.13	แสดงจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์	73

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.14 แสดงน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 76

รูปที่ 4.15 แสดงเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 79

รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบความเป็นกรดเป็นในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 85

รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 89

รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 93

รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์ 97

รูปที่ 4.20.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง 100

รูปที่ 4.20.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม/กระถาง 100

รูปที่ 4.21.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง 102

รูปที่ 4.21.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม/กระถาง 102

รูปที่ 4.22.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง 104

รูปที่ 4.22.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมด ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม/กระถาง 104

รูปที่ 4.23.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ร่วมกับใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* 108

Copyright by Mahidol University

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.23.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม/กระถาง ร่วมกับใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* 108

รูปที่ 4.24 ไดอะแกรมแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคของพืช 110

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันทั่วโลกได้ให้ความสำคัญเรื่องพิษภัย และผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรที่มีผลต่อเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม แม้แต่ประเทศที่ผลิตสารเคมีป้องกันและปราบศัตรูพืช ยังต้องปรับทิศทางการผลิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัยสูงขึ้น โดยกลุ่มนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้เร่งรัดให้รัฐมีมาตรการการจัดใช้วัตถุเคมีที่มีพิษให้ถูกต้องและปลอดภัย ดังการพัฒนาการเกษตรแผนใหม่ในหลายประเทศจึงปรับแนวทางลดการใช้วัตถุเคมีที่มีพิษร้ายแรง โดยตระหนักถึงความปลอดภัยของมนุษย์ สัตว์ พืชและสภาวะแวดล้อม ในขณะที่ประเทศไทยเรามีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (ปี พ.ศ. 2536-2539) และกำลังจะมีต่อเนื่องถึงฉบับที่ 8 (ปี พ.ศ. 2540-2544) ได้ตระหนักถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและส่งเสริมคุณภาพชีวิตโดยขจัดและลดมลพิษที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศมีการนำเข้าสูงขึ้นทุกปี ดังรายงานจากกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (1) พบว่า การนำเข้าสารเคมีทางการเกษตร ในปี พ.ศ. 2538 นี้มีการนำเข้าสูงถึงกว่าสามหมื่นตัน คิดเป็นมูลค่ากว่าสามพันล้านบาท ซึ่งการใช้สารเคมีทางการเกษตรนั้น โดยทั่วไปจะมีข้อมูลระบุถึงประโยชน์และโทษของการใช้ ที่ต้องปฏิบัติแตกต่างกันไป แต่ถ้าใช้โดยขาดความรู้หรือไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ย่อมเสี่ยงต่อพิษภัยอันตรายที่มีต่อสุขภาพ ชีวิต และทรัพย์สิน นอกจากนี้ยังมีปัญหาการปรับตัวสร้างความต้านทานของศัตรูพืช การปนเปื้อนของสารเคมีที่เป็นพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ในสภาพแวดล้อม และการทำลายสมดุลทางธรรมชาติ เพื่อลดสาเหตุของปัญหาดังกล่าว แนวทางการพัฒนาในปัจจุบันจึงเกิดกระแสการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) โดยรวมปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ผลผลิตสามารถตอบแทนทางเศรษฐกิจได้ร่วมกับการอนุรักษ์ปรับปรุงคุณสมบัติของดิน

ปัจจุบันการนำเทคนิคการใช้ประโยชน์ของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน เพื่อกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมทางชีวภาพ ในทางการเกษตรร่วมกับการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย เนื่องจากปัญหาทรัพยากรที่มีอยู่จำกัด และการใช้ที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรม สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์(chitin protein complex)สารไคโตแซน (chitosan) เป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติที่สกัดได้จากเปลือกกุ้งหรือปู กากเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแช่แข็งสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศ ดังรายงานของกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (2)ในปี พ.ศ. 2538 การส่งออกสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์แปรรูปจากสัตว์น้ำจำพวกครัสเตเชียนแช่แข็งมีจำนวนกว่าแสนตันมูลค่ากว่าหมื่นล้านบาท โดยส่งออกในรูปอาหารสำเร็จรูปแช่แข็ง ทำให้เหลือกากอุตสาหกรรมประเภทนี้จำนวนมาก การใช้ประโยชน์ในปัจจุบันเป็นการนำกลับไปใช้ ผลิตเป็นองค์

Copyright by Mahidol University

ประกอบอาหารสัตว์ หรือทำปุ๋ยซึ่งมีมูลค่าต่ำ ทั้งนี้จากการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกกุ้งมีรายงานการนำสารไคตินจากเปลือกกุ้งมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ในด้านการป้องกันแมลงศัตรูพืชและเชื้อโรคพืชบางชนิด สามารถส่งเสริมอัตราการงอกของพืช เพิ่มความสมบูรณ์ของระบบรากและลำต้น กระตุ้นการเกิดการสร้างภูมิคุ้มกันที่ต้านต่อเชื้อโรคพืช และเพิ่มกิจกรรมของ เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดิน การใช้ประโยชน์นี้โดยการใส่ลงในดิน เคลือบเมล็ดพันธุ์ และใช้ห่อหุ้มต้นอ่อนในถั่วบางชนิด

สำหรับถั่วเหลืองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมัน อาหารสัตว์ ผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับบริโภคและยังเป็นพืชบำรุงดิน พบว่า อัตราการบริโภคภายในประเทศ กับอัตราการผลิตยังไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงจำเป็นต้องนำเข้าจำนวนมากในทุกๆ ปีทำให้รัฐมีนโยบายเร่งรัดการผลิตและส่งเสริมการผลิตที่มีคุณภาพ แต่เนื่องจากผลผลิตแปรผันไปตามสภาพแวดล้อม โรคและแมลง ปัญหาที่พบอยู่เสมอคือปัญหาจากเชื้อรา เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย แต่สารเคมีที่ใช้ทำลายเชื้อโรคได้เพียงบางชนิด ในบางครั้งกลับส่งเสริมให้เกิดการระบาดของเชื้อโรคบางชนิด และยังทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ที่มีอยู่ทั่วไปในดิน

ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะศึกษาถึง ผลของการใช้ประโยชน์จากกากเหลือใช้ประเภทเปลือกกุ้งในรูปของสารไคติน ทดแทนสารเคมีบางชนิดที่ใช้กำจัดเชื้อรา โดยทำการศึกษาในถั่วเหลืองพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ด้วยการใช้ผลิตภัณฑ์จากเปลือกกุ้งวัสดุเหลือใช้ ในรูปของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ โดยทดลองใส่ลงในดินในสภาพธรรมชาติที่เป็นแหล่งเพาะปลูกถั่วเหลือง เพื่อควบคุมเชื้อโรครา *Sclerotium rolfsii* ในดินซึ่งเป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่า ในพืชตระกูลถั่วหลายชนิดได้ตลอดการเจริญเติบโต ทั้งนี้การทำลายของเชื้อราชนิดนี้ทำให้ถั่วเหลืองถึงแก่ความตายในเวลาอันรวดเร็ว และสามารถคงรูปที่อาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลายาวนานร่วมปี การใช้สารเคมีกำจัดยังเป็นปัญหาที่กำจัดได้ยากไม่ครอบคลุม แนวทางการศึกษาครั้งนี้จึงอาจจะเป็นทางเลือกให้เกษตรกร ลดการใช้หรือทดแทนการใช้สารเคมีประเภทสารป้องกันกำจัดเชื้อรา พร้อมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่ากากเหลือใช้ จากอุตสาหกรรมแช่แข็งประเภทเปลือกกุ้งและเป็นการใช้เทคนิคการควบคุมโดยชีววิธีทางหนึ่ง ที่ไม่ทำให้เกิดสารเคมีที่เป็นพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม

Copyright by Mahidol University

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ปริมาณต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลือง

2. เพื่อศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ปริมาณต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการ และคุณสมบัติทางชีวภาพในดิน

3. เพื่อศึกษาถึงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดิน

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1. การใช้และไม่ใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองที่ต่างกัน

2. คุณสมบัติทางเคมีบางชนิด และทางชีวภาพของดินที่ใช้และไม่ใช้ สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีความแตกต่างกัน

3. การใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ สามารถควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคในถั่วเหลืองได้ดีกว่าไม่ใช้สาร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบทดลองเบื้องต้น (experimental research) โดยใช้กระถางดินเผา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว ในสภาพแวดล้อมและสภาวะอากาศที่เป็นธรรมชาติของศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

2. ชุดดินที่ใช้ในการศึกษาเป็นดินชุดมาบบอน ที่ได้จากบริเวณที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูกที่ระดับหน้าดินลึกไม่เกิน 30 เซ็นติเมตร ภายในบริเวณศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

3. สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ในรูปผงแห้งที่ได้จากเปลือกกุ้งวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแช่แข็ง ของบริษัทยูนิคอร์ดประเทศไทยจำกัด

4. ถั่วเหลืองใช้พันธุ์ส.จ.5 จากกรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์

5. เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้จากเชื้อบริสุทธิ์ที่เลี้ยงไว้ในวุ้นแช่แข็ง จากห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์กลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

Copyright by Mahidol University

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระที่ใช้ศึกษาได้แก่

ปริมาณสารไคโตแซนที่ปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง

ปริมาณสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม/กระถาง

การใส่และไม่ใส่ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

2. ตัวแปรตามได้แก่

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้แก่ ความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น จำนวนข้อ จำนวนกิ่ง

องค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น เมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีในดิน วิเคราะห์ความเป็นกรดเป็นด่างในดิน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน วิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน และปริมาณธาตุโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน

การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีวภาพในดิน ตรวจนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด เชื้อราทั้งหมด และเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลือง

2. ทำให้ทราบถึงผลของการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางประการ และคุณสมบัติทางชีวภาพในดินที่ปลูกถั่วเหลือง

3. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง

4. เป็นข้อมูลพื้นฐานของการควบคุมโรคพืชทางชีววิธี (biological control) ต่อเชื้อโรคบางชนิดร่วมกับการปรับปรุงคุณภาพดิน

5. เป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการทดแทนและลดการใช้สารพิษทางการเกษตร เพื่อลดสารเคมีเป็นพิษที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม

6. เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่า และการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ประเภทกากเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแช่แข็ง

Copyright by Mahidol University

7. เป็นแนวทางหนึ่งของการตรวจสอบเทคโนโลยีในลักษณะของวัตถุนำเข้า ก่อนนำไปใช้ทั้งด้านผลดีและผลกระทบจากวัตถุนำเข้าต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางในการตรวจสอบเทคโนโลยีอื่นๆ ได้

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งที่มาองค์ประกอบและโครงสร้างของสารไคติน

2.1.1 แหล่งที่มา

สัตว์จำพวกกุ้งเป็นสัตว์ที่มีองค์ประกอบของของแข็งห่อหุ้มร่างกาย จัดอยู่ในสำดับดังนี้

subclass malacostraca

superorder eucarida eucarida

order decapoda

suborder natantia

section penalidea

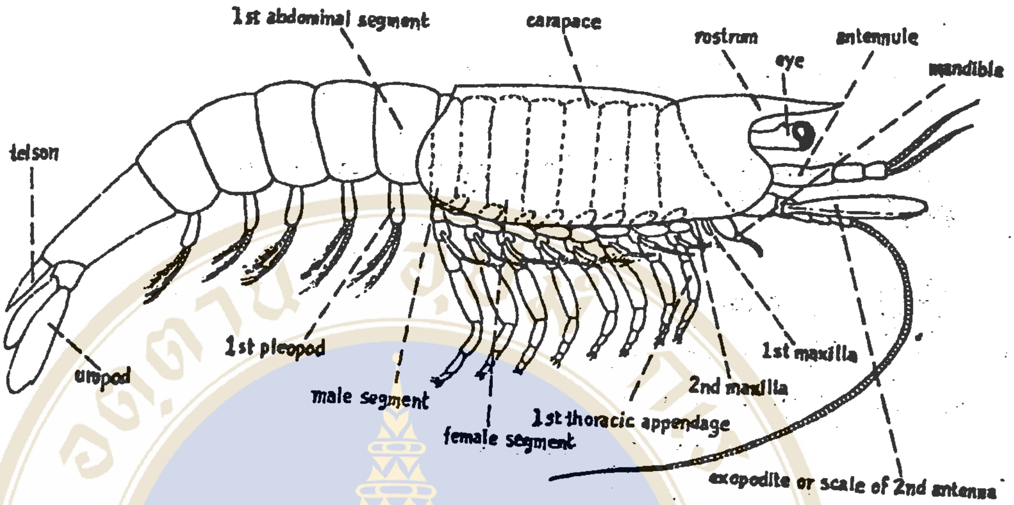
section caridea

section steuopidiea

ลักษณะของลำตัวแบ่งได้ 19 ข้อปล้อง จำแนกได้ 3 ส่วนคือ ส่วนหัวมี 5 ข้อปล้อง รยางค์ 5 คู่ทำหน้าที่รับความรู้สึกและช่วยในกินอาหาร ส่วนอกมี 8 ข้อปล้อง ช่วยในการกินอาหารและเป็นขาเดิน ส่วนลำตัวมี 6 ข้อปล้อง ทำหน้าที่ว่ายน้ำและบางกลุ่มทำหน้าที่ยึดเกาะไข่เช่น พวกกุ้งน้ำจืด กุ้งก้ามกาม เป็นต้น

โครงสร้างภายนอกของกุ้งมีลำตัวยาวโค้งงอเล็กน้อย ด้านบนของตัวกุ้งเรียกว่าเทอไกท์ (tergite) เปลือกหุ้มตัวส่วนด้านล่างที่คลุมโคนขาว่ายน้ำเรียกว่าพรูรา (pleura) และส่วนด้านท้องของกุ้งเรียก สเตอไนท์ (sternite) เปลือกคลุมหัวจะคลุมส่วนของหัว อก ด้านบนรวมทั้งบริเวณเหงือก ด้านข้างที่คลุมเหงือกทั้ง 2 ด้าน เรียกว่า branchiostegite ส่วนหน้าของเปลือกคลุมหัวจะยื่นแหลมออกไปเรียกว่า กรี (rostrum) องค์ประกอบดังกล่าวแสดงในรูปที่ 2.1

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างโดยทั่วไปภายนอกของกุ้ง
ที่มา: Lankester (31)

2.1.2 <u>โครงสร้างและองค์ประกอบของเปลือกกุ้ง</u>

เปลือกกุ้งในคลาสครัสเตเซียนมี 2 แบบคือ ประเภทที่ยืดหยุ่นได้ไม่มีสารแคลเซียมโดยเฉพาะที่รู้จักกันคือไรน้ำเค็ม และประเภทเปลือกหนาแข็งของสัตว์ในพวกกุ้ง,ปูเปลือกแข็งมีสารพวกแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ

เปลือกกุ้งประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่เรียกว่า nitrogenous polysaccharide chitin อ่อนนุ่มได้ รวมตัวกับแคลเซียมซึ่งเป็นตัวที่ทำให้แข็ง และรวมอยู่ในรูปสารประกอบของโปรตีน เปลือกกุ้งแบ่งออกเป็นชั้น ๆได้ 4 ระดับคือ

1. epicuticle layer เปลือกชั้นนอกสุดของกุ้ง ประกอบด้วยโปรตีนกับไลปิดชั้นนี้ไม่กีดขวางการผ่านเข้าออกของน้ำ แต่จำกัดปริมาณการเข้าออกของเกลือแร่และไอออนที่จะผ่านในร่างกาย ชั้นนี้มีสีเหลืองอ่อนไม่มีสารไคติน

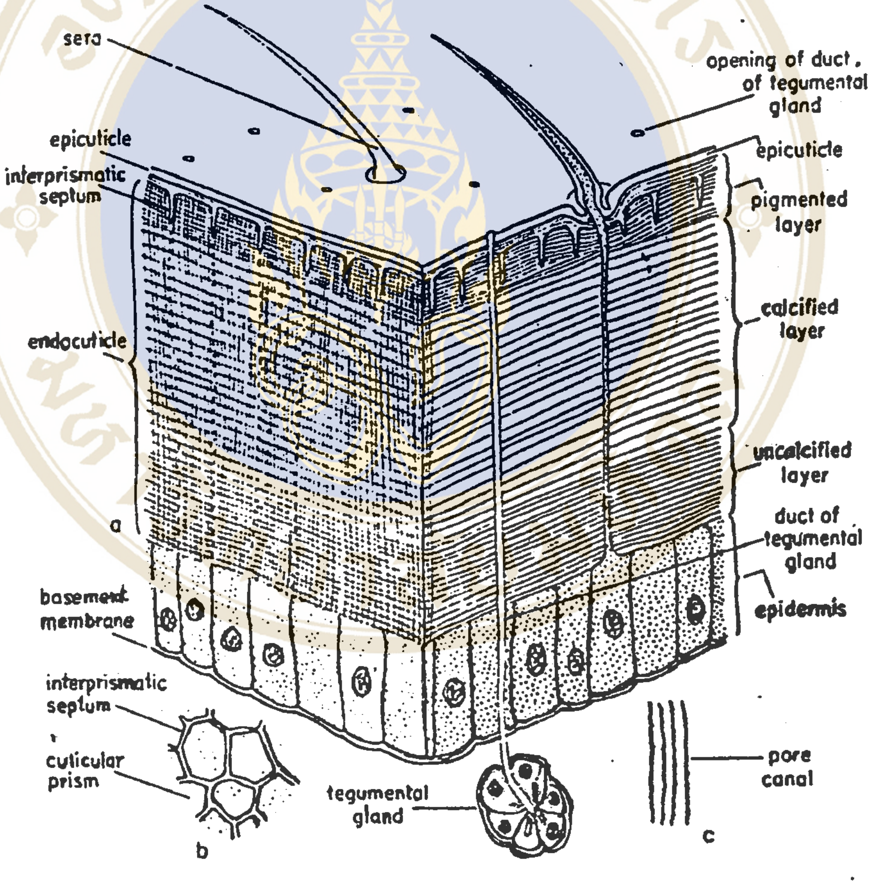
2. pigment layer เป็นชั้น endocuticle ประกอบด้วยสารไคติน รวมตัวกับแคลเซียมและจุดสีพวกเมลานิน หรือ tanned protein

3. calcified layer ชั้นนี้ประกอบด้วยสารไคติน ที่ไม่มีสี มีเกลือแคลเซียมมีเกลือแคลเซียมปริมาณค่อนข้างสูง เป็นชั้นที่แสดงความหนาของเปลือกต่างกันแต่ละชนิดเช่น ปูมีเปลือกหนากว่าแข็งกว่ากุ้ง

Copyright by Mahidol University

4. membranous layer หรือเรียก uncalcified layer เป็นชั้นในสุดของเปลือกที่ไม่มีแคลเซียม มีสารประกอบไคตินและโปรตีนอยู่ชั้นบนสุดของเนื้อ epitilium

เปลือกกุ้งจะมีความหนาบางแตกต่างกันตามชนิดของกุ้งแต่การเรียงตัวของชั้นต่างๆ เหมือนกันดังแสดงในรูปที่ 2.2



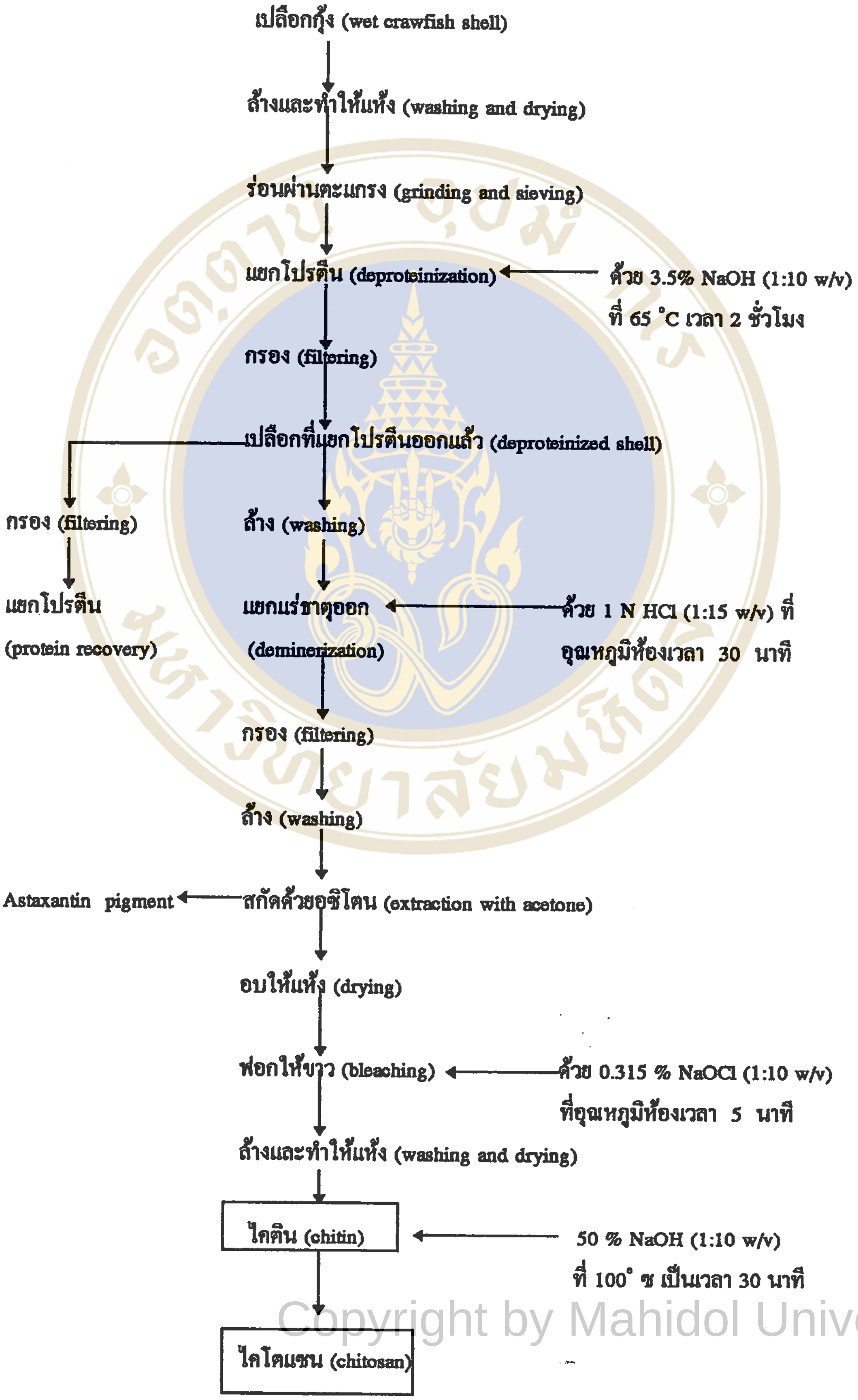
รูปที่ 2.2 แสดงเปลือกกุ้งชั้นต่าง ๆ ตามแนวขวางของลำตัว

ที่มา: Lankester (31)

Copyright by Mahidol University

2.1.3 <u>กระบวนการแปรรูปของสารไคตินและสารไคโตแซน</u>

ในกระบวนการแปรรูปของสารไคตินและสารไคโตแซนจากเปลือกกุ้งนั้น ต้องใช้กรดและด่างเข้มข้นโดยมีขั้นตอนการแยกองค์ประกอบจากเปลือกกุ้งดังแผนภูมิ



Copyright by Mahidol University

สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์นั้น เป็นการรวมองค์ประกอบของไคตินเข้ากับโปรตีน เพื่อเพิ่มปริมาณของสารไคตินต่อการใช้ประโยชน์ หรือลดกระบวนการแยกโปรตีนออกจากการสกัดสารไคตินนั้น

สำหรับองค์ประกอบย่อยของกุ้งและเปลือกแข็ง พบว่ามีองค์ประกอบย่อยเช่นเดียวกันแต่ปริมาณต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบย่อยของกุ้งและเปลือกแข็ง

องค์ประกอบ	กุ้งทั้งตัว	เปลือกแข็ง
โปรตีนทั้งหมด	35.8 %	16.9 %
ไขมัน	9.9 %	0.6 %
ไคติน	15.9 %	23.5 %
เถ้า	38.1 %	63.6 %
ธาตุแคลเซียม	12.3 %	24.8 %
ธาตุฟอสฟอรัส	0.8 %	1.0 %
ธาตุโปรแตสเซียม	1.0 %	0.1 %
ธาตุแมกนีเซียม	0.2 %	0.3 %
ธาตุแมงกานีส	535.0 ppm	200.0 ppm
ธาตุเหล็ก	1611.0 ppm	180.0 ppm
Astaxanthin	78 .0 ppm	108.0 ppm

ที่มา: Hong Kyoun N. and Samuel P. Meyers (28)

2.1.4 <u>โครงสร้างของไคติน</u>

ในธรรมชาติไคตินเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างที่รวมตัวกับโปรตีนหรือแคลเซียม ซึ่งคล้ายคลึงกับองค์ประกอบโครงสร้างของ คลอลาเจนที่เป็นองค์ประกอบของ connective tissue ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม หรือเซลลูโลส หรือลิกนินในผนังเซลล์ของพืช การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไคตินและโปรตีนนั้นต้องศึกษาด้วยกลไกทางเนื้อเยื่อชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) และการย่อยสลาย (degradation) ด้วยการใช้รังสีเอ็กซ์เรย์แตกองค์ประกอบที่ซับซ้อนนั้น ทั้งนี้ไคตินที่พบทั่วไปจำนวนมากในธรรมชาติ ประกอบด้วยอมิโนซูการ์เป็นองค์

Copyright by Mahidol University

ประกอบพื้นฐาน สำหรับคุณลักษณะเฉพาะของไคตินจากเปลือกกุ้งประกอบด้วยองค์ย่อย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

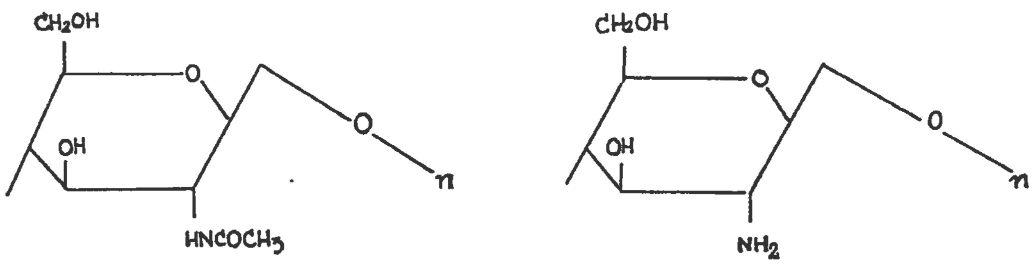
ตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบเฉพาะของไคตินจากเปลือกกุ้ง

องค์ประกอบ	จำนวน
ไนโตรเจน	7.01%
เถ้า	0.1 %
acetyl	19.6 %
deacetylation	7.5 %
ค่าความหนืด	112 * cps
residual amino acid	6.5 mg / g

<u>หมายเหตุ</u> * 1% solution on moisture and free basis in DMAC (dimethylacetamide)5% LiCl

ที่มา: Hong-Kyoun N. and Samuel P. Meyers (28)

โดยทั่วไปไคตินไม่ละลายในน้ำและถูกย่อยสลายด้วยเอ็มไซม์โครงสร้างประกอบด้วย n-acetylglucosamimeเชื่อมติดกันเป็นโซ่ยาวสูตรโครงสร้างคือ$C_6H_9O_4$ $NHCOCH_3$ ทั้งนี้ในโพลิเมอร์ของไคติน มีไคโตแซนรวมอยู่ด้วย ลักษณะโครงสร้างเช่นเดียวกับไคติน แต่มีการแทนที่ acetyl group ($-COCH_3$) คือ $C_6H_9O_4NH_2$ โครงสร้างโมเลกุลคือ



ไคติน ไคโตแซน

ที่มา: Hdwinger (25)

Copyright by Mahidol University

2.1.5 <u>การย่อยสลายไคตินในดิน</u>

ความสำคัญของไคตินในดินคือ เป็นแหล่งคาร์บอนในวัฏจักรคาร์บอนเพราะเป็นแหล่งของอาหารและพลังงานของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน นอกจากนี้ยังให้ธาตุในโตรเจนบริสุทธิ์ เซลล์ของเชื้อราส่วนมากจะมีไคตินสะสมอยู่ที่ผนังเซลล์จำนวนมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการเจริญเติบโต อายุ อุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่าง เชื้อราที่มีเส้นใยจะมีไคตินอยู่ประมาณ 2.6 ถึง26 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง ไคตินจะเข้าไปอยู่ในดินจำนวนมากในรูปของซากแมลง การที่ไคตินเข้าสู่ดินจะทำให้มีการกระตุ้นการเพิ่มขึ้นของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจะทำให้ไคตินถูกย่อยสลายในเวลาที่ไม่นาน ไคตินที่บริสุทธิ์จะทำให้อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio) ในระยะการย่อยสลายแคบลง ปริมาณไนโตรเจนอาจจะเกินความต้องการของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยเหตุนี้ถ้าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไคตินได้สามารถดำเนินกิจกรรมอย่างเต็มที่ ก็อาจจะมีการสะสมของอนินทรียสารไนโตรเจน พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจนไคตินในดิน 30-60 เปอร์เซ็นต์ ถูกย่อยสลายได้ในโตรเจน ในเวลาน้อยกว่า 2 เดือน (Alexander,16)

ในดินที่เหมาะสมสำหรับการเกษตร จะเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไคตินเป็นจำนวนมากประมาณ 106 เซลล์ต่อน้ำหนักดินแห้ง 1 กรัม ทั้งนี้ปริมาณ 90-99 เปอร์เซ็นต์ เป็นเชื้อแอคติโนมัยซีท ส่วนที่เหลือจะเป็นเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา การที่เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ดั้งเดิมในดิน (autoenthonous microorganism) เป็นจำนวนมากสามารถย่อยสลายไคตินได้ บ่งชี้ให้เห็นว่าไคตินเป็นแหล่งของคาร์บอน(carbon source) และพลังงานที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้ได้ตลอดเวลา ทำให้พบไคตินบนเส้นใยของราหลายชนิดในดิน สำหรับดินที่มีการระบายอากาศดี เชื้อแอคติโนมัยซีทที่ย่อยสลายอาจจะมีมากถึง 700 ล้านเซลล์ต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม ส่วนมากจะเป็นพวกเชื้อ *Streptomyces* รองลงมาคือ เชื้อ *Nocardia* ส่วนดินที่มีการระบายอากาศไม่ดีประชากรเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อแบคทีเรีย

<u>กลไกการย่อยสลายไคตินในดิน</u>

ปฏิกิริยาการย่อยสลายไคติน จะปลดปล่อยผลิตภัณฑ์จำนวนมาก พวก acetylglucosamine, glucosamine, acetic acid และแอมโมเนีย (NH_4^+) ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะถูกย่อยสลายต่อไปอีก โดยคาร์บอนจะถูกแปรสภาพเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และเซลล์ของ เชื้อจุลินทรีย์ปฏิกิริยาที่จำกัดอัตราการย่อยสลาย ในระยะแรกได้แก่ ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของแหล่งอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งโมเลกุลของไคตินจะมีขนาดใหญ่ และละลายได้ยากปฏิกิริยาการย่อยสลายเริ่มจากโพลิเมอร์ ที่เป็นสายยาวจะถูกไฮโดรไลซ์ เป็นหน่วยขององค์ประกอบที่เป็น Aminopolysacharide และ N-accetylglucosamine จากนั้นถูกแปรสภาพเป็น acetic acid กับ glucosamine แอมโมเนียจะถูกปลดปล่อยออกมา อาจจะมีไดแซคคาไรด์ diacetylchitobiose เป็นหน่วยองค์ประกอบหรืออาจจะเป็นไปได้ที่ chitinase enzyme จะย่อยสลายไคตินให้เป็น disaccharide ก่อนแล้วจึงจะมีน้ำย่อยอีกชนิดหนึ่งคือ chitobios enzyme มาทำลายโมเลกุลของ

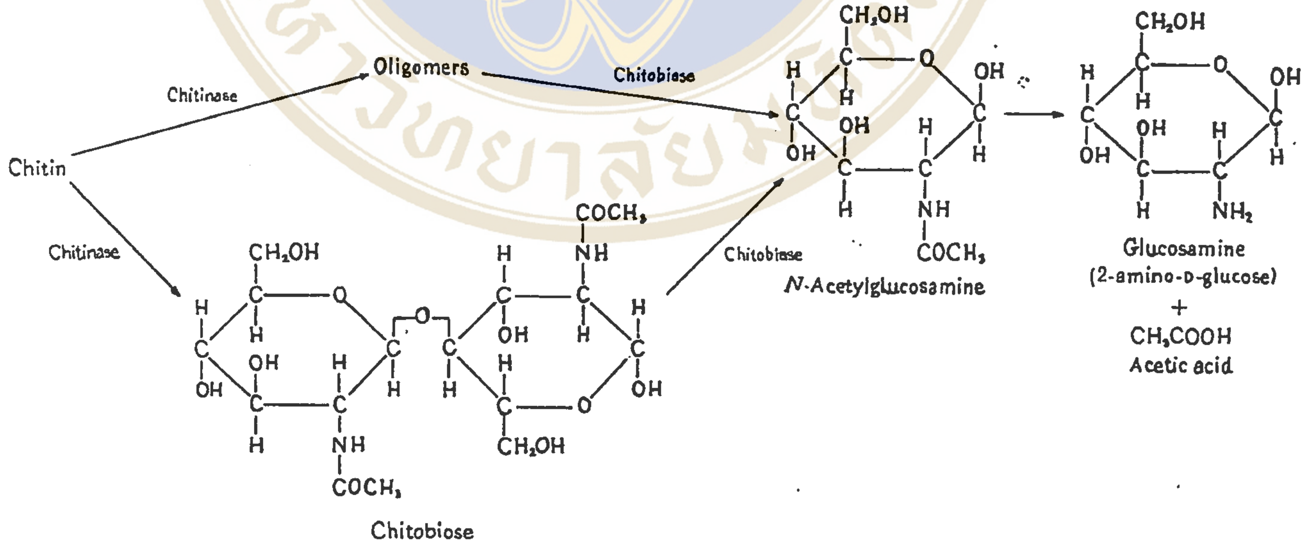
Copyright by Mahidol University

ไดแซคคาไรด์ให้แตกออกเป็น acetylglucosamine 2 ส่วนผลิตภัณฑ์ต่อไปก็จะถูกเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายได้โดยง่าย และเชื้อจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นแหล่งของคาร์บอนและพลังงานได้ ลักษณะของการแปรสภาพในช่วงนี้คือ ปฏิกิริยาจะถูกเร่งโดยน้ำย่อยที่ทำหน้าที่นอกเซลล์ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของเชื้อจุลินทรีย์พวกที่สามารถย่อยสลายไคตินได้ นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดสามารถสร้าง chitinase enzyme ได้เฉพาะเวลาที่ถูกกระตุ้นจากไคตินได้แก่ เชื้อ *Streptomyces* เป็นต้น สำหรับเอ็มไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายไคติน ได้แก่

chitinase enzyme ใช้ depolymerization สายไคตินออกเป็น oligomer ซึ่งประกอบด้วยหน่วย N-acetylglucosamine ต่อๆ กัน

chitobase หรือ N-acetylglucosamine จะไฮโดรไลซ์ส่วนที่เป็น oligomer และ dimer (chitobiose) เป็น N-acetylglucosamine

สำหรับไคตินในแมลงซึ่งมักอยู่ร่วมกับโปรตีนในรูปสารประกอบเชิงซ้อน การย่อยจะมีกลไกที่ซับซ้อนมากกว่าการย่อยไคตินบริสุทธิ์ แต่ขั้นสุดท้ายของการย่อยสลายไคติน N-acetylglucosamine จะถูกเปลี่ยนเป็น acetic acid, glucosamine แอมโมเนีย และอนุพันธุ์อื่น ๆ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนของการย่อยสลายไคตินในดิน

ที่มา: Alexander (17)

Copyright by Mahidol University

2.1.6 <u>การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร</u>

<u>ด้านการต้านแมลงศัตรูพืช</u>

การสังเคราะห์ไคตินเพื่อยับยั้งถูกค้นพบ โดยนักวิทยาศาสตร์ประเทศเนเธอร์แลนด์และถูกพัฒนาโดย Thompson Hayward บริษัทเคมีที่มีผลิตเพื่อการค้าในสหรัฐอเมริกาโดยใช้ชื่อการค้าว่า Dimilin

Virunpob (37) ศึกษาผลของไคตินต่อการยับยั้ง Aedes aegypti, Culex quinquefasciatus และ Toxorhynchtites spendens ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีผลต่อการตายของระยะ lavar, pupae และการสร้างรูปที่ไม่สมบูรณ์ของตัวเต็มวัย

และVirunpob อ้างถึง Oliver et al., (37) พบว่าการสังเคราะห์สารไคตินเพื่อเป็นสารยับยั้งนั้น มีประสิทธิภาพหลายอย่างด้วยกันคือ มีผลต่อต้านกับแมลงระยะ lavar ได้อย่างกว้างขวางเป็นการใช้การควบคุมทางชีวภาพ ที่สามารถทำให้แมลงหลายชนิดตายในหลายระยะของการเจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพทำให้แมลงตัวเต็มวัยหลายชนิดเป็นหมันได้

<u>ปฏิกิริยาด้านการต้านเชื้อโรคในพืช</u>

Allen and Hadwinger (15) รายงานว่า ผลของสารไคโตแซนเป็นตัวชักนำยีนที่ต่อต้านเชื้อโรคพืช และความสำเร็จของการกดเชื้อโรคพืชนั้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตให้เพิ่มมากขึ้น

Hadwinger (26) ทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่าสารไคโตแซนทำให้เกิดการสะสมของสาร Pisatin ในเซลล์เนื้อเยื่อถั่วซึ่ง Pisatin นี้เป็น isoflavanoid ที่ต้านต่อกิจกรรมของเชื้อราโดยเกิดจากเซลล์ถั่วที่ถูกกระตุ้นด้วยเชื้อรา ทั้งนี้แนวโน้มของการสะสมสาร Pisatin ในระยะแรกจะช้า แล้วจึงเพิ่มจำนวนมากขึ้นปฏิกิริยาระหว่างเซลล์ถั่วกับเชื้อรา *Fusarium solani* นี้สังเกตได้ว่า เกิดสารต่อต้านภายใน 1 ชั่วโมง และสารไคโตแซนที่ความเข้มข้น 7 μg/ml มีผลต่อต้านกับเชื้อรา *Fusarium solani* นอกจากนี้สารไคโตแซนยังมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราอีกหลายชนิด ได้แก่ *Phoma lingam, Virticillum dahliac, Ceratocytisulmi, Fusarium roseum sambucinum, Alternarai brassicola, Botrytis cineria, Selerotinia sclerotiarum* และ*Alternaria brassicae* ที่ความเข้มข้นของสารไคโตแซน 29, 59, 480, 59, 480, 960, 960 และ 960 μg/ml ตามลำดับ

Hawiger and Adam (22) ศึกษาคุณสมบัติในการต้านเชื้อราของสารไคโตแซนและสาร Pisatin ผลที่พบในเนื้อเยื่อที่ถูกทดสอบด้วยเชื้อราหลายชนิด แม้ว่าการแยกความสำคัญของสาร Pisatin ต่อการต้านทานโรคที่เกิดขึ้นในเซลล์ถั่วจะไม่ชัดเจนนัก แต่ผลผลิตที่ได้เป็นข้อบ่งชี้ได้ดีในการตอบสนองของพืช เมื่อนำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่า สามารถทำให้การงอก Mycelia ของ*Fusarium solanii* ช้าลง แสดงว่ามีคุณสมบัติในการต้านเชื้อราให้ถึงแก่ความตายได้ แต่ถึงแม้จะไม่มีหลักฐานของการชักนำ ภายในโครงสร้างของเนื้อเยื่อถั่ว 4-5 ชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

หลังจากที่ถูกทดสอบด้วยเชื้อรา พบว่าสารไดโตแซนที่ 7 μg/ml สามารถหยุดการขยายพันธุ์และการเจริญเติบโตของเชื้อ *Fusarium solani* ได้

Kendra et al., (29) พบว่าเมื่อทดสอบเซลล์ถั่วให้สัมผัสกับเชื้อรา *Fusarium solani* จะมีระดับของเอ็มไซม์ chitinase และ β-glucanase เพิ่มมากขึ้น แม้กลไกทางชีวเคมีสำหรับการปลดปล่อยเอ็มไซม์นี้ยังไม่สามารถเห็นได้ชัดเจน แต่ผนังเซลล์ของเชื้อราซึ่งประกอบด้วยสารไคติน และ β - glucanase น่าจะสนับสนุนการเกิดของ เอ็มไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้

โดยทั่วไปในเซลล์ของเนื้อเยื่อพืชสามารถสร้างเอ็มไซม์ endochitinase และ endo - β - 1, 3 - glucanase ซึ่งเป็นเอ็มไซม์ที่จะกดผนังเซลล์ของเชื้อรา โดยสามารถเห็นปฏิกิริยาได้ทางเซลล์วิทยา ระหว่างปฏิกิริยาของเซลล์ถั่วกับเชื้อรา *Fusarium solani* ด้วยการใช้เทคนิคทางชีวเคมีภายในเซลล์ ปฏิกิริยานี้เกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นทางพลศาสตร์ของกิจกรรมในผนังเซลล์ของเชื้อรา ที่ประกอบด้วยเอ็มไซม์ที่ทำการย่อยสลาย (endo-chitinase และ endo-β-glucanase) รวมถึงการเพิ่มขึ้นของ mRNA ซึ่งผลิต phenylalamine ammonialase (PAL) ซึ่งเป็นเอ็มไซม์ในระบบ phenylpropanoid ในพืชที่จะนำไปสู่การผลิต lignin, flavonoids, isoflavoniods, phenolics phytoalexin (antifungal) และ pisatin (Hawinger el al.,25)

Koga (30) คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยยามากุชิ จังหวัดยามากุชิ ศึกษาเกี่ยวกับเอ็มไซม์ที่เป็นปฏิกิริยาต่อต้านในพืช พบว่าเมื่อปลูกเชื้อ*Fusarium oxysporum* ลงในแยม (Dioscorea opposita thunb)ใส่สารไคติน, สารไดโตแซนโอลิโกแซคคาไรด์ (Chitosan oligosaccharides) และเอธิรีนพบว่า มีการชักนำให้เกิดเอ็มไซม์ไคติเนต เมื่อปลูกเชื้อ *Fusarium oxysporum* ลงใน Phyllanthus flexuosus callus พบว่าเอ็มไซม์ chitinase และβ 1, 3 glucanase ถูกชักนำให้เกิดขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้โปรตีนไคติเนต ถูกสร้างขึ้นก่อนและหลังการเกิดเอ็มไซม์ไคติเนต

Ouchi et al., (33) รายงานผลการศึกษาจุลชีพที่ย่อยสลายไคตินในดิน โดยคัดเลือกจุลชีพประเภทที่ย่อยสลายไคตินและเป็นจุลชีพต้านเชื้อโรค (chitinolytic and antagonistic microbials) จากห้องปฏิบัติการ คือ *Streptomyces* sp. เคลือบบนลูกปัด (bread) ศึกษาผลของการนำจุลินทรีย์ย่อยสลายไคตินบนจานเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี Three layer methods กับเชื้อรา *Fusarium oxysporum* บนจานเลี้ยงเชื้อที่เปลี่ยน Top layer เป็น soil, soil ร่วมกับ bread และ soil ร่วมกับchitin ร่วมกับ bread เปรียบเทียบปริมาณเชื้อ *Streptomyses* กับเชื้อ*Fusarium oxysporum* บนจานเลี้ยงเชื้อที่ 10, 20, 30 วัน ในการทดลองที่เป็นตัวควบคุม (soil only) การทดลองที่ใส่ soil ร่วมกับbread และsoil ร่วมกับ chitin ร่วมกับ bread พบว่าเชื้อ *Fusarium oxysporum* ลดลงตามตำรับการทดลอง แสดงว่าการเติมสารไคตินและเชื้อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารไคติน สามารถควบคุมเชื้อโรคพืชในห้องปฏิบัติการได้

Copyright by Mahidol University

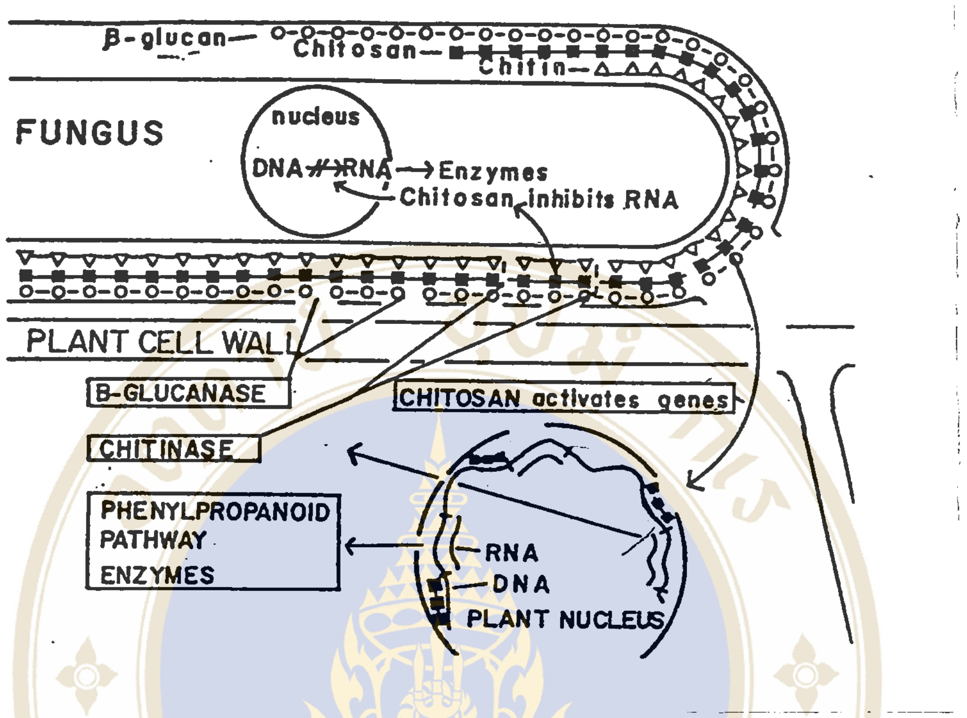
Hawinger (24) ยังศึกษาปฏิกิริยาของสารไคโตแซน โดยใช้รังสีเป็นสัญลักษณ์ของสารในเนื้อเยื่อพืช สังเกตผลทางชีวเคมีในเซลล์ DNAของเซลล์ถั่วพบว่า สารไคโตแซนซึ่งเป็นโพลิเมอร์ประจุบวกจะเข้าหาโมเลกุลของประจุลบในเนื้อเยื่อพืช และสามารถผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อพืชได้ถึง 19% แล้วเข้าไปสะสมภายในนิวเคลียส แต่กลไกของสารไคโตแซนภายในเซลล์พืชมีความสลับซับซ้อน เพราะการแสดงผลทางรังสีภายในนิวเคลียสเป็นปฏิกิริยาที่ตอบสนองการต่อต้านในลักษณะที่ไม่เป็นประจุ แต่รวมเป็นรูปของ polygucosamine ด้วยกลไกที่สลับซับซ้อนของDNA และ RNA (โดยไม่สามารถเห็นได้ชัดเจนเช่นเดียวกับตอนเข้าสู่เนื้อเยื่อพืชในระยะแรก) แล้วชักนำให้เกิดการต้านทานต่อโรค เมื่อเซลล์เนื้อเยื่อถั่วได้รับสารไคโตแซนที่ 10 ไมโครกรัมจะต้านกับเชื้อรา ***Fusarium solani*** f. sp. เกิดความต้านทานได้มากกว่าการไม่ได้รับสารโดยปฏิกิริยาที่ต้านต่อเชื้อโรคที่เกิดขึ้น โดยกลไกทางธรรมชาติจะไม่เพียงพอที่จะจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคได้

Benhamou and Theriault (18) พบว่า สารไคโตแซนสามารถต่อต้านเชื้อรา ***Fusarium oxysporum*** f. sp. ที่ทำให้เกิดโรคเหี่ยวในมะเขือเทศได้ เมื่อสเปรย์สารนี้ในอัตรา 0.5 -2.0 mg/ml หรือใช้เคลือบเมล็ด สามารถลดความเสียหายของรากได้จำนวนหนึ่ง

Hadwinger et al., (23) ศึกษาผลของการใช้สารเคลือบเมล็ดข้าวสาลี และปลูกในฤดูหนาวในแปลงเพาะปลูกติดต่อกันเป็นเวลา 5 ปี พบว่าการใช้สารไคโตแซนที่ปริมาณ 1000, 500, 250 และ125 μg/เมล็ด1กรัม สามารถป้องกันเชื้อรา ***Pseudocercosporella herpotrichides*** โดยป้องกันระบบรากไม่ให้บิด และเห็นการอักเสบเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดข้าวสาลีมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 14, 13, 21 และ 8% ตามลำดับสำรับการทดลอง อย่างไรก็ตามการใช้สารไคโตแซนต้านต่อเชื้อรา ยังไม่สามารถเกิดขึ้นได้กับเชื้อราอีกหลายชนิด (Allen and Hawinger,15)

สำหรับปฏิกิริยาระหว่างสารไคโตแซน เชื้อรา ***Fusarium solani*** และเซลล์พืชอาศัย (host) ในทางเซลล์วิทยา เมื่อเซลล์เชื้อรา ***Fusarium solani*** สัมผัสกับเซลล์ของถั่ว ดังแสดงในรูปที่ 2.4

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 2.4 แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารไคโตแซน, เชื้อรา *Fusarium sofsii* และผนังเซลล์ของถั่ว
ที่มา: Hdwinger and Adam (21)

จากรูปที่ 2.4 สารไคโตแซนสารไคติน และ glucanซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของผนังเซลล์ของเชื้อรา เมื่อเซลล์เชื้อราสัมผัสกับเซลล์เนื้อเยื่อพืชอาศัย (host) เอ็นไซม์ endo -β- 1, 3 glycanase และ endochitinase จะเป็นตัวทำลายผนังเซลล์ของเชื้อราให้เป็นชิ้นๆ เกิดปฏิกิริยาทางชีววิทยา สมมุติฐานที่น่าจะเป็นไปได้คือ เชื้อราอาจจะชักนำพืชอาศัยให้ตอบสนองต้านทานและยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยชิ้นส่วนของสารไคโตแซนในพืชอาศัย มีผลต่อโครงสร้าง chromatin และความสามารถที่สลับซับซ้อนใน DNA, mRNA ภายในนิวเคลียส จากการกระตุ้นของยีนที่ทำหน้าที่ผลิตโปรตีนจะขยายกิจกรรมของ phenyl- propanoid path way enzyme ซึ่งผลผลิตที่ได้พวก phenolic จะเปลี่ยนไปเป็นองค์ประกอบของ phytoalexin หรือ lignin like ที่ตอบสนองต้านต่อการเกิดโรค เมื่อกิจกรรมของเอ็มไซม์ end-β-glucanase และ endochitinase ช่วยให้พืชอาศัยทำลายผนังเซลล์ได้แล้วในที่สุด chitosan rich fragment ก็จะเข้าสู่ผนังเซลล์และนิวเคลียสของเชื้อรา แสดงการหยุดยั้งการสะสมหรือสร้าง RNAในที่สุดเชื้อราก็จะหยุดการเจริญ เติบโต (Hadwinger and Adams, 21)

Copyright by Mahidol University

การปรับปรุงคุณภาพดินทางด้านอินทรียวัตถุ

Spiegel et al., (36) ศึกษาปุ๋ยจากโปรตีนไคตินที่ได้จาก crustacean shell ในแง่ของการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ ในกระหล่ำจีน (Chinese cabbage) โดยปลูกเมล็ดผักกระหล่ำจีนในดินร่วมปนทราย (sandy loam soil) ที่อุณหภูมิต่างๆ (15, 20, 30 และ 35 องศาเซลเซียส) วัดค่าแอมโมเนียม (NH_4^+) ที่ได้จากการใช้ปุ๋ยน้ำสูตร 4-2-8 (mineral treated plants) clandosan (CLA) และ urea formaldehyde (UF) วัดค่าแอมโมเนียม เมื่อปลูกพืชได้ 14 วันจากปุ๋ยทั้ง 3 ชนิด ผลการทดลองพบว่า ในตำรับที่ใช้ปุ๋ย CLA หรือ UF ในผักกระหล่ำจีน ประกอบด้วยความเข้มข้นของไนโตรเจน ที่ปล่อยออกมามากกว่าในตำรับที่ใช้ปุ๋ยน้ำและ clandosan (CLA) เป็นสารที่ให้ผลของปุ๋ย ที่ปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ ได้ดีเช่นเดียวกับ urea formaldehyde (UF) ในผักกระหล่ำจีน

Copyright by Mahidol University

2.2 ถั่วเหลือง

ชื่อสามัญที่ใช้เรียกมีหลายชื่อเช่น soya bean, soja bean, Chinese pea และ Manchurian bean

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Glycine max* (L.) Merrill.

Family Leguminosae

subfamily Papilionoidae

2.2.1 <u>ลักษณะรูปร่างโดยทั่วไปของถั่วเหลือง</u>

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่ในเมล็ดมีน้ำมันอยู่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปจะมีลำต้นตั้งตรงความสูงอยู่ระหว่าง 50-120 เซนติเมตร การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองเป็นการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านรูปร่างและสรีรวิทยา โดยขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุกรรมของพืชและสภาพแวดล้อม ที่ถั่วเหลืองนั้นได้รับตลอดอายุของการเจริญเติบโตได้แก่ ช่วงแสง อุณหภูมิ ความชื้น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โรคและแมลงศัตรูพืช ลำต้นถั่วเหลืองประกอบด้วยข้อและปล้อง บนข้อเป็นที่เกิดของใบและกิ่งแขนง ใบแรกของถั่วเหลืองคือ ใบเลี้ยงเกิดอยู่ตรงข้อแรกของลำต้น ข้อที่สองถัดขึ้นไปเป็นที่เกิดของใบจริงที่เป็นใบเดี่ยว (unifoliate leaf) และกิ่งจะเป็นใบประกอบ (trifoliate leaf) เกิดสลับกันบนลำต้น กิ่ง ก้านใบ และฝักจะปกคลุมไปด้วยขนเล็กๆ ซึ่งมีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ของถั่วเหลือง การแตกกิ่งของถั่วเหลืองเกิดจากตาข้าง (axillary bud) ตรงโคนก้านใบส่วนล่างของลำต้น จำนวนกิ่งจะผันแปรไปตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม การเจริญหลังจากถั่วเหลืองโผล่พ้นดินแล้วจนกระทั่งดอกแรกปรากฏ เรียกว่าการเจริญเติบโตระยะก่อนออกดอก (vegetative growth) ซึ่งจะเป็นระยะที่มีการสร้างส่วนของลำต้น กิ่ง ก้านและใบ มีการสะสมอาหาร (food reserve) ไว้สำหรับการเจริญเติบโตในระยะหลังออกดอก (reproductive growth) ต่อไป ช่อดอกของถั่วเหลืองเป็นแบบ raceme เกิดจากตาข้างและตายอดตรงข้อของลำต้นและกิ่งแขนง จำนวนดอกนี้จะไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิและความชื้น หลังปฏิสนธิแล้วดอกก็จะพัฒนาไปเป็นฝัก แต่ละข้อจะมีฝัก 0-5 ฝัก ในฝักจะมีเมล็ด 1-5 เมล็ดอยู่ภายใน ระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ถั่วเหลืองออกดอกจนถึงสุกแก่ เรียกว่าระยะการเจริญเติบโตหลังออกดอก (reproductive growth) การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองแบ่งออกเป็นระยะที่สำคัญได้ 3 ระยะ คือ (อภิพรรณ,14)

1.การเจริญเติบโตก่อนออกดอก หมายถึง การเจริญเติบโตเพื่อสร้างกิ่งก้านสาขาของใบ

2.การสร้างดอกและฝักตลอดจนองค์ประกอบของผลผลิต

3.การสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ด ซึ่งเป็นระยะที่มีการเคลื่อนย้ายน้ำหนักแห้งจากส่วนต่างๆ ของพืชไปสู่เมล็ด

Copyright by Mahidol University

2.2.2 ถั่วเหลืองพันธุ์ ส. จ. 5

หรือสายพันธุ์ 7024-2 คัดได้จากลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ 64-104 (Tainung # 4) จากได้หวันกับพันธุ์ส.จ.2 ที่สถานีทดลองพืชไร่แม่โจ้และศรีสำโรง เป็นถั่วเหลืองพันธุ์ไม้ทอดยอด ลำต้นสีม่วงใบจริงมีรูปร่างกลมรีค่อนข้างหนาสีเขียวเข้ม ขนที่ใบและลำต้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน สูงประมาณ 57 เซนติเมตร ดอกสีม่วงขนที่ฝักเป็นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อฝักแก่และแห้งมีความเหนียวพอสมควร ไม่แตกง่ายสามารถทิ้งไว้ในแปลงนานประมาณ 2 สัปดาห์ เมล็ดมีสีฟางข้าว ตา (hilum) มีสีน้ำตาลอ่อน ลักษณะเมล็ดค่อนข้างกลม

2.2.3 การเกิดโรคในถั่วเหลือง

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีโรคหลายโรคเข้าทำลาย สถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตร (12) รายงานว่า พบเชื้อโรคมากกว่า 100 ชนิดบนถั่วเหลือง และมีประมาณ 35 ชนิดที่เกิดแล้วทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ประเทศไทยพบเชื้อโรคบนถั่วเหลืองมากกว่า 20 ชนิด โรคบางชนิดมีความสำคัญเฉพาะในบางฤดูของการเพาะปลูก บางชนิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทั้งนี้ทุกส่วนของถั่วเหลืองตั้งแต่รากถึงยอดเชื้อโรคสามารถเข้าทำลายได้ ความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นจะมากน้อยขึ้นกับชนิดของเชื้อ ความรุนแรงของการเกิดโรค โรคของถั่วเหลืองที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่สำคัญคือ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย เชื้อวิสา ไส้เดือนฝอย เป็นต้น สำหรับเชื้อราที่เป็นสาเหตุของการทำลายถั่วเหลือง มีหลายชนิดด้วยกัน ทำให้มีการใช้ยาป้องกันกำจัดกันอย่างกว้างขวาง เชื้อราในดินที่สำคัญตัวหนึ่งคือ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc. เป็นเชื้อราที่มีการระบาดแพร่หลายทั่วโลก และรุนแรงในบางส่วนของโลก มีรายงานว่าพืชอาศัยของราชนิดนี้มีมากกว่า 183 ชนิด

2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของเชื้อรา *Sclerotium Rolfsii* Sacc.

เชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc. นี้ Rolf เป็นคนแรกที่พบเชื้อราสาเหตุของโรค bright ของมะเขือเทศในรัฐฟอริดาตั้งแต่ก่อนปี ค.ศ.1900 Saccardo เป็นผู้ตั้งชื่อ *Sclerotium rolfsii* sacc. โดยถือรายละเอียดตามหลักฐานของ Rolf ในปี ค.ศ. 1911 ซึ่งเป็นราชนิดหนึ่งจัดอยู่ในพวก Fungi Imperfecti อนุกรมวิธานของเชื้อรานี้คือ

Class Deuteromycetes

Order Mycelia Sterilia

Genus *Sclerotium*

Species *rolfsii*

Copyright by Mahidol University

2.3.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* Sacc.

เชื้อราชนิดนี้ไม่สามารถสร้าง asexual spore แต่จะสร้างโครงสร้างที่ต้านทาน เรียกว่า "sclerotia" ที่เกิดจากการพันประสานกันของเส้นใย และรวมตัวกันแน่นมีสีน้ำตาล สามารถเจริญและสร้างเส้นใยได้ จุดที่ทำให้เกิด sclerotia ระยะแรกอาจเกิดจากเส้นใย 3-12 เส้น มาเรียงกัน หรือเกิดจากเส้นใยเพียง 1-2 เส้นมาสานทับกัน ขณะเดียวกันก็เกิด septate ขึ้นถี่ๆ มีการแตกแขนงสั้นๆ ของเส้นใยสานกันเป็นร่างแหและพัฒนาเป็นเมล็ดเล็กๆ สีขาว เมื่อเจริญเต็มที่จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชั้น ดังนี้คือ (ธรรมศักดิ์,4)

1. cuticle ชั้นของเซลล์รอบนอกสุดองค์ประกอบภายในเซลล์สลายตัวหมด เหลือแต่ผนังเซลล์สีเข้มผนังหนาทำหน้าที่ห่อหุ้มเม็ด sclerotium ไว้

2. rind เป็นชั้นถัดเข้ามาประกอบด้วยเซลล์แบนๆ ผนังหนาสีเข้มเพราะมี สาร เมลานิน (melanin) สะสมอยู่มาก แต่ภายในว่างเปล่าไม่มีองค์ประกอบใดๆ ชั้นนี้กว้าง 2-4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีขนาดเฉลี่ย 3.7ไมครอน

3. cortex เป็นชั้นถัดจาก rind ประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่ ผนังบางสีอ่อนลง เซลล์ชั้นนี้จะมี vesicles มากมาย ซึ่งมีอาหารสะสมอยู่มาก (reserve material) จึงทำให้ย้อมติดสีดี ชั้นนี้กว้าง 6-8 เซลล์ ขนาดเซลล์เฉลี่ย 14-17 X 7-11 ไมครอน

4. medulla เป็นชั้นในสุดที่ยังคงลักษณะของเส้นใยสานกันอยู่อย่างหลวมๆ เป็นทั้งเซลล์ผนังหนาและบาง ซึ่งภายในมีอาหารสะสมอยู่กับส่วนของเซลล์ที่ว่างเปล่า

ในชั้น cortex และ medulla ไซโตปลาซึมจะมองเห็นเป็นเม็ดๆ (granulated cytoplasm) รวมเรียกสองชั้นนี้ว่า intermediate cell ซึ่งสามารถงอกเจริญเป็นเส้นใยต่อไปได้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม โดยกลุ่มของเส้นใยจะแทงทะลุผ่าน rind และ cuticle โดยอาศัยพลังงานสะสมภายใน ทิ้ง rind ที่ว่างเปล่าไว้ การงอกแบบนี้เรียก eruptive germination การงอกอีกแบบเรียก hyphal germination โดยกลุ่มของเส้นใยที่เรียก hyphal strand แทงทะลุผ่านออกมาจากผิวของ sclerotia บนอาหารเลี้ยงเชื้อการเริ่มสร้างเม็ด sclerotia หลังจากเจริญบนอาหารแล้ว 4 วัน โดยจะเกิดเป็นจุดสีขาวอ่อนแล้วค่อยๆ ขยายขนาดขึ้นขณะเดียวกันสีเข้มขึ้นจนเป็นสีดำผนังเรียบรอบๆ ผิวจะมีน้ำเป็นชั้นบางๆ ฉาบอยู่จำนวนมาก รูปร่างของ sclerotium ขึ้นกับชนิดของอาหาร biotypes และสภาวะแวดล้อม อาจมีรูปร่างเป็นครึ่งวงกลมหรือรูปไข่ sclerotia ที่สร้างบนต้นพืชมักมีรูปร่างกลมสม่ำเสมอ ผิวเรียบกว่าบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือระยะแรกๆ ผิวอาจกลมเรียบ ต่อมาผิวอาจย่นบางครั้งอาจมีการรวมตัวของเม็ด sclerotia เป็นกลุ่มรูปร่างขนาดของเมล็ด sclarotia ผันแปรไปตามชนิดของอาหารและสิ่งแวดล้อม มีตั้งแต่ขนาด 0.5-0.8 มิลลิเมตร (Aycock,17)

Copyright by Mahidol University

2.3.2 การเข้าทำลายและลักษณะอาการของโรค

เชื้อรา *Sclarotium rolfsii* นี้สามารถเข้าทำลายพืชได้ทั้งระยะกล้าและต้นแก่ โดยเฉพาะต้นกล้า เมื่อเชื้อเข้าทำลายพืชจะแสดงอาการไหม้ (Seeding bright) และตายอย่างรวดเร็ว การเข้าทำลายโดยผ่านรูเปิดธรรมชาติหรือแผล เริ่มจากเส้นใยที่ไปสัมผัสกับผนังเซลล์ แล้วพัฒนาเปลี่ยนไปเป็น appressorium ที่เกาะติดกับ epidermal cell จากนั้นจะขับ cellulolytic enzyme เช่น oxalic acid ออกมาทำลาย parenchimal cell ประมาณ 2-4 ชั้นก็จะตายไป เชื้อนี้สามารถเจริญเข้าไปในทุกชั้นของเนื้อเยื่อพืชโดยขับ oxalic acid ออกมาทำลายเซลล์ให้เน่าและ

ธรรมศักดิ์ (4) อ้างถึง Chandrasrikul and Puckdeedinddan ว่าเชื้อราชนิดนี้ทำให้เกิดโรคกับพืชตระกูลถั่วได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วฝักยาว เป็นต้น

ธรรมศักดิ์และคณะ (5) พบว่า อาการของโรคสังเกตได้จากระบบราก และบริเวณรอบๆ โคนต้นจะพบกลุ่มเส้นใยสีขาวแผ่กระจายออกมารอบต้นที่เหี่ยวเฉา บางครั้งมีเม็ด sclerotia เกาะอยู่ด้วยในกรณีที่พืชต้นโตและกำลังลงฝัก อาการที่เหี่ยวเฉาจะสังเกตได้จากยอดที่ลู่พับลงเป็นกอๆในแปลงที่เป็นโรคจะพบว่าต้นพืชขึ้นไม่สม่ำเสมอ

วรรณวิไล (9) อ้างถึง Agrios ว่าเชื้อ *Sclerotium.rolfsii* นี้สามารถเจริญได้ดีในช่วงpH ของดินกว้างคือตั้งแต่ 1.4-8.8 สำหรับพืชตระกูลถั่วตามปกติลำต้นเป็นส่วนที่เชื้อเข้าทำลายบ่อยครั้งและรุนแรง โดยเกิดการเหี่ยวของกิ่งขึ้นทันทีทันใด ใบย่อยเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือเขียวซีดและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ในที่สุดต่อมากิ่งที่อยู่ใกล้กันก็จะถูกทำลายการเหี่ยวมีสาเหตุมาจากการที่ลำต้นส่วนที่ติดกับพื้นดินถูกทำลาย การเจริญเติบโตของเส้นใยเหนือผิวดินหรือในอินทรียวัตถุที่ทับถมอยู่เป็นไปอย่างรวดเร็ว และลุกลามไปยังกิ่งอื่นๆ ภายในเวลา 2-3 วัน ต้นพืชที่ตายแล้วจะคงยืนต้นอยู่ได้ บริเวณของลำต้นที่เชื้อเข้าทำลายจะฉีกและมีเม็ด sclerotia ปรากฏอยู่ ลำต้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลใบย่อยของพืชที่เชื้อเข้าทำลายจะเล็กกว่าใบปกติ การเข้าทำลาย primary และ secondary root เกิดได้น้อยกว่าการเข้าทำลายลำต้นหรือเข็ม

นอกจากนี้วรรณวิไล (9) ยังรายงานว่าเชื้อนี้สามารถเจริญอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม นานมากกว่า 1 ปีในเศษซากพืช แสดงว่า แนวโน้มของการทำความเสียหายให้เกิดกับพืชในอนาคตสามารถเกิดได้มาก

Aycock (17) กล่าวว่า ถ้าเกิดกับต้นกล้าขณะที่อุณหภูมิเหมาะสม ภายใน 2-4 วันที่เชื้อเข้าลายจะแสดงอาการเน่าของรากถึงที่ระดับดินและตายในที่สุด

Punja (34) กล่าวว่า เชื้อนี้สร้าง oxalic acid น้ำย่อยพวก peptic acid และ cellulolytic enzyme มาย่อยเนื้อเยื่อ และสามารถเจริญเข้าไปสร้างเม็ด sclarotia ในสภาพที่มีความชื้นสูง อุณหภูมิที่เหมาะสม 27-30 องศาเซลเซียส มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 15-20 ก๊าซ

Copyright by Mahidol University

คาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 0.5-9 ของปริมาณกาซทั้งหมดในดิน ได้รับแสง และอยู่ในดินลึกไม่เกิน 25 เซนติเมตร

2.4 ป้องกันเชื้อโรคพืชทางชีววิธี

การพัฒนาแนวคิดของนักกีฏวิทยาและปรัชญาเกี่ยวกับการควบคุมธรรมชาติ การใช้แมลงควบคุมแมลงศัตรูนับว่าประสบความสำเร็จครั้งแรก จากการศึกษาของ Doutt ในปีพ.ศ. 2305 และต่อมาปีพ.ศ. 2459 Howard ได้เสนอให้ใช้คำว่า "วิธีการทางชีววิธี"(biological method) และต่อมาปีพ.ศ. 2462 Smith ได้เรียกว่า "การควบคุมโดยชีววิธี"(biological control) ในช่วงเวลาดังกล่าวนับได้ว่าเป็นระยะหนึ่งของการควบคุมธรรมชาติ ดังนั้นการควบคุมโดยชีววิธีจึงใช้กันเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน หลังจากนั้นความหมายจึงค่อยๆ เพิ่มมากขึ้นโดยรวมถึงการนำสิ่งที่ไม่มีชีวิตมาใช้ด้วยได้แก่ การใช้ปุ๋ย การอบดิน เป็นต้น หรืออาจเกี่ยวข้องกับเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน (antagonist) ต่อเชื้อโรค ดังนั้นคำว่า "การควบคุมโดยชีววิธี" จึงยอมรับมาใช้กันในความหมายที่กว้าง ในปีพ.ศ. 2510 Beirne เสนอแนวคิดอย่างกว้างว่า สิ่งมีชีวิตใดก็ตามที่มนุษย์สามารถนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการควบคุมศัตรูพืชจัดว่าเป็นตัวควบคุมโดยชีววิธี (biological control agents) ดังนั้นการควบคุมโดยชีววิธีนั้นจึงเป็นวิธีการหนึ่งของการควบคุมศัตรูพืชร่วมกันหลายๆ วิธี

Cook (19) กล่าวว่าเป็นการลดประชากรของเชื้อโรคโดย การใช้เชื้อต่อต้านทำลายป้องกันผิวของพืชที่จะเป็นทางให้เกิดแผลของพืชได้แก่ บริเวณใบ ราก เป็นต้น ซึ่งโดยปกติจะเกิดทางป้องกันของพืชทางชีววิธีอยู่แล้ว โดยการแข่งขันกันของเชื้อจุลินทรีย์ หรือการปลดปล่อยสารปฏิชีวนะ หรือยับยั้งเชื้อก่อโรค และส่งเสริมสนับสนุนเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ก่อโรคหรือสิ่งที่ทำให้เกิดความต้านทานที่แข็งแรงในพืช สามารถเข้าแทนที่เชื้อก่อโรคได้

โดยสรุปแนวคิดของการควบคุมโดยชีววิธีในปัจจุบันหมายถึง การลดปริมาณของเชื้อก่อโรค (inoculum) หรือการลดกิจกรรมการเกิดโรคของเชื้อโรค หรือที่อยู่ในระยะที่มีปฏิกิริยา (active) หรือระยะพักตัว (dormant) ด้วยการใช้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง หรือมากกว่าเข้ามาทำการป้องกันกำจัดเพื่อให้บรรลุสำเร็จโดยวิธีธรรมชาติ หรือโดยการจัดการสิ่งแวดล้อม สิ่งอาศัย เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน หรือด้วยการนำเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้าน (anlagonist) ชนิดหนึ่งหรือมากกว่ามาใช้ในการควบคุม

2.4.1 <u>การควบคุมโรคพืชที่เกิดจากเชื้อ</u> *Sclerotium rolfsii*

ก. การควบคุมด้วยวิธีเขตกรรม

Punja (34) กล่าวว่าการปลูกพืชหมุนเวียนเป็นวิธีการที่ได้ผลน้อย เนื่องจากเชื้อ *Sclerotium rolfsiis* มีพืชอาศัยกว้างและสามารถอาศัยอยู่กับเศษซากพืชได้

Copyright by Mahidol University

นอกจากนี้ Punja (34) ได้กล่าวอีกว่า การไถพรวนเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดการเจริญของเชื้อ โดยทำให้ส่วนของเชื้อฝังจมอยู่ในดิน ซึ่งถ้าหากลึกเกินกว่า 12 เซ็นติเมตร แล้วเชื้อไม่สามารถเจริญได้ แต่หากเกิดโรคมากการไถกลบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถลดการเกิดโรคได้ จะต้องร่วมกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน สารเคมี หรือหลีกเลี่ยงการปลูกพืชในพื้นที่นั้น

ข. การควบคุมด้วยเชื้อจุลินทรีย์

เนื่องจากการควบคุมเชื้อ *Sclerotium rolfsii* และสาเหตุโรคพืชในดินชนิดอื่นๆ ทำได้ยาก โดยปกติเชื้อจุลินทรีย์ในดินซึ่งมีคุณสมบัติเป็น parasite หรือมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคพืชอยู่แล้ว

วรรณวิไล (9) อ้างถึงBrathwaite and Cunningham พบว่า *Pseudomonas aeruginosa* สร้างสารปฏิชีวนะ pyocyacin ที่ยับยั้งการเจริญและการงอกของเชื้อ *Sclerotium rolfsii*

Cook (19) กล่าวว่าเชื้อ *Trichoderma* spp., *Bacillus* spp. และ *Pseudomonas* spp. มาใช้ร่วมกับสารเคมี หรือใช้แทนสารเคมี เป็นแนวทางที่จะลดปัญหาจากการใช้สารเคมีลงได้ และอีกประการหนึ่งเชื้อจุลินทรีย์ในดินสามารถที่จะเพิ่มปริมาณ และคงทนอยู่ในดินได้นานกว่าสารเคมี

Elad et al., (20) กล่าวว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการเป็น parasite ของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* สามารถเข้าทำลายเส้นใยโดยการพันรอบเส้นใยของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ย่อยสลายผนังเซลล์ และเจริญเข้าไปภายในเส้นใยโดยตรงโดยเอ็มไซม์ 1,3-glucanase และ chitinase ที่สร้างได้โดยเชื้อ *Trichoderma harzianum* สามารถย่อยผนังเส้นใยของเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ได้

Henis (27) พบว่า เชื้อ *Trichoderma* สามารถทำลายเม็ดสคลอโรเทียม โดยการแทงผ่านชั้น rindและcortexไปทำให้ชั้น medullar ถูกย่อยสลาย (lysis) แล้วสร้างคลาไมโดสปอร์ (chlamydospore) อยู่ภายในและโคนิเดียม (conidium) ภายนอกเม็ดสคลอโรเทียม เชื้อ *Trichoderma hamatum* ที่แยกได้จาก เม็ดสคลอโรเทียมและจากดิน สามารถยับยั้งการเจริญโดยคลุมทับไคโลนีของเชื้อ *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

2.5 ดินชุดมาบบอน

ชนิดของดินเป็นดิน	fine loamy, mixed, isohyperthermic, oxic paleustults
วัตถุต้นกำเนิด	เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินแกรนิตและหินควอร์ตไซด์ที่เกิดอยู่กับที่
สภาพพื้นที่	ลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 3-6 เปอร์เซ็นต์
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ส่วนใหญ่ปลูกมันสำปะหลัง
การกระจาย	พบมากตามบริเวณภาคตะวันออก โดยเฉพาะจังหวัดระยอง ชลบุรีและฉะเชิงเทรา เนื้อที่ 105,258.7, 98947.8 และ 10367.6 ไร่ ตามลำดับ
การเรียงชั้น	$Ap\text{-}B_1\text{-}B_{12t}\text{-}B_{22t}$
สันฐานดิน	เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วนสีน้ำตาลเข้มปนเหลืองหรือสีน้ำตาลดินลึกไม่เกิน 15 เซ็นติเมตร ดินบนตอนล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้ม ส่วนดินล่างมีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนใหญ่ดินล่างจะพบกรวดปะปนอยู่ สีพื้นเป็นสีน้ำตาลแก่หรือสีแดงปนเหลือง ส่วนใหญ่อยู่ในความลึกตั้งแต่ 50-100 เซ็นติเมตร การระบายน้ำดีความสามารถในให้น้ำซึมผ่านได้เร็วการไหลของน้ำบนผิวดินเร็ว
สมบัติทางเคมีที่สำคัญ	ความเป็นกรดเป็นด่าง ดินบน 5.5-7.0 ดินล่าง 5.5-6.0 อินทรียวัตถุ ดินบน < 1.5 % ดินล่าง < 1.5 % cec ดินบน < 10 meq / 100g. soil ดินล่าง < 10 meq / 100g. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ดินบนและดินล่าง < 10 ppm โปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ ดินบนและดินล่าง < 60 ppm ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินชุดนี้ ปรากฏว่าปฏิกิริยาของดินชุดนี้เป็นดินที่มีความเป็นกรดเป็นด่างแก่ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกต่ำ การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างปานกลาง ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ปริมาณธาตุโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ โดยสรุปดินชุดนี้มีปริมาณธาตุตามธรรมชาติต่ำ และมีสมบัติทางกายภาพค่อนข้างดี เนื่องจากเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย
ข้อจำกัดการใช้ประโยชน์	ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย เกิดปัญหาการชะล้างพังทรายของดินได้ง่าย

Copyright by Mahidol University

ข้อแนะนำการใช้ประโยชน์	ดินชุดนี้ส่วนใหญ่ใช้ปลูกมันสำปะหลัง การใช้ประโยชน์ต้องคำนึงถึงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมีในอัตราและเวลาที่เหมาะสมควร มีการปลูกพืชคลุมดิน พืชหมุนเวียนเพื่อป้องกันการกัดกร่อนและเพิ่ม อินทรียวัตถุลงดิน มีความเหมาะสมอย่างยิ่งในการปลูกยางพารา ทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ปลูกไม้ยืนต้น มีความเหมาะสมปานกลางในการปลูกพืชไร่ และไม่มีความเหมาะสมในการปลูกข้าว

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

3.1 อุปกรณ์

- เมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5
- เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.
- สารไคโตแซน (chitosan) และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ (chitin protein complex) ชนิดผงแห้ง ของบริษัทยูนิคอร์ดประเทศไทยจำกัด
-ดินชุดมาบบอนจากศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอมหาสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา
- ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15
- กระถางดินเผาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 นิ้ว
- ยาป้องกันและกำจัดแมลง:ชื่อทางการค้าแลนเนต
- ตู้อบไอน้ำและตู้เย็น
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 2, 4 มิลลิเมตร
- อุปกรณ์สำหรับวัดการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และเก็บข้อมูลได้แก่ ไม้บรรทัด ตารางบันทึกผล และถุงพลาสติก ฯลฯ
- อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์เคมีดิน
- อุปกรณ์และเคมีภัณฑ์สำหรับการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในดิน

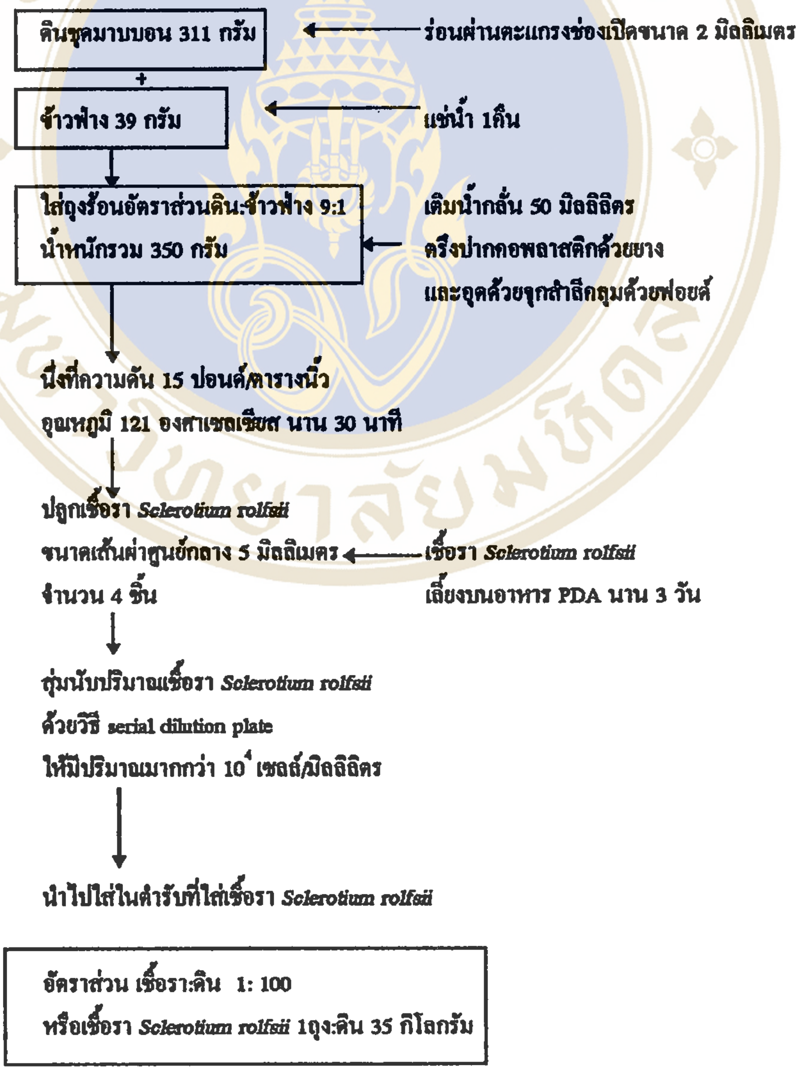
3.2 ขั้นตอนการเตรียม

3.2.1 ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 จำนวน 12 เมล็ดต่อกระถาง รวมประมาณ 200 เมล็ด จากกรมส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ ผ่านการฆ่าเชื้อที่ติดมากับเมล็ดด้วยการแช่น้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

3.2.2 เชื้อรา*Sclertoium rolfsii* เตรียมโดยนำดินจากศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา ร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่องเปิด 2 มิลลิเมตร ผสมกับเมล็ดข้าวฟ่างที่ผ่านการแช่น้ำ 1 คืน อัตราส่วนระหว่างดิน:ข้าวฟ่างเท่ากับ 9:1 โดยน้ำหนัก ใส่ถุงร้อนขนาด 10 x11 นิ้ว ให้ปริมาตรโดยรวมต่อถุงได้ 350 กรัม (ดิน 311 กรัม:ข้าวฟ่าง 39 กรัม) เติมน้ำกลั่นถุงละ 50 มิลลิลิตร ใช้คอพลาสติกสวมปากถุงแล้วตรึงปากคอพลาสติกด้วยยาง อุดจุกด้วยสำลีและคลุมด้วยฟอยด์ด้านบนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่

Copyright by Mahidol University

ติดมากับวัสดุ ในตู้อบไอน้ำที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที ปล่อยให้เย็น ปลูกเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ได้จากการเจาะด้วย cock border ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น บริเวณขอบโคโลนีของเชื้อราที่เจริญบนPDA 3 วัน ใส่ในถุงดินผสมข้าวฟ่างที่เตรียมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 7 วัน จากนั้นนำเส้นใยของเชื้อราที่เจริญเต็มถุงสุ่มนับประมาณปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ด้วยวิธี serial dilution plate บนอาหาร PDA นับปริมาณเชื้อรา ก่อนนำไปใส่ลงดินในกระถางที่เตรียมไว้สำหรับปลูกถั่วเหลือง ให้มีจำนวนมากกว่า 10^4 เซลล์/มิลลิลิตร เตรียมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จำนวน 20 ถุง นำเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่เตรียมไว้สำหรับใส่ในตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อรา สัดส่วนเชื้อราต่อดิน เท่ากับ 1:100 โดยน้ำหนักหรือ 350 กรัม:35 กิโลกรัม หรือ 1 ถุง: ดิน 1 กระถางรวม 15 กระถาง ดังแสดงในแผนภูมิ



Copyright by Mahidol University

3.2.3 สารไคโตแซนปริมาณ 0, 35 และ 140 มิลลิกรัมต่อดิน 1 กระถาง (35 กิโลกรัม)

สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณ 0, 35 และ 165 กรัม ต่อดิน 1 กระถาง (35 กิโลกรัม)

3.2.4 การเตรียมดิน

นำดินจากศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 35 กิโลกรัมต่อกระถางรวม ประมาณ 1100 กิโลกรัม เตรียมจากดินที่ระดับชั้นความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร ตากดินให้แห้งในที่ร่ม 1 สัปดาห์ นำมาร่อนผ่านตะแกรงช่องเปิดขนาด 4 มิลลิเมตร ให้เมล็ดดินมีความสม่ำเสมอ

3.3 วิธีการวิจัย

3.3.1 แผนการทดลองวางแผนการทดลองโดยปลูกถั่วเหลืองในกระถางแบบ Complete Randomized Design (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 10 ตำรับ แต่ละตำรับการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ รวมการทดลอง 30 หน่วยการทดลองประกอบด้วย

ตำรับที่ 1 ตำรับควบคุมดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 2 ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 3 ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 4 ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 5 ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 6 ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ปริมาณ 350 กรัม /ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 7 ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัมร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ประมาณ 350 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 8 ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัมร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ประมาณ 350 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 9 ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม ร่วมกับ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ประมาณ 350 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

ตำรับที่ 10 ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม ร่วมกับ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ประมาณ 350 กรัม/ดิน 35 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ตำรับการทดลองตามแผนการทดลอง CRD และตารางสุ่มตำรับการทดลองเพื่อจับสลาก แสดงดังตาราง ตำรับการทดลอง

T1R1	T1R2	T1R3
T2R1	T2R2	T2R3
T3R1	T3R2	T3R3
T4R1	T4R2	T4R3
T5R1	T5R2	T5R3
T6R1	T6R2	T6R3
T7R1	T7R2	T7R3
T8R1	T8R2	T8R3
T9R1	T9R2	T9R3
T10R1	T10R2	T10R3

Copyright by Mahidol University

จากตารางตำรับ การทดลอง เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ในการทดลอง จึงต้องวางตำแหน่งตำรับการทดลองดังแสดงใน ตารางสุ่ม

T10R2	T6R3	T8R3	T4R2	T5R3
T6R2	T6R1	T9R3	T1R1	T4R1
T7R1	T7R3	T10R1	T5R1	T2R2
T8R2	T10R3	T2R3	T2R1	T4R3
T7R2	T9R2	T1R3	T3R1	T5R1
T8R1	T9R1	T1R2	T3R3	T3R2

3.3.2 วิธีการปลูกนำเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่เตรียมไว้ปลูกลงในดินซึ่งได้ผสมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และไม่ได้ผสมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ผสมสารไคไตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ปริมาณต่างๆ ตามตำรับการทดลอง โดยนำเมล็ดปลูกลงในกระถางจำนวน 12 เมล็ดต่อกระถาง ฝังดินให้ลึกประมาณ 1.5 เซนติเมตรโดยประมาณหว่านเมล็ดให้ทั่วภายในกระถางโดยให้เมล็ดงอกทั้งหมด และถอนทิ้งเหลือต้นที่แข็งแรง 2 ต้นในสัปดาห์ที่ 2 (เมื่อต้นถั่วเหลืองอายุ 14 วัน)

3.3.3 การบำรุงรักษา

- การให้น้ำให้สม่ำเสมอในระยะแรกเวลาเช้าและเมื่อดินแห้งมาก เวลาเย็นซ้ำอีกครั้งปริมาณให้เท่ากันทุกกระถาง

- ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 5.48 กรัมต่อกระถางให้เมื่อเริ่มปลูกวันแรก

- การป้องกันและกำจัดแมลงใช้สารเคมี ชื่อทางการค้าแลนเนต

- การกำจัดวัชพืชใช้แรงงานคน เมื่อพบเห็นวัชพืชและทุกครั้งที่ทำการ วัดการเจริญเติบโตและเก็บตัวอย่างดิน

Copyright by Mahidol University

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 การวัดการเจริญเติบโต

ทุกสัปดาห์ ตั้งแต่วันเริ่มปลูก เมื่ออายุ 7, 14, 21 และ 28 วัน

ทุก 2 สัปดาห์ เมื่ออายุ 42, 56, 70 วัน

ทุกสัปดาห์เมื่ออายุ 77, 84, 91 วันและวันเก็บเกี่ยว

ข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทั่วไป ได้แก่ ความสูงต่อต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบริเวณโคนต้น จำนวนข้อต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น

ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ในวันเก็บผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง

ระหว่างเก็บข้อมูลสังเกตการเกิดโรคโคนเน่าของต้นถั่วเหลือง ตลอดการเจริญเติบโตโดยตรวจดูระดับความเป็นโรค ตลอดระยะเวลาของการเจริญเติบโตด้วยการสังเกตบริเวณรอบโคนต้น และอาการแสดงออกทางลำต้นของพืช ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 รากถูกทำลายเล็กน้อยจะเกิดเป็นแผลเล็กๆ ที่โคนต้น

ระดับที่ 2 รากส่วนใหญ่ถูกทำลาย จะเกิดแผลสีน้ำตาลเล็กๆเป็นแอ่งบุ๋มที่โคนต้น

ระดับที่ 3 รากทั้งหมดถูกทำลายเป็นสีน้ำตาล จะเกิดแผลสีน้ำตาลใหญ่ที่โคนต้น

ระดับที่ 4 การถูกทำลายขยายขึ้นมาถึงบริเวณลำต้นส่วนที่ติดกับพื้นดิน จะมีอาการเหี่ยวของลำต้น ลำต้นมีสีน้ำตาลไหม้และยืนตายในที่สุด

3.4.2 ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีของดิน เมื่อเริ่มปลูกในวันแรก และวันเก็บผลผลิต

1.การเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้พลั่ว 2 อันที่แยกเก็บระหว่างกระถางที่ไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เจาะหน้าดินด้านบน ภายในกระถางออกเล็กน้อย แล้วเก็บตัวอย่างดินที่ความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร ตักดินทะแยงมุมเฉลี่ยเก็บ 3 จุด ภายในกระถางปริมาณพอสมควร นำมาผสมคลุกเคล้ากันใส่ถุงพลาสติก ปิดปากถุงรัดด้วยยาง นำมาเก็บไว้ในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ระหว่างรอการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางชีวภาพ

2. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี นำตัวอย่างดินไปผึ่งให้แห้ง (air dried) ทุบและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.8 มิลลิเมตร เพื่อใช้วิเคราะห์ทางเคมี

- ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) (ดิน:น้ำ1:1โดยปริมาตร)โดยใช้ pH meter (พจนีย์,8)

Copyright by Mahidol University

- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินโดยวิธี Total kjeldahl nitrogen (พจนีย์,8)

- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ในดินโดยวิธี Bray II (พจนีย์,8)
- ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินโดยวิธี Ammonium acetate extract (พจนีย์,8)

3.4.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวภาพของดิน โดยนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินทุก 2 สัปดาห์ ที่ระยะเวลา 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 วัน ของการทดลอง และวันเก็บผลผลิต

ตรวจหาปริมาณของเชื้อราทั้งหมดโดยวิธี serial dilution plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตรของ Maruo et al.,(32) ใส่สารระงับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ตรวจหาปริมาณเชื้อราทั้งหมด โดยทำสารละลายของดินให้เจือจางลงที่ความเข้มข้น 10^{-2}, 10^{-3}และ 10^{-4} เท่าจากสารละลายของดินเดิม โดยเตรียมจากสารละลายดินที่เตรียมจากดินแห้ง 10 กรัม ผสมน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 90 มิลลิลิตรใช้ปิเปตดูดสารละลายของดินที่เจือจางดังกล่าว ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อจานละ1 มิลลิลิตรเทสารอาหารเหลวที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีเขย่าเบาๆ ให้อาหารเลี้ยงเชื้อกระจายให้ทั่วจานเลี้ยงเชื้อ แล้วทำการเพาะเชื้อในที่มืดณ อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน นับจำนวนโคโลนีของเชื้อราทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพื่อคาดประมาณจำนวนโคโลนีต่อดินหนึ่งกรัมในแต่ละสารละลายดินทำจำนวน 4 ซ้ำ ในหนึ่งตัวอย่างดินทำจำนวน 12 ซ้ำ

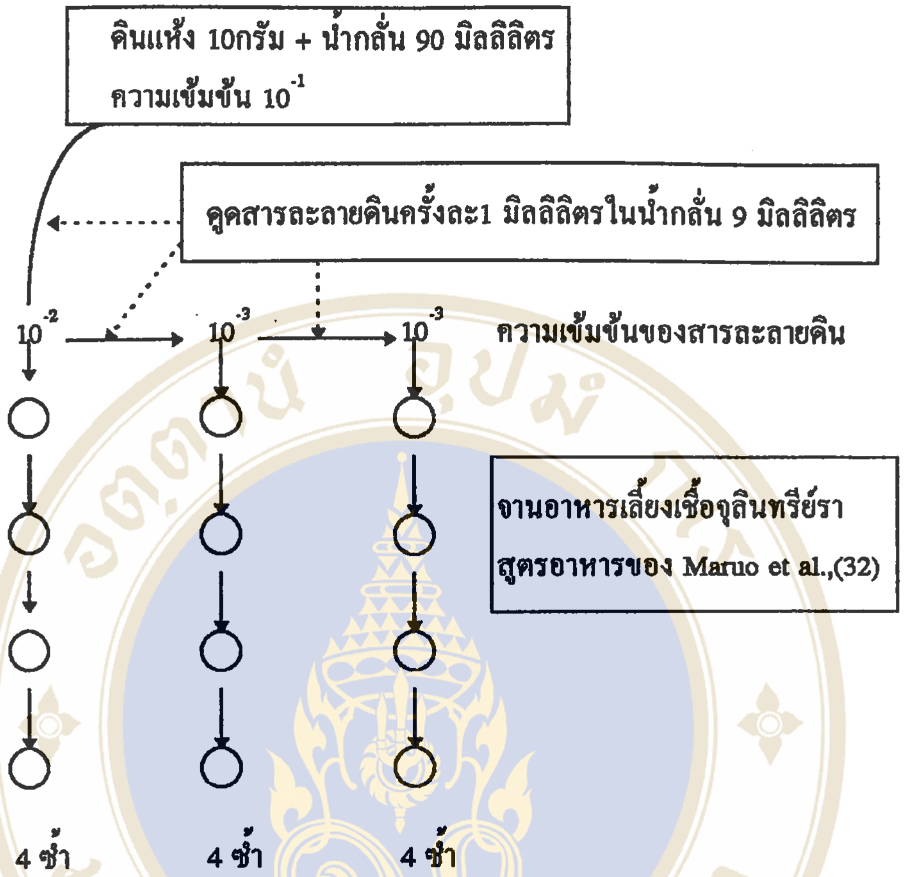
ตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดด้วยวิธี serial dilution plate เช่นเดียวกับการหาปริมาณเชื้อราทั้งหมด โดยแยกอาหารเลี้ยงเชื้อตามสูตรอาหารของ Murao et al.,(32) ที่ใส่สารระงับการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยทำให้สารละลายดินเจือจางลง 10^{-3} ,10^{-4} และ10^{-5} ในการนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด และสารละลายดินเจือจางลง10^{-7} ,10^{-8}และ10^{-9} เมื่อนับปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด

ตรวจหาปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินของตำรับที่ใส่เชื้อรานี้ด้วยวิธี serial dilution plate โดยทำให้สารละลายดินเจือจางลงที่10^{-1} ,10^{-2} และ10^{-3} โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อของ Rodiguez Kabana (35) ที่ใส่สารระงับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย

ตัวอย่างการตรวจนับปริมาณเชื้อรา ด้วยวิธี serial dilution plate แสดงดังแผนภูมิ

อุดมสุข จุฬา กร
มหาวิทยาลัยมหิดล
สำนักหอสมุด
Copyright by Mahidol University

1 13379901



ตัวอย่างดินเริ่มต้นที่ 10^{-1} ทำให้เจือจางลงโดยใช้ปิเปตดูดสารละลายครั้งละ 1 มิลลิลิตรในน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ในแต่ละความเข้มข้นของสารละลายใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 4 ซ้ำรวม 12 ซ้ำ

คำนวณหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่อดินหนึ่งกรัมตามสูตร

$$\frac{\text{จำนวนโคโลนี/จานเลี้ยงเชื้อเฉลี่ย}}{\text{ปริมาณน้ำละลายดินเจือจาง/จานเลี้ยงเชื้อ} \times \text{ความเจือจางของดินตัวอย่าง}}$$

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และการวิเคราะห์ทางเคมีของดินนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) เมื่อค่า F- ratio ของข้อมูล ชุดใดแสดงผลแตกต่างกันทางสถิติ ในระดับความเป็นไปได้น้อยกว่า 0.05 และ 0.01 ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s new multiple range test (DMRT)

Copyright by Mahidol University

3.6 สถานที่ทำการทดลอง

ทดลองกลางแจ้งภายในศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา

ห้องปฏิบัติการทดลองทางเคมีดินของกรมพัฒนาที่ดิน

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ของกลุ่มอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

3.7 ระยะเวลาในการทดลอง

มกราคม 2538 ถึง สิงหาคม 2538

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณต่างๆ เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลือง ได้ผลการศึกษาดังนี้

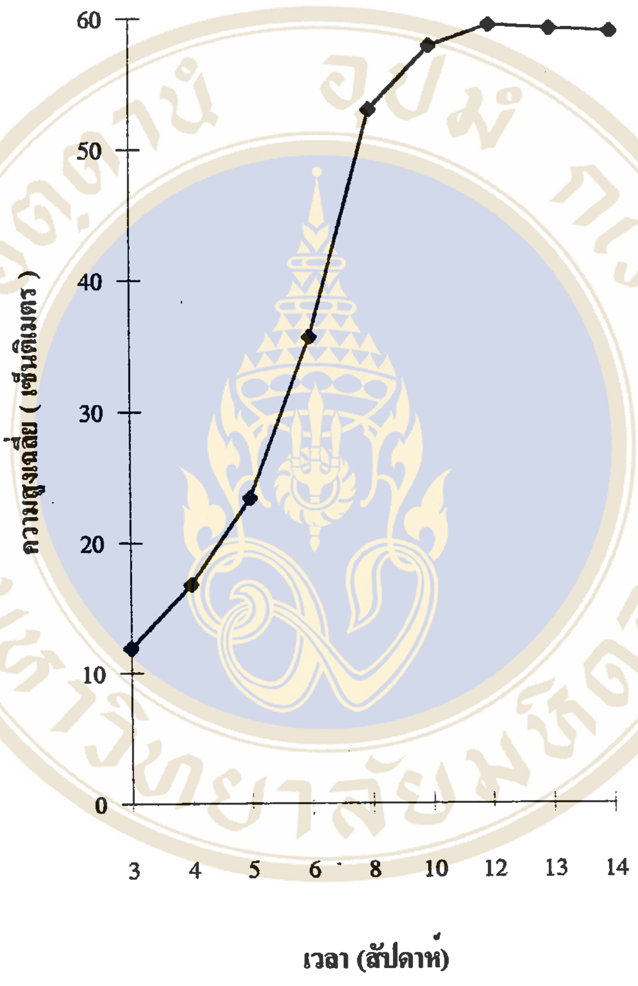
4.1 การเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยของถั่วเหลือง

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในดินชุดมาบบอน เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง และใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณ 35 และ165 กรัม /กระถาง เปรียบเทียบกับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่สารเชื้อรา *Sclerotium rollsii* ที่เป็นสาเหตุของโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ทำการทดลองตามวิธีการทดลองในข้อ 3.3 เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ ของถั่วเหลืองคือ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่ง ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการทดลอง จากผลของการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในแต่ละตำรับการทดลอง ได้นำค่าเฉลี่ยจากทุกตำรับการทดลองมาแสดงให้เห็นแนวโน้ม ของการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองโดยรวมได้ผลการทดลอง ดังนี้คือ

4.1.1 <u>ความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลือง</u>

ความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 จากทุกตำรับการทดลอง ตั้งแต่ระยะเริ่มเจริญเติบโตในสัปดาห์แรก ที่เมล็ดถั่วเหลืองใช้อาหารจากใบเลี้ยงและเกิดใบแท้ในสัปดาห์ที่ 3 ความสูงของถั่วเหลืองจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระหว่างสัปดาห์ที่ 5 ถึง 8 มีค่าเฉลี่ยความสูงระหว่าง 23.57-53.08 เซ็นติเมตร หลังจากนั้นความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลือง ยังคงเพิ่มขึ้นและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 10 เท่ากับ 59.71 เซ็นติเมตร แต่สัปดาห์ต่อมาจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 14 ความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองในทุกตำรับการทดลองเริ่มคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการเจริญเติบโตของพืชโดยทั่วไป ที่มีความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตในลักษณะ sigmoid curve การเปลี่ยนแปลงความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในทุกตำรับการทดลองแสดงในรูปที่ 4.1

Copyright by Mahidol University

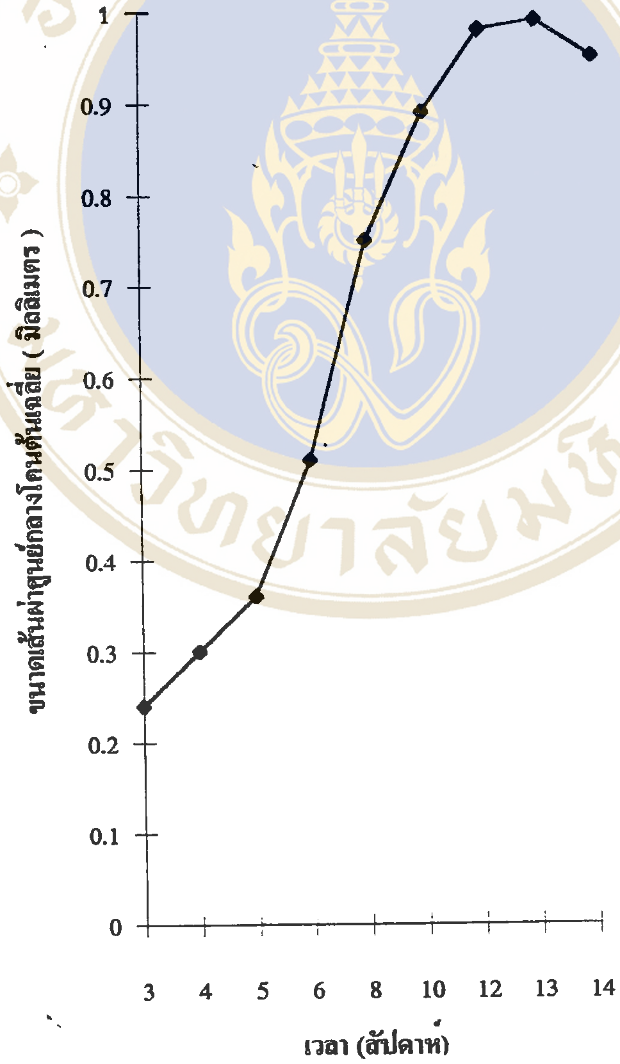


รูปที่ 4.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

4.1.2 เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยของถั่วเหลือง

เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในทุกตำรับการทดลอง เริ่มวัดในสัปดาห์ที่ 3 เช่นเดียวกับการวัดความสูง การเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยระยะแรกถึงสัปดาห์ที่ 4 มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ หลังจากนั้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงสัปดาห์ที่ 5 ถึง10 โดยมีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น ระหว่าง 0.36-0.89 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 13 ของการทดลองเท่ากับ 0.99 มิลลิเมตร แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในสัปดาห์ที่ 14 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นมีขนาดไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสิ้นสุดการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น และถั่วเหลืองอาจเกิดการแห้งของลำต้น ผลการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง แสดงในรูปที่ 4.2

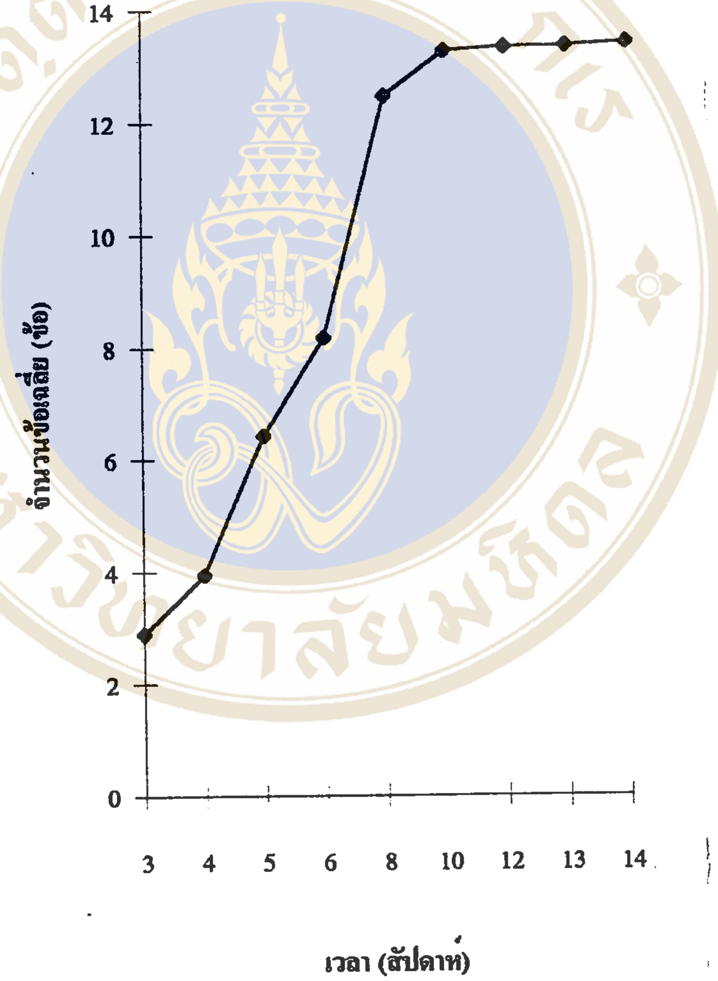


รูปที่ 4.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

4.1.3 <u>จำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลือง</u>

จำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 จากทุกตำรับการทดลองเริ่มนับในสัปดาห์ที่ 3 การเพิ่มของจำนวนข้อเฉลี่ย ในทุกตำรับการทดลองในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ถึง 8 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.94-13.28 ข้อ หลังจากนั้นยังคงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และสูงสุดในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง คือสัปดาห์ที่ 14 จำนวนข้อเฉลี่ยเท่ากับ 13.43 ข้อ ผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง แสดงในรูปที่ 4.3

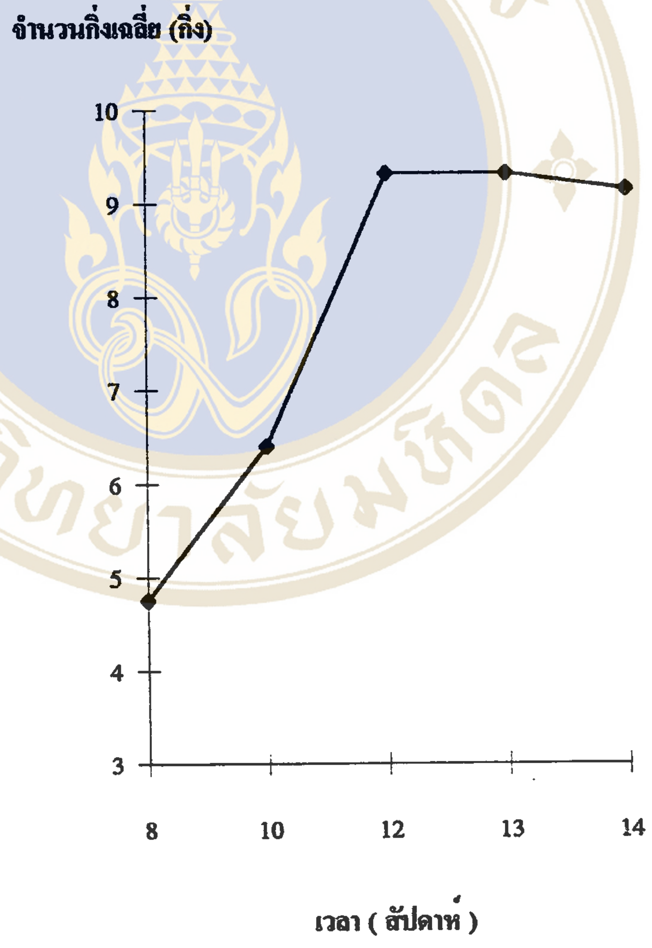


รูปที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

4.1.4 จำนวนกิ่งเฉลี่ยของถั่วเหลือง

จำนวนกิ่งเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 จากทุกตำรับการทดลอง เริ่มนับในสัปดาห์ที่ 8 ของการเจริญเติบโต เนื่องจากการเจริญเติบโตของกิ่ง อยู่ในช่วงท้ายของการเจริญทาง vegetative growth โดยมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนกิ่งเฉลี่ยในช่วงสัปดาห์ที่ 8-12 จำนวนกิ่งเฉลี่ยเท่ากับ 4.75-9.32 กิ่ง หลังจากนั้นจำนวนกิ่งเฉลี่ยจะคงที่และไม่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 14 เนื่องจากสิ้นสุดการเจริญเติบโตทาง vegetative growth หรืออาจเกิดจากการหักของกิ่ง การเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งเฉลี่ยของถั่วเหลือง ในแต่ละตำรับการทดลองแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งเฉลี่ยของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการทดลองพบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของ ความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่ง ของทุกตำรับการทดลองมีลักษณะสอดคล้องในแนวเดียวกัน โดยแบ่งระยะการเจริญเติบโตได้ 3 ระยะ คือระยะ germination เมื่อเริ่มงอกต้นอ่อนการเจริญเติบโตจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ระหว่างสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 3 ของการทดลอง ต่อมาถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตทั้งขนาดลำต้น ความสูง จำนวนข้อ และจำนวนกิ่ง เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเรียกว่าระยะ vegetative growth ระหว่างสัปดาห์ที่ 4-10 และระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตเมื่อการเจริญเติบโตด้านลำต้นเกิดขึ้นสูงสุดแล้วและเกิดดอกสมบูรณ์พร้อมที่จะพัฒนาเป็นผลเรียกระยะนี้ว่า reproductive growth การเจริญเติบโตทางด้านลำต้นจึงคงที่

ทั้งนี้การเจริญเติบโตโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ระยะ ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตเฉลี่ยทั้งความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น จำนวนข้อ และจำนวนกิ่ง มีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยในสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 10 เป็นในช่วงกลางของการเจริญเติบโตเฉลี่ยตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการทดลอง ซึ่งเป็นระยะของการเปลี่ยนแปลงจาก germination เข้าสู่ระยะvegetative growth ในสัปดาห์ที่ 5 และระยะvegetative growth เข้าสู่ระยะ reproductive growth ในสัปดาห์ที่ 10 ดังนั้นจึงนำการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง ในสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ของการทดลองนี้มาศึกษาเปรียบเทียบผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆเปรียบเทียบกับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

4.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ของการทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165 กรัม/กระถาง เปรียบเทียบกับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โดยวัดผลการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และนับจำนวนข้อและจำนวนกิ่ง ได้ผลการทดลอง ดังนี้คือ

4.2.1 <u>การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5</u>

ก. ความสูงของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5

การเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สาร เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ดังแสดงในตารางที่ 1 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความสูงด้วยวิธี Duncan's new

Copyright by Mahidol University

multiple range test (DMRT)ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก. พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ทำให้ถั่วเหลืองมีความสูงสูงที่สุดเท่ากับ 30.17 เซ็นติเมตรในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความสูงเท่ากับ 28.50 เซ็นติเมตรในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง จะเห็นได้ว่าในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลทำให้ความสูงของถั่วเหลือง เพิ่มมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณมีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 แต่ปริมาณสารไคโตแซนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มความสูงของถั่วเหลือง

ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงว่าการใส่สาร ไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ ไม่แสดงผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง พบว่า เมื่อสังเกตอาการแสดงที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในทุกตำรับการทดลองที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่พบอาการผิดปกติจากเชื้อรานี้ โดยสังเกตการเกิดโรคในระยะแรกที่จะเกิดแผลเล็กๆ บริเวณโคนต้นไม่พบเห็นแผลและไม่พบเห็นเมล็ด sclerotia ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99%. โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงระหว่าง 20.58-21.58 เซ็นติเมตร จากผลการทดลองในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่แสดงอาการผิดปกติจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เช่นเดียวกับตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงบทบาทของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ความสูงของถั่วเหลืองในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงน้อยกว่า ตำรับที่ไม่ได้ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แสดงว่าน่าจะเป็นผลมาจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ซึ่งโดยธรรมชาติการเข้าทำลายพืชอาศัยของเชื้อรา จะใช้อาหารจากพืชอาศัยแบบปาราสิต ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุของการจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลือง แต่มีปริมาณที่ไม่มากพอที่จะแสดงอาการ จากการทดลองนี้ได้ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ใน

Copyright by Mahidol University

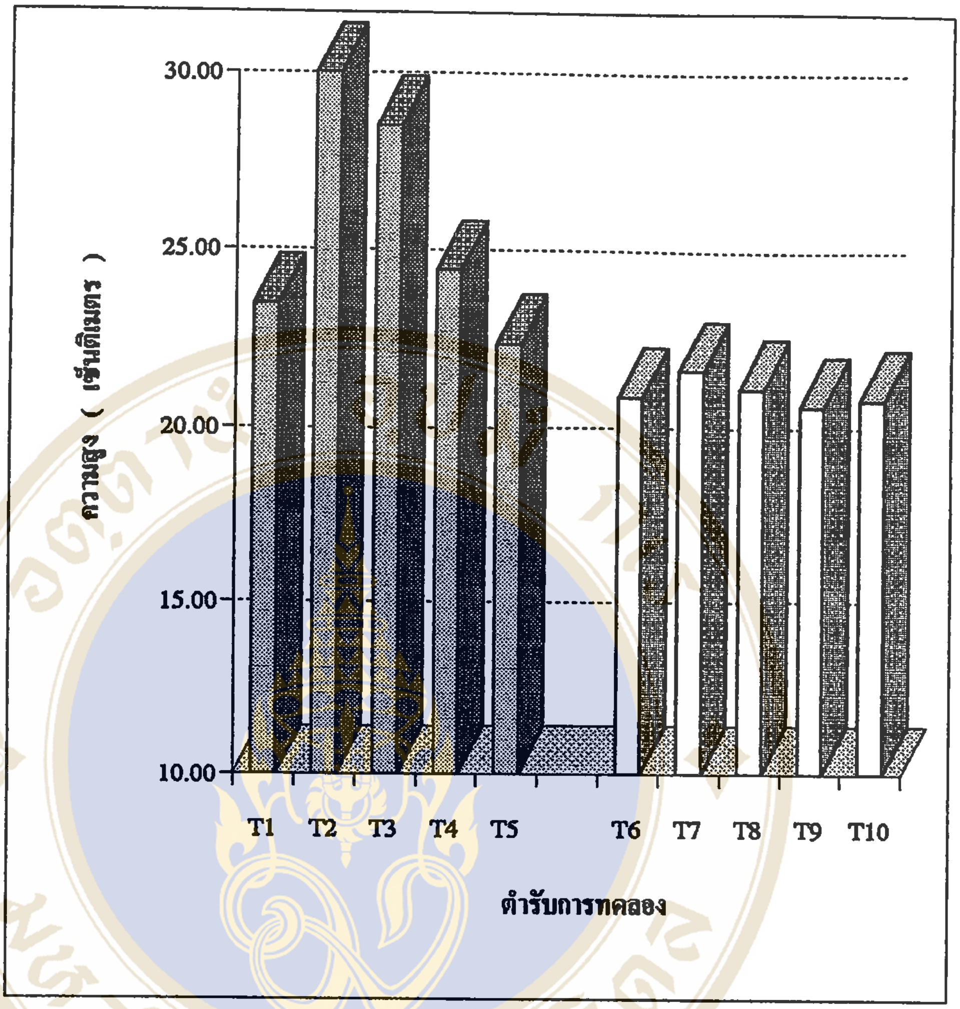
ตอนเริ่มทดลอง ให้มีปริมาณที่มากกว่า10^4 เซลล์/กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่เชื้อราสามารถทำลายถั่วเหลืองให้เกิดอาการของโรคโคนเน่าได้ แต่ในที่นี้ถั่วเหลืองไม่แสดงอาการผิดปรกติอย่างชัดเจน จึงน่าจะเกิดจากปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ได้แก่ สภาพแวดล้อมของการทดลอง ที่ไม่สนับสนุนต่อการเจริญและการเกิดโรคของเชื้อรานี้ ทั้งนี้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินนั้นจะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองในทุกตำรับการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.1 แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ความสูง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ซม.)
T1	23.75	23.50	23.00	23.42
T2	30.75	31.00	28.75	30.17
T3	26.50	30.00	29.00	28.50
T4	26.50	23.60	23.10	24.40
T5	21.50	23.00	22.50	22.33
T6	21.25	21.25	20.00	20.83
T7	22.00	20.75	22.00	21.58
T8	21.00	21.75	20.50	21.08
T9	20.75	21.00	20.00	20.58
T10	20.70	21.00	20.60	20.77
ค่าเฉลี่ย	23.47	23.69	22.95	23.37

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ข. เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5

การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 3 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 4 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สาร ไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองสูงที่สุดเท่ากับ 0.51 มิลลิเมตรในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตรในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง ซึ่งมากกว่าตำรับควบคุม แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 และสารไคโตแซนที่ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองได้ดีกว่าที่ปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง

การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165 กรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35กรัม/กระถาง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่สาร แต่เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณเพิ่มขึ้นที่ 165กรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง มีขนาดน้อยกว่าการไม่ใส่สาร แสดงว่าสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ ไม่แสดงผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

Copyright by Mahidol University

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ไม่

พบเห็นอาการที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในทุกตำรับการทดลองที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีขนาดเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าทุกตำรับที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แสดงว่าการใส่สาร ไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง น่าจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินได้ดีกว่าการไม่ใส่สารจึงส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ได้ดีกว่า ตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่สาร แสดงว่า สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่มีผลต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดิน

การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/กระถางร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่ 165 กรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองมีค่าน้อยกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แสดงว่า การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงผลของสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินได้

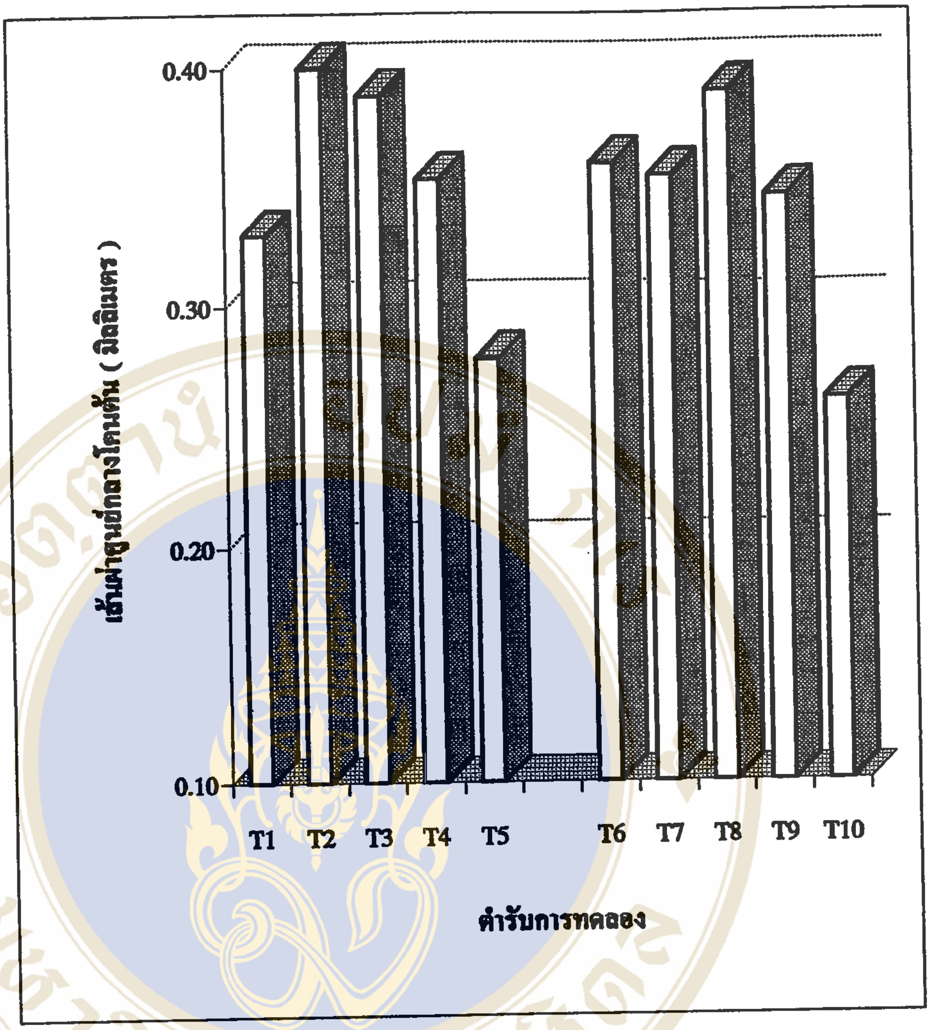
Copyright by Mahidol University

การเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในทุกตำรับการทดลองดังกล่าว แสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (มม.)
T1	0.34	0.33	0.32	0.33
T2	0.52	0.52	0.48	0.51
T3	0.37	0.39	0.41	0.39
T4	0.36	0.31	0.39	0.35
T5	0.28	0.28	0.28	0.28
T6	0.37	0.36	0.35	0.36
T7	0.37	0.35	0.35	0.36
T8	0.40	0.39	0.38	0.39
T9	0.38	0.33	0.34	0.35
T10	0.27	0.27	0.25	0.26
ค่าเฉลี่ย	0.36	0.35	0.35	0.36

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

หมายเหตุ T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ค. จำนวนข้อของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5

การเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % ดังแสดงในตารางที่ 5 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนข้อด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 6 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีจำนวนข้อสูงสุดเท่ากับ 8.17 ข้อในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง รองลงมา คือตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีจำนวนข้อเท่ากับ 7.08 ข้อในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แต่การใส่สารไคโตแซนที่ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่สาร แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนในปริมาณเพิ่มขึ้นไม่ทำให้จำนวนข้อของถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น

ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165 กรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35กรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อไม่มีความแตกต่าง กับการไม่ใส่สาร แต่การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นที่ 165กรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อของถั่วเหลืองมีค่าน้อยกว่าการไม่ใส่สาร แสดงว่าสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 อัตรา ไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง พบว่าไม่สังเกตเห็นอาการผิดปรกติที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในทุกตำรับการทดลองที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ทั้งนี้ตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่แสดงอาการผิดปกติของโรคโคนเน่าให้เห็นเช่นเดียวกับ ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และการเจริญเติบ

Copyright by Mahidol University

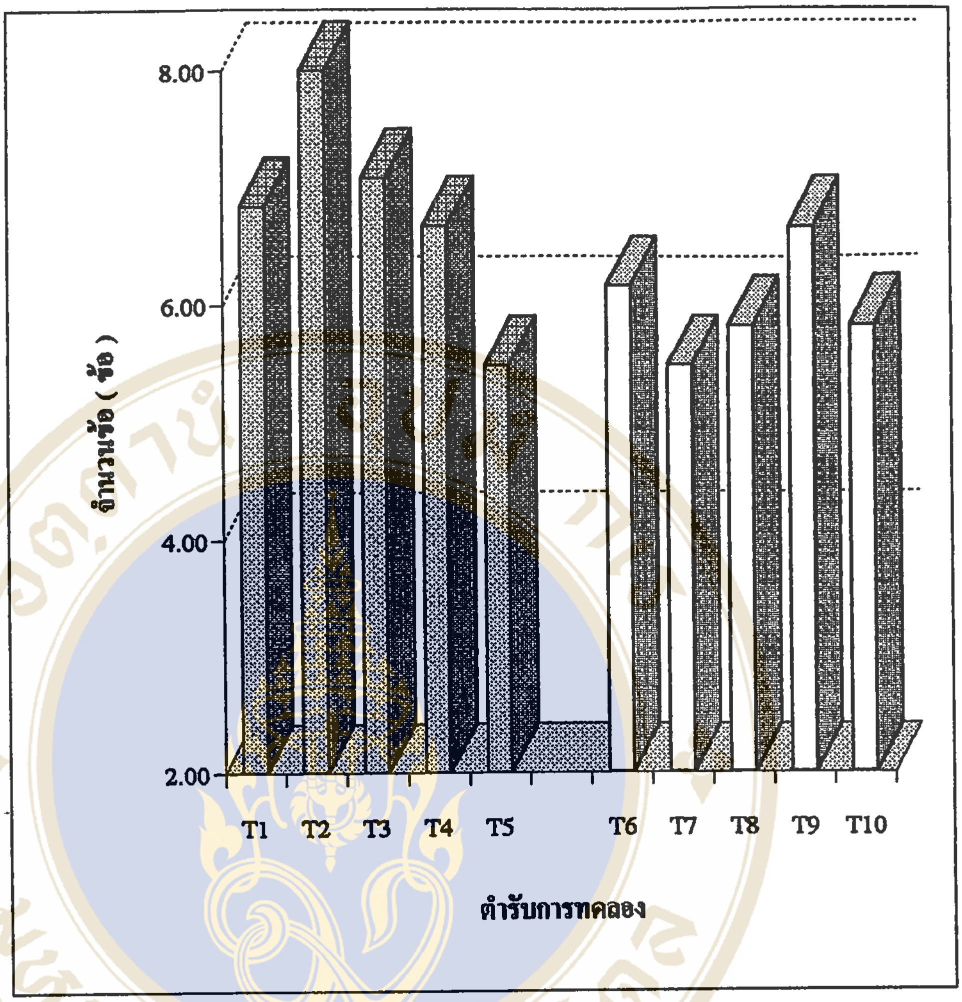
โตของจำนวนข้อของถั่วเหลืองในทุกตำรับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อระหว่าง 5.50-8.17 ข้อ ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินได้

การเจริญเติบโตจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในทุกตำรับการทดลอง ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.7

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	จำนวนข้อ			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ข้อ)
T1	7.00	7.00	6.50	6.83
T2	7.50	8.00	9.00	8.17
T3	7.00	6.50	7.75	7.08
T4	6.00	6.50	7.50	6.67
T5	6.00	5.00	5.50	5.50
T6	6.50	6.00	6.00	6.17
T7	6.00	5.50	5.00	5.50
T8	6.00	6.00	5.50	5.83
T9	8.00	6.00	6.00	6.67
T10	6.00	6.00	5.50	5.83
ค่าเฉลี่ย	6.60	6.25	6.43	6.43

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

หมายเหตุ T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.2.2 <u>การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10</u>

ก. ความสูงของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

การเปลี่ยนแปลงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2ชนิดร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 7 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 8ในภาคผนวก ก. พบว่า ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในตำรับที่ใส่สารไค โตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองเพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สาร โดยการใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35มิลลิกรัม/กระถาง ทำให้ถั่วเหลืองมีความสูงสูงที่สุดเท่ากับ 73.83 เซ็นติเมตรในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง รองลงมาคือการใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความสูงเท่ากับ 70.33 เซ็นติเมตรในสัปดาห์10 ของการทดลอง แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 และการใส่สารไคโตแซนปริมาณเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเพิ่มความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่า การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2ปริมาณ ไม่แสดงผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลืองไม่สังเกตุเห็นอาการที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบเห็นเมล็ด Sclerotia จำนวนเล็กน้อยเกาะอยู่รอบโคนต้นของถั่วเหลือง จำนวน1ซ้ำ แต่ไม่พบแผลหรืออาการแสดงที่ผิดปกติจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงาระหว่าง 52.00-52.67 เซ็นติเมตร และในตำรีบที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีอาการผิดปกติจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เช่นเดียวกับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ร่วมกับใส่สารไคโตแซนและสารไาคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ แสดงว่า

Copyright by Mahidol University

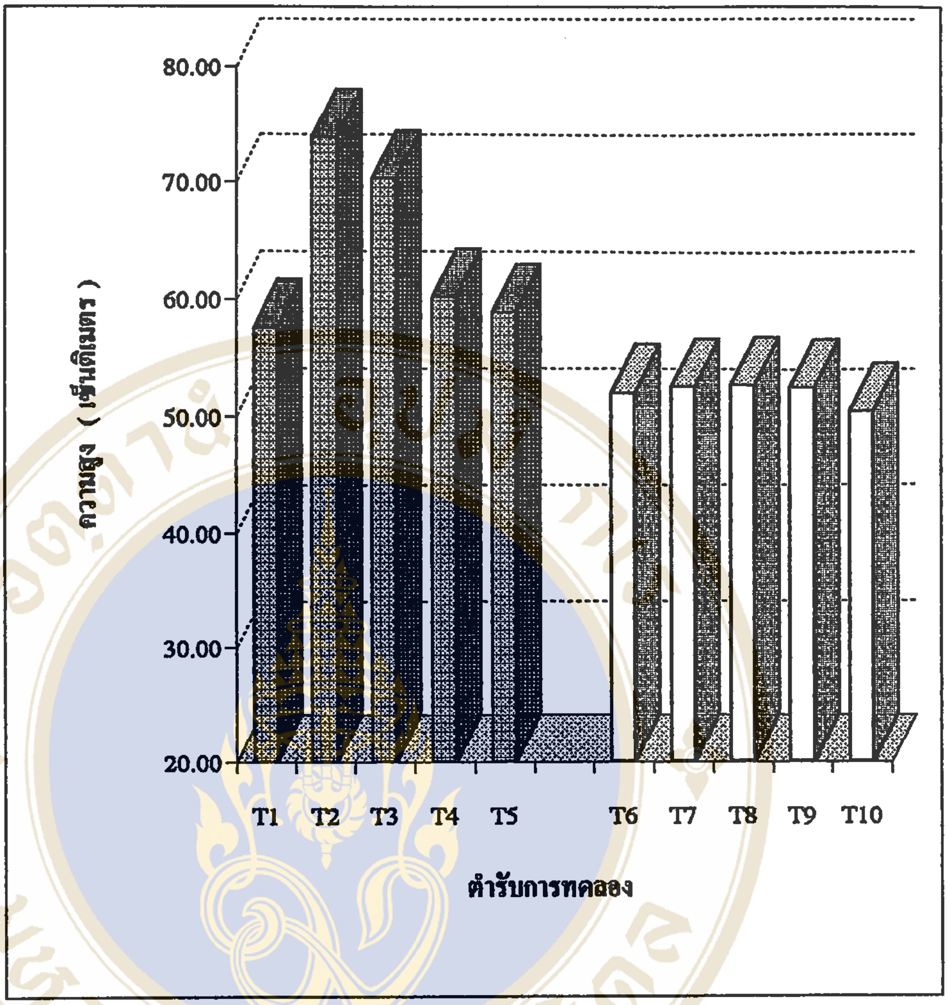
สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ นั้นไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงบทบาทของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินได้ อย่างไรก็ตามความสูงของถั่วเหลือง ในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงน้อยกว่า ตำรับที่ไม่ได้ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* นั้นน่าจะเป็นผลมาจาก เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ซึ่งโดยธรรมชาติการเข้าทำลายของเชื้อรานั้น จะใช้อาหารจากพืชอาศัยแบบปาราสิต ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุของการจำกัดการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลือง แสดงว่า เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* อาจรบกวนการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง แต่มีปริมาณที่ไม่มากพอที่จะแสดงอาการผิดปกติให้เห็นได้อย่างชัดเจน สำหรับปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของถั่วเหลืองในทุกตำรับการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.8

ตารางที่ 4.4 แสดงความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ความสูง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ซม.)
T1	61.00	57.00	54.50	57.50
T2	73.50	72.00	76.00	73.83
T3	68.50	72.00	70.50	70.33
T4	60.00	58.50	62.00	60.17
T5	64.00	55.00	57.50	58.83
T6	52.50	51.75	51.75	52.00
T7	52.50	52.00	53.00	52.50
T8	52.00	53.00	53.00	52.67
T9	51.50	53.00	53.00	52.50
T10	50.50	50.50	50.50	50.50
ค่าเฉลี่ย	58.60	57.48	58.18	58.08

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

หมายเหตุ T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ข. เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

การเปลี่ยนแปลงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิดร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 9 ในภาคผนวก ก. และจากการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 10 ในภาคผนวก ก. พบว่า ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองสูงที่สุดเท่ากับ 1.01 มิลลิเมตรในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง แต่การใส่สารไคโตแซนในปริมาณเพิ่มขึ้นที่ 140มิลลิกรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกับการไม่ใส่สาร แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แต่การเพิ่มปริมาณสารไคโตแซน ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง สำหรับการใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 165กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง มีขนาดน้อยกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร แต่เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นที่ 165 กรัม/กระถาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณไม่แสดงผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ไม่สังเกตุเห็นอาการของโรคที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบเห็น

Copyright by Mahidol University

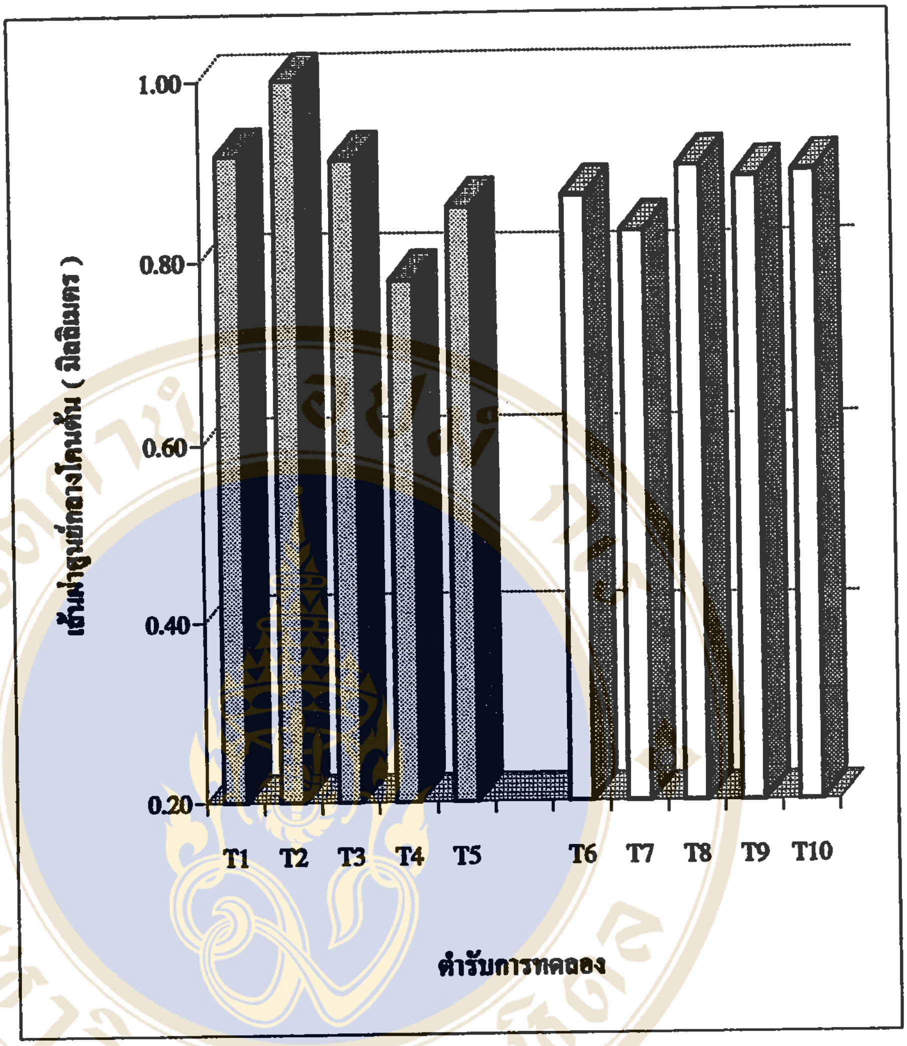
เมล็ด sclerotia จำนวนเล็กน้อยเกาะอยู่รอบโคนต้นของถั่วเหลืองในจำนวน 1ซ้ำ แต่ไม่พบแผลหรืออาการแสดงที่ผิดปกติจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ทั้งนี้ในทุกตำรับที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่แสดงอาการจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เช่นเดียวตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.083-0.091 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงบทบาทของสารทั้ง 2 ชนิดต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้

การเจริญเติบโตของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในทุกตำรับการทดลองดังกล่าว แสดงในตารางที่ 4.5 รูปที่ 4.9

ตารางที่ 4.5 แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (มม.)
T1	0.88	0.94	0.93	0.92
T2	1.03	1.02	0.99	1.01
T3	0.92	0.86	0.96	0.91
T4	0.80	0.75	0.79	0.78
T5	0.92	0.80	0.86	0.86
T6	0.88	0.86	0.88	0.87
T7	0.85	0.83	0.83	0.83
T8	0.88	0.96	0.88	0.91
T9	0.95	0.88	0.85	0.89
T10	0.85	0.88	0.96	0.90
ค่าเฉลี่ย	0.90	0.88	0.89	0.89

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ค. จำนวนข้อของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

การเปลี่ยนแปลงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนหรือสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติจำนวนข้อของถั่วเหลืองพบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 11 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนข้อด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 12 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % อย่างไรก็ตามตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีจำนวนข้อสูงสุดเท่ากับ 14.33ข้อในสัปดาห์ที่ 10ของการทดลอง รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซน 140 มิลลิกรัม/กระถาง แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง กับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นสารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ จึงไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในทุกตำรับการทดลองที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่พบอาการผิดปรกติ โดยสังเกตการเกิดโรคในระยะแรกที่จะเกิดแผลเล็กๆ บริเวณโคนต้นพบว่ามีเมล็ดsclerotiaจำนวนเล็กน้อยเกาะอยู่รอบโคนต้นของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จำนวน 1ซ้ำ แต่ไม่พบแผล หรืออาการแสดง จากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ทั้งนี้ตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่แสดงอาการของโรคโคนเน่าให้เห็นเช่นเดียวกับ ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสาร ไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และการเจริญเติบโตของจำนวนข้อของถั่วเหลืองในทุกตำรับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclrotium rolfsii* ในดินได้ อย่างไรก็ตามการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2ปริมาณ และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณมีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมากกว่าการไม่ใส่สาร แสดงว่าการใส่สารทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 หรือสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ อาจจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดิน ทั้งนี้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

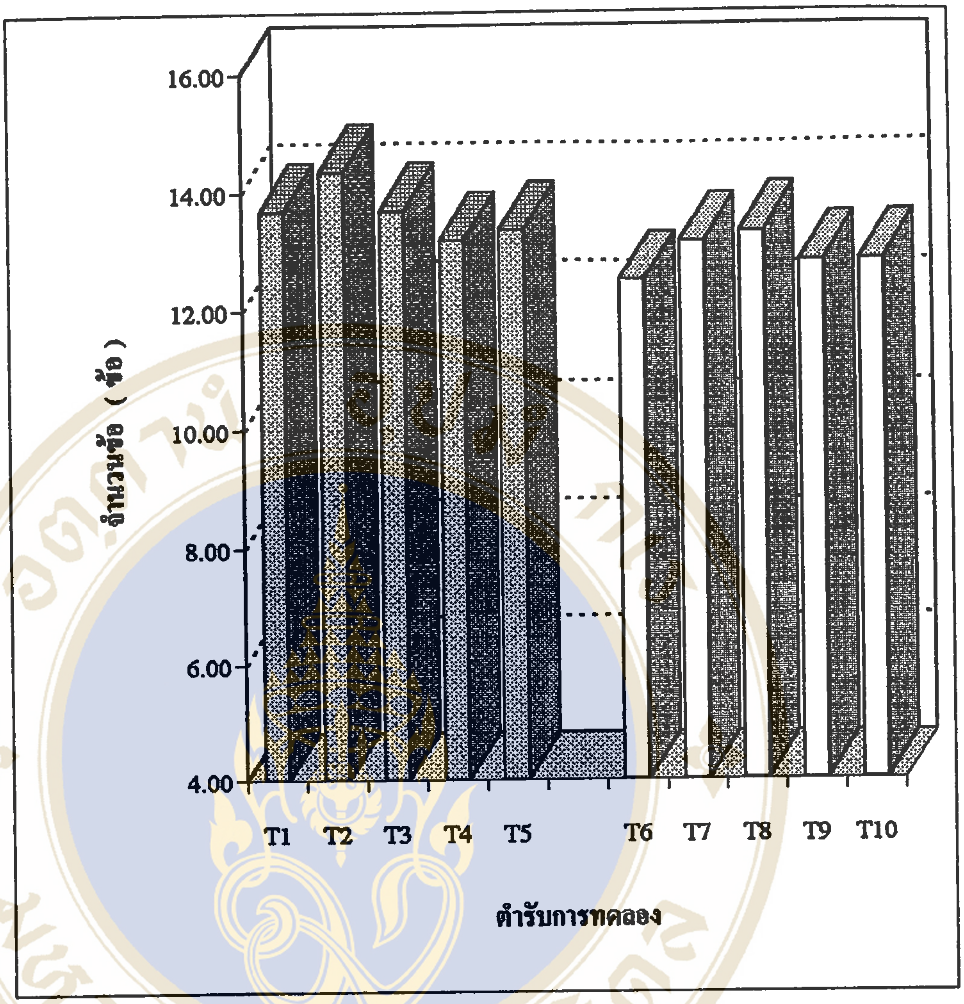
Copyright by Mahidol University

การเจริญเติบโตจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในทุกตำรับการทดลองดัง กล่าว แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	จำนวนข้อ			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ข้อ)
T1	14.00	14.00	13.00	13.67
T2	14.00	14.00	15.00	14.33
T3	13.00	14.00	14.00	13.67
T4	13.00	13.00	13.50	13.17
T5	14.00	13.00	13.00	13.33
T6	12.00	13.25	12.25	12.50
T7	14.00	12.50	13.00	13.17
T8	14.00	13.00	13.00	13.33
T9	12.50	13.00	13.00	12.83
T10	13.00	12.50	13.00	12.83
ค่าเฉลี่ย	13.35	13.23	13.28	13.28

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ง. จำนวนกิ่งของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

การเปลี่ยนแปลงจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับการทดลองที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 13 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 14 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง กับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ปริมาณ 165 กรัม/กระถางกับตำรับควบคุม มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองเมื่อใส่สารไคโตแซนไม่มีความแตกต่างกับการไม่ใส่สาร แสดงว่าสารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่แสดงผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตของจำนวนกิ่ง สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่แตกต่างกับการไม่ใส่สาร และเมื่อใส่เพิ่มขึ้นที่ปริมาณ 165 กรัม/กระถาง มีจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองน้อยกว่าการไม่ใส่สาร แสดว่า สารไคตินโปรตีนคอมพิวเตอร์เพล็กซ์ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

สำหรับการศึกษาสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ไม่พบอาการผิดปรกติจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในทุกตำรับการทดลองที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* โดยสังเกตการเกิดโรคในระยะแรกที่จะเกิดแผลเล็กๆ บริเวณโคนต้น พบว่ามีเมล็ด sclerotia จำนวนเล็กน้อยเกาะอยู่รอบโคนต้นของถั่วเหลืองในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จำนวน 1ซ้ำ แต่ไม่พบแผลหรืออาการแสดงที่ผิดปรกติในทุกตำรับที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งของถั่วเหลือง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.00-6.17 กิ่ง แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดังนั้นจึงไม่สามารถบ่งชี้ถึงบทบาทของสารไคโตแซนและไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินได้ ทั้งนี้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

การเจริญเติบโตจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในทุกตำรับการทดลอง ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.11

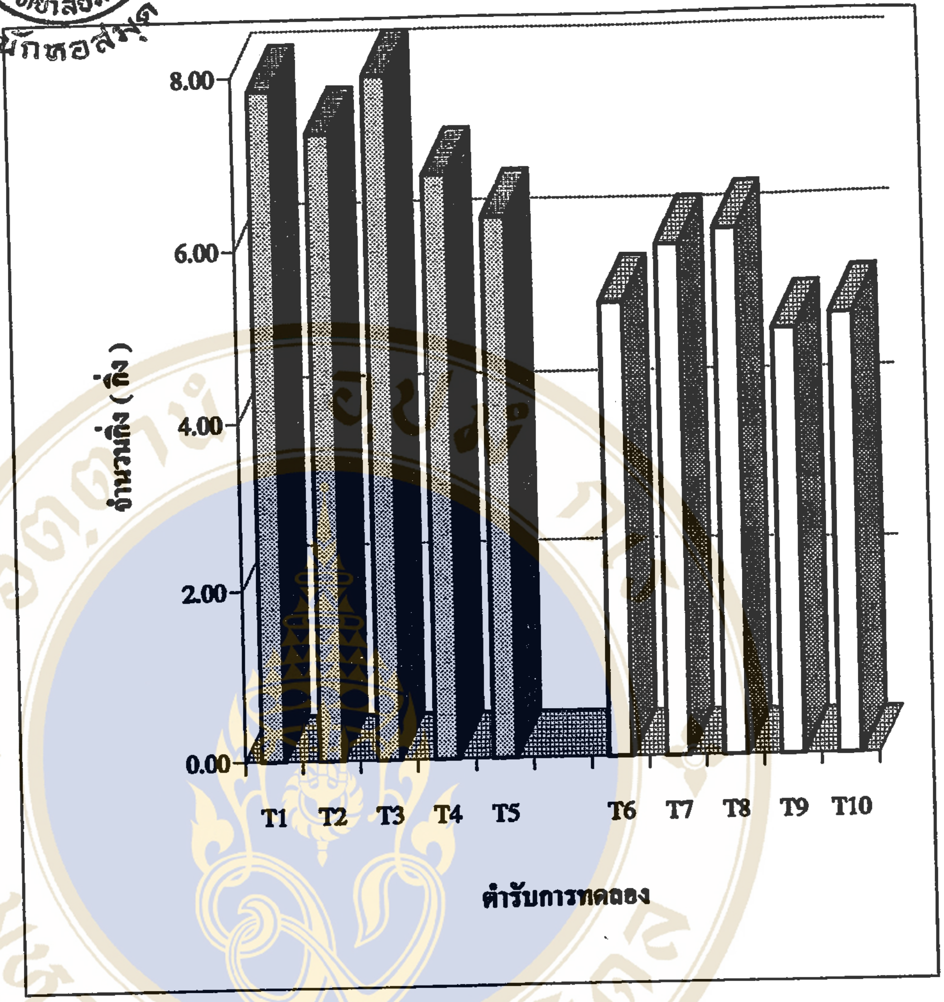
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.7 แสดงจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 10 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	จำนวนกิ่ง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (กิ่ง)
T1	8.50	8.50	6.50	7.83
T2	7.00	7.00	8.00	7.33
T3	7.00	7.50	9.50	8.00
T4	7.50	6.50	6.50	6.83
T5	6.50	6.00	6.50	6.33
T6	5.00	5.00	6.00	5.33
T7	6.00	6.00	6.00	6.00
T8	6.00	6.50	6.00	6.17
T9	5.00	5.00	5.00	5.00
T10	5.00	5.50	5.00	5.17
ค่าเฉลี่ย	6.35	6.35	6.50	6.40

Copyright by Mahidol University

อธิการบดี จุฬาภรณ์ มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักหอสมุด



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่ระยะเวลา 5 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา*Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

จากการศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 จากผลการทดลองและการวิเคราะห์ทางสถิติในสัปาห์ที่ 5 และ 10 ของการทดลอง พบว่า สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดังนี้คือ

สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แต่การใส่สารไคโตแซนปริมาณเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มความสูงของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5 และ10 ของการทดลอง สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่แสดงผลต่อการเจริญทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในสัปดาห์ที่ 5 และ10 ของการทดลอง

สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 และปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ได้ดีกว่าปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง สำหรับสารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แต่การเพิ่มปริมาณสารไคโตแซน ไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่แสดงผลต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในสัปดาห์ที่ 5 และ10 ของการทดลอง

สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 และการใส่สารไคโตแซนในปริมาณเพิ่มขึ้นที่ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่แสดงผลต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5 ของการทดลอง สำหรับสารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่แสดงผลต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง แต่มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165 กรัม/กระถาง ไม่แสดงผลต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 ในสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ของการทดลอง

สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่แสดงผลต่อการเจริญของจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในสัปดาห์ที่ 10ของการทดลอง

การศึกษาผลของการใช้สารสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองดังกล่าว แสดงในตารางที่ 4. 8

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.8 แสดงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในสัปดาห์ที่ 5 และ 10 ของการทดลอง

การเจริญเติบโต	ปริมาณสารไคโตแซน มิลลิกรัม/กระถาง		ปริมาณสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ กรัม/กระถาง	
สัปดาห์ที่ 5	35	140	35	165
ความสูง	+	+	0	0
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น	+	+	0	0
จำนวนข้อ	+	0	0	0
สัปดาห์ที่ 10				
ความสูง	+	+	0	0
ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น	+	0	0	0
จำนวนข้อ	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+	0	0
จำนวนกิ่ง	0	0	0	0

หมายเหตุ + หมายถึงมีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโต
0 หมายถึงไม่แสดงผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโต

ที่มา: ข้อมูลจากการทดลอง

จากผลการทดลองสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่ต่างกันโดยสารไคโตแซนมีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตในด้านต่างๆ แต่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ไม่แสดงผลที่ชัดเจนต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5นั้น อาจเนื่องมาจากขนาดอนุภาคของสารที่ได้จากเปลือกกุ้ง สารทั้ง 2 ชนิดผ่านกระบวนการสกัดจากเปลือกกุ้งด้วยกรดและด่างเข้มข้นแล้วจะได้สารไคตินก่อน หลังจากนั้นต้อง

Copyright by Mahidol University

สกัดด้วยด่างเข้มข้นอีกครั้งจึงจะได้สารไคโตแซนแสดงว่า อนุภาคของสารไคโตแซนมีขนาดเล็กกว่าสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ซึ่งน่าจะมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในดิน เพื่อเป็นแหล่งของอาหารและพลังงาน โดยเมื่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไคตินในดินเจริญเติบโตได้ดีจะทำให้ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนหรือ C/N ratio อยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ส่วนเกินก็จะปลดปล่อยสู่ดินซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นการใช้สารไคโต แซน จึงน่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้ดีกว่าสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์

สำหรับการใช้สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ให้ผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองได้ดีกว่าปริมาณ 140มิลลิกรัม/กระถาง อาจเนื่องมาจากการใช้สารในอัตราที่เหมาะสมมีผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินได้ดีกว่า ซึ่งในธรรมชาติการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายประการ โดยการศึกษาการเจริญเติบโตของการจุลินทรีย์สามารถแบ่งได้ 4 ระยะคือ lag phase, log phase, stationary phase และ log death phase ซึ่งในระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตแม้จะมีอาหารที่มากเกินพอ แต่เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรจะทำให้จุลินทรีย์มีอัตราการตายสูงกว่าอัตราการแบ่งเซลล์ แสดงว่าปริมาณสารอาหารในดินมีความสัมพันธ์กับการอยู่รอดชีวิตของจุลินทรีย์ สารอาหารในปริมาณที่เหมาะสมจึงจะทำให้เกิดกิจกรรมที่สมบูรณ์ของจุลินทรีย์ ซึ่งน่าจะมีผลสนับสนุนต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่า

ในด้านผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 นั้น พบว่าในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ร่วมด้วยถั่วเหลืองยังสามารถเจริญเติบโตได้ดีพอสมควร โดยไม่แสดงอาการผิดปกติจากโรคโคนเน่าให้เห็นอย่างชัดเจนนั้น ต้องศึกษาปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จึงจะสามารถบ่งชี้ถึงผลของการควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ซึ่งจะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

สำหรับในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา*Sclerotium rolfsii* ไม่แสดงอาการของการถูกทำลายจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ชัดเจนนั้น อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ คือจากสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ หรือสภาพแวดล้อมต่างๆ ในระหว่างการทดลอง ซึ่งมีรายงานผลการศึกษาของ Hawinger et al., (27) พบว่า สารไคโตแซนสามารถป้องกันระบบรากต่อการทำลายของเชื้อราบางชนิดในดินที่ทำห้เกิดโรคในถั่วได้ นอกจากนี้ Hawinger (30)ยังพบว่าสารไคโตแซนทำให้เกิดการสะสมของสาร pisatin ในเนื้อเยื่อของเซลล์ถั่ว ที่สามารถต้านต่อการเกิดโรคจากเชื้อราได้ นอกจากนี้โดยธรรมชาติจุลินทรีย์ในดินที่อยู่รอบๆ ระบบรากของพืชจะส่งเสริมให้สภาพแวดล้อมในดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่นสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโต ทำให้โครงสร้างของชั้นดินดีขึ้น หรือแปรสภาพธาตุอาหารจากสารประกอบอินทรีย์โดยขบวนการ minerization ให้อยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

Copyright by Mahidol University

สำหรับการศึกษาการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์นั้น ต้องอาศัยร่วมกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินซึ่งต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่จะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินประเภทที่สามารถย่อยสลายสารไคติน และปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในดินที่สำคัญคือ อุณหภูมิ และความเป็นกรดเป็นด่างในดิน เป็นต้น ในการทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเบื้องต้นที่ศึกษาในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกถั่วเหลืองโดยทั่วไป และเริ่มทดลองในช่วงเดือนมกราคมถึงต้นเดือนเมษายน ซึ่งมีข้อจำกัดจากการเตรียมการทดลองในเรื่องของเชื้อจุลินทรีย์ สภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษาขณะนั้นเป็นระยะที่มีอุณหภูมิในพื้นที่สูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 35.4-40.0 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศอยู่ระหว่าง 60-80 เปอร์เซ็นต์ คุณสมบัติในดินที่ใช้จากการตรวจสอบเบื้องต้น เช่น ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-6.5 ในขณะที่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เป็นเชื้อที่ต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดโรค คือ อุณหภูมิระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 2.6-4.4 ความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำให้เกิดโรคได้ดีที่สุดที่ 100% ดังนั้นจึงอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราชนิดนี้

Copyright by Mahidol University

4.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

จากการศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลืองเก็บข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ดังนี้คือ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง ตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการทดลอง โดยมีรายละเอียดของผลการทดลอง ดังนี้คือ

4.2.1 จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง

จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 15 ในภาคผนวก ก และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นด้วยวิธี Dancan'new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 16 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับควบคุม มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณกับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ให้ผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 65.00 ฝัก รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง จำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 64.33 ฝัก ทั้งนี้ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ให้ผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นมากกว่าในตำรับที่ไม่ใส่สารเช่นเดียวกัน แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ กับตำรับที่ไม่ใส่สาร แสดงว่า สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณมีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มจำนวนฝักของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 โดยปริมาณสารไคโตแซนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนฝัก และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณมีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

การศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ไม่พบเห็นอาการที่ผิดปกติบริเวณฝักของถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยจำนวนฝักต่อต้นในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 มีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 41.33-55.67 ฝัก อย่างไรก็ตามจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่าในตำรับที่ไม่ใส่สาร แสดงว่าการใส่สาร

Copyright by Mahidol University

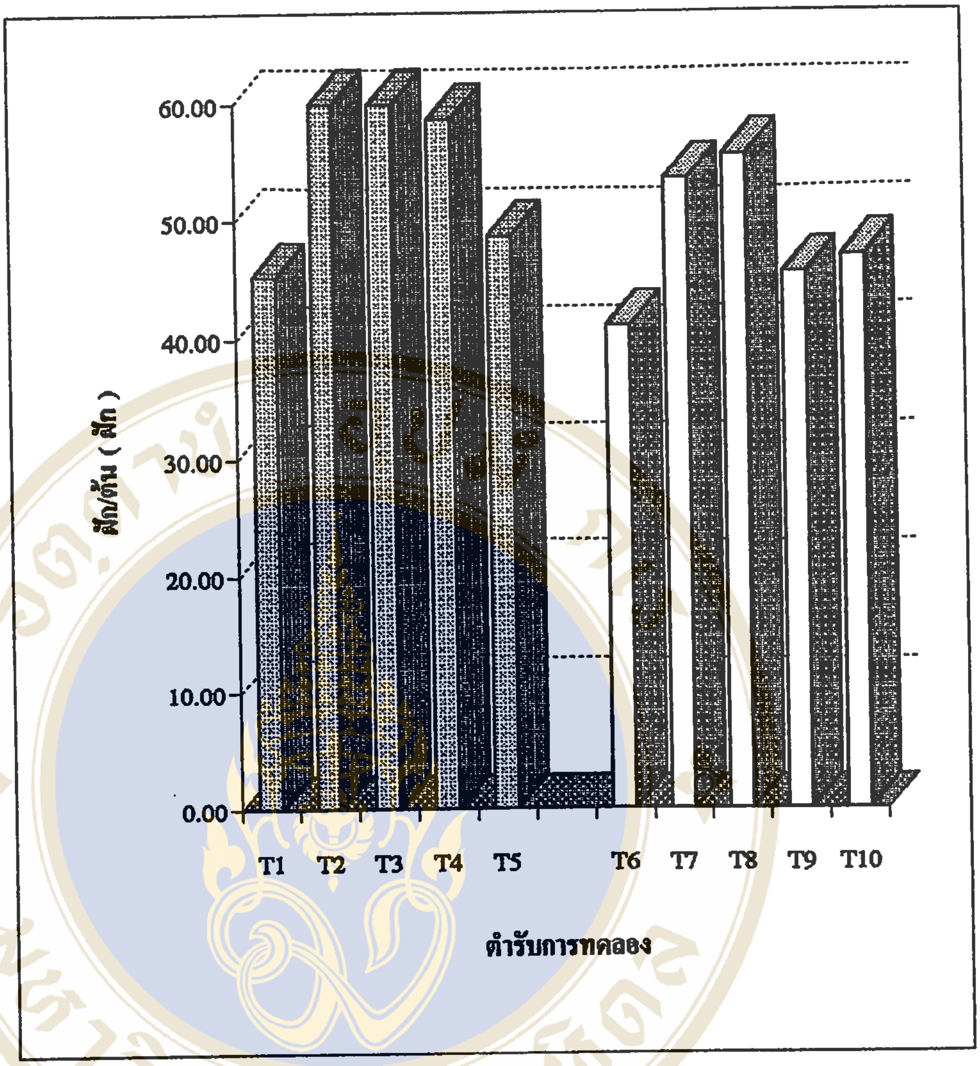
ไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีแนวโน้ม ส่งเสริมต่อการเพิ่มจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

ผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.12

ตารางที่ 4. 9 แสดงผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ที่ระยะ 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	จำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลือง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ฝัก)
T1	39.00	55.00	42.00	45.33
T2	58.00	57.00	80.00	65.00
T3	62.00	75.00	56.00	64.33
T4	55.00	59.00	62.00	58.67
T5	39.50	45.00	62.00	48.83
T6	43.00	41.00	40.00	41.33
T7	51.00	56.00	54.00	53.67
T8	65.00	58.00	44.00	55.67
T9	59.00	40.00	38.00	45.67
T10	49.00	36.00	56.00	47.00
ค่าเฉลี่ย	52.05	52.20	53.40	52.55

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบผลผลิตจำนวนฝักต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.2.2 จำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลือง

จำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 17 ในภาคผนวก ก และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนฝักด้วยวิธี Dancan'new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 18 ในภาคผนวก ก. พบว่า ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับควบคุม มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณกับตำรับควบคุม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ให้ผลผลิตค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อต้นสูงที่สุดเท่ากับ 160.00 เมล็ด รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 158.67 เมล็ด แสดงว่า สารไคโตแซนมีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อต้น โดยที่ปริมาณสารไคโตแซนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ด สำหรับตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อต้นมีจำนวนมากกว่าในตำรับที่ไม่ใส่สาร แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการไม่ใส่สาร แสดงว่า สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

การศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง พบว่า ไม่พบเห็นอาการที่ผิดปกติในเมล็ดของถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองในทุกตำรับที่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 101.67-137.00 เมล็ด อย่างไรก็ตามจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลือง ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลผลิตมากกว่าในตำรับที่ไม่ใส่สาร แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

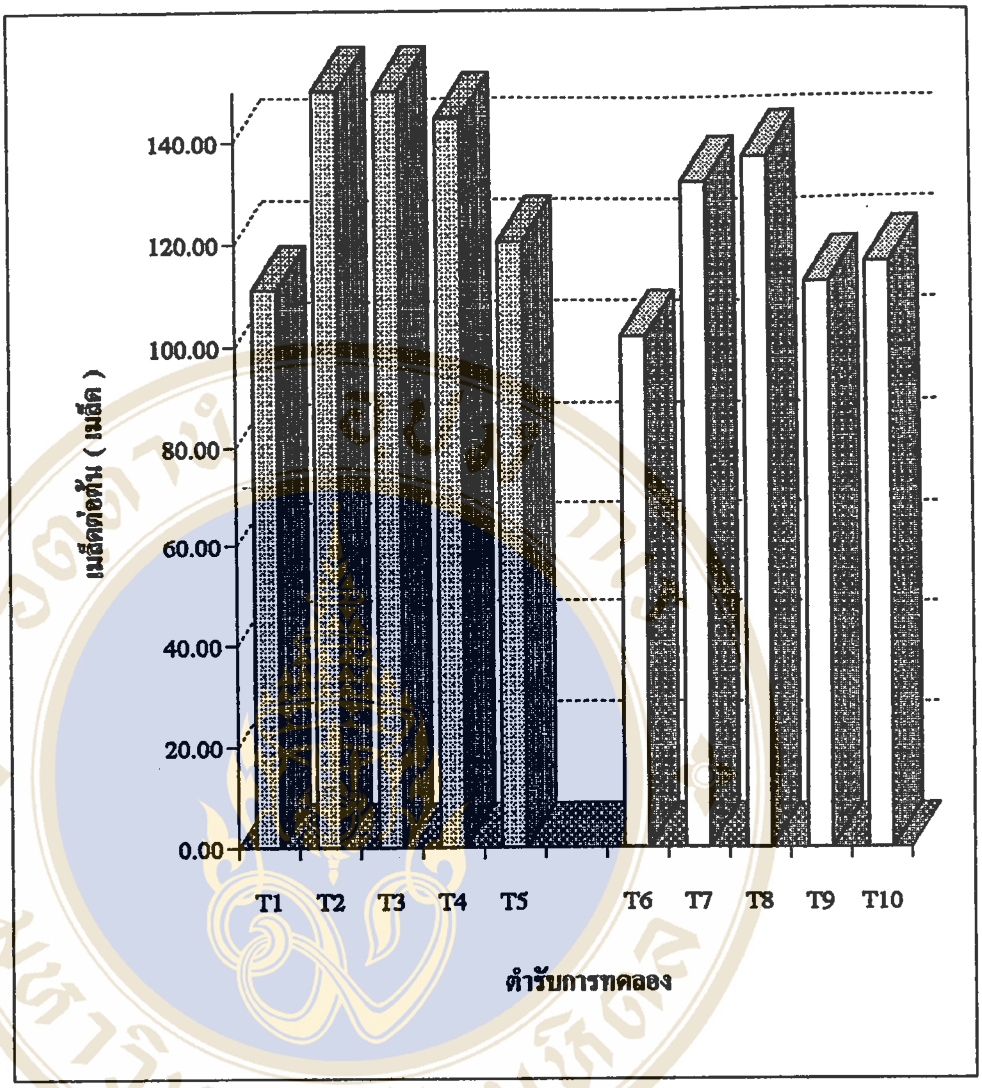
ผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.10 รูปที่ 4.13

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.10 แสดงผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 5 ที่ระยะ 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	จำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลือง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (เมล็ด)
T1	95.00	135.00	103.00	111.00
T2	143.00	140.00	197.00	160.00
T3	153.00	185.00	138.00	158.67
T4	136.00	145.00	153.00	144.67
T5	97.00	111.00	153.00	120.33
T6	106.00	101.00	98.00	101.67
T7	125.00	138.00	133.00	132.00
T8	160.00	143.00	108.00	137.00
T9	145.00	98.00	94.00	112.33
T10	145.00	89.00	138.00	124.00
ค่าเฉลี่ย	130.50	128.50	131.50	130.17

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.13 เปรียบเทียบผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

__หมายเหตุ__ T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.2.3 น้ำหนัก 100เมล็ดของถั่วเหลือง

น้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95และ 99% ดังแสดงในตารางที่ 19 ในภาคผนวก ก. ทั้งนี้มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองระหว่าง 13.98-14.83 กรัม ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 140 กรัม/กระถาง มีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 14.83 กรัม รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางเท่ากับ 14.79 กรัม และการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณและสารไคตินโปนตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าการไม่ใส่สาร แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

การศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลืองพบว่า ไม่พบเห็นอาการที่ผิดปกติในเมล็ดของถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 12.87-14.66 กรัม อย่างไรก็ตามการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณมีผลทำให้ถั่วเหลืองมีน้ำหนัก 100 เมล็ดมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร แสดงว่าสารไคโตแซนมีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลือง แต่การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ไม่มีผลต่อการน้ำหนักเมล็ด

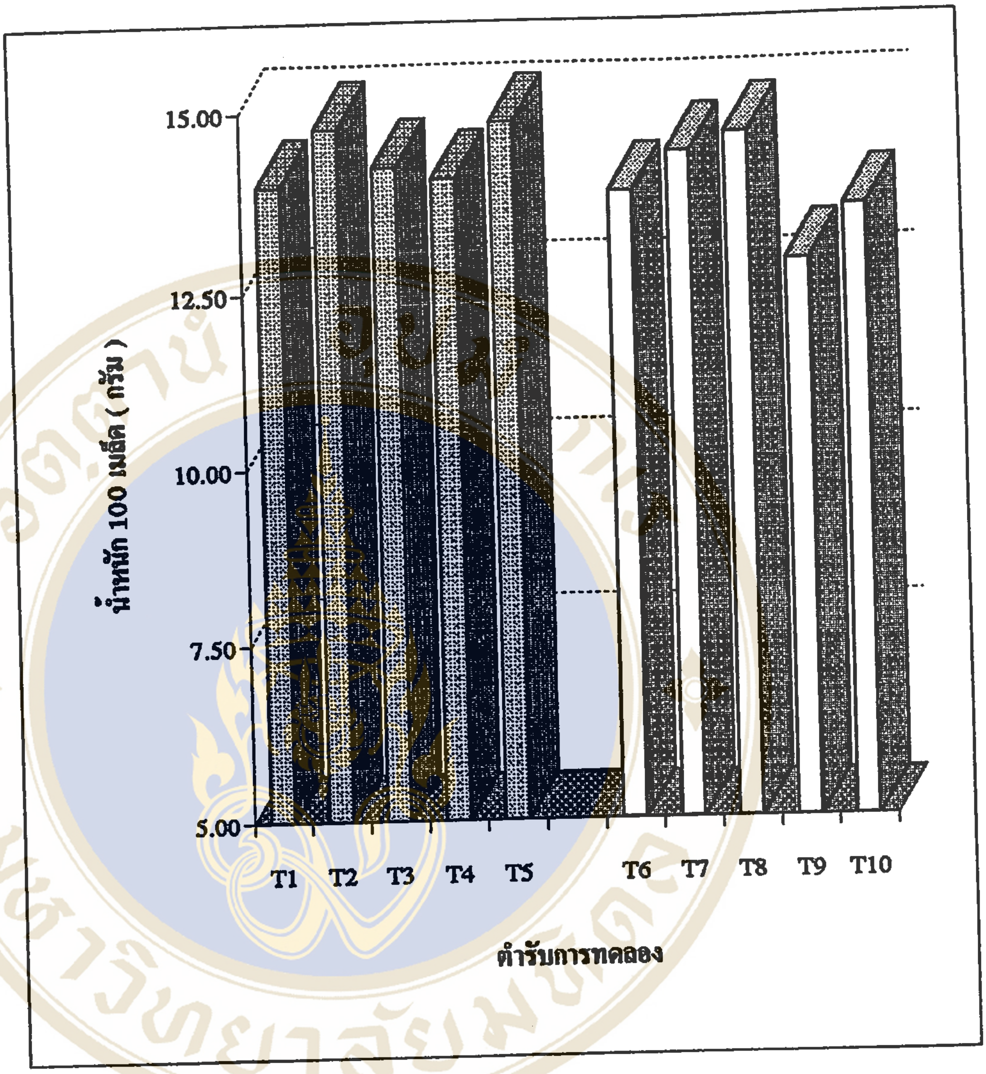
ผลผลิตจำนวนน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองแสดงในตารางที่ 4.11 รูปที่ 4.14

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.11 แสดงผลผลิตน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ที่ระยะ 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	น้ำหนัก100เมล็ดของถั่วเหลือง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (กรัม)
T1	13.30	14.28	14.36	13.98
T2	12.32	14.90	17.10	14.77
T3	13.12	14.40	15.20	14.24
T4	13.76	13.44	15.00	14.07
T5	15.00	14.50	15.00	14.83
T6	14.15	13.20	14.20	13.85
T7	14.60	14.60	14.00	14.40
T8	14.50	15.00	14.48	14.66
T9	13.92	12.80	11.90	12.87
T10	13.50	14.60	12.72	13.61
ค่าเฉลี่ย	13.82	14.17	14.40	14.13

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบผลผลิตน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.2.4 น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลือง

น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ที่ปลูกในดินชุดมาบบอนในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ดังแสดงในตารางที่ 20 ในภาคผนวก ก. ทั้งนี้มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 161.93-250.19 กรัม ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางสูงที่สุดเท่ากับ 250.19 กรัม รองลงมาคือ ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีค่าเท่ากับ 234.66 กรัม การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางมากกว่าการไม่ใส่สาร แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

การศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ทำให้เกิดโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง พบว่า ไม่พบอาการที่ผิดปกติในเมล็ดของถั่วเหลือง ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 146.47-246.20 กรัม การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางมากกว่าการไม่ใส่สาร แสดงว่า สารทั้ง 2 ชนิด มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ด

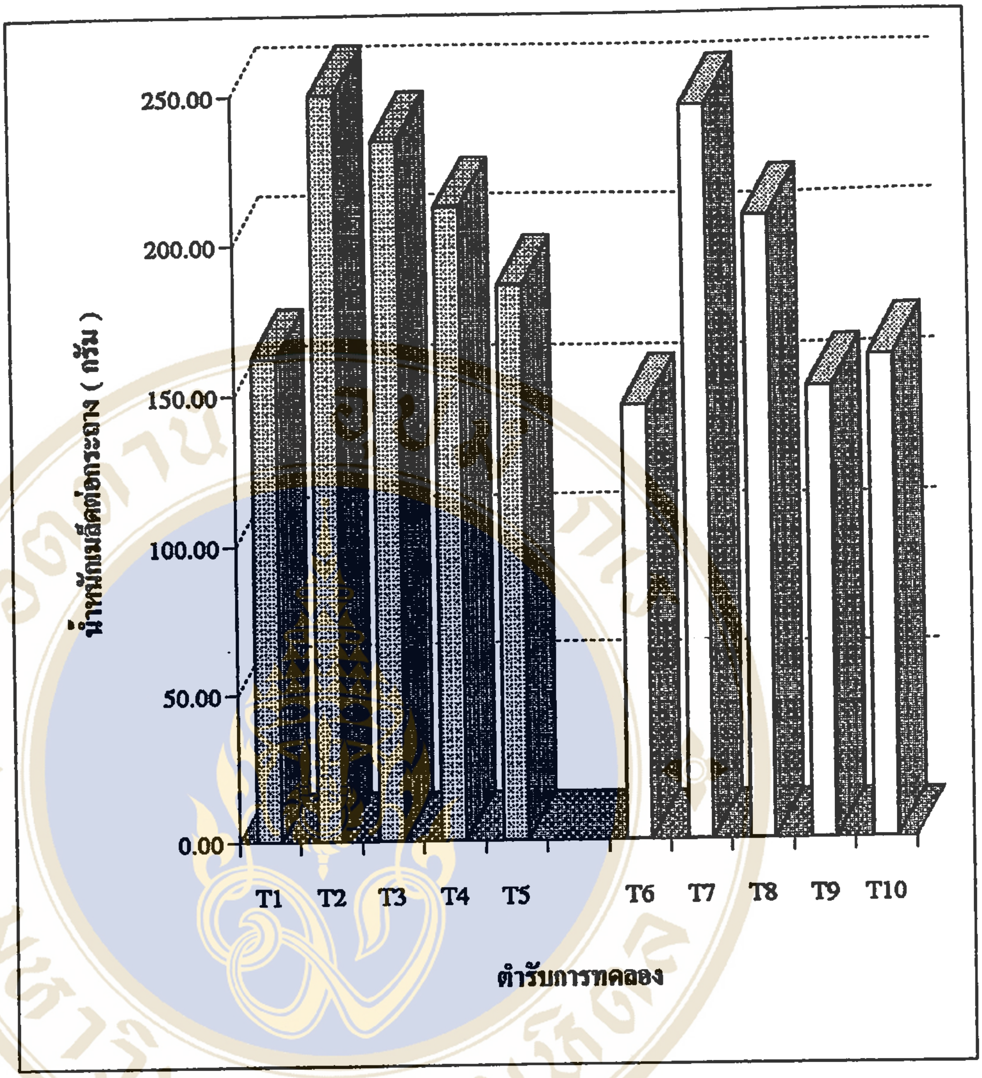
ผลผลิตจำนวนน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลองแสดงในตารางที่ 4.12 รูปที่ 4.15

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.12 แสดงผลผลิตจำนวนเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 ที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	น้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลือง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (กรัม)
T1	131.46	200.51	153.82	161.93
T2	183.25	216.94	350.38	250.19
T3	208.73	277.06	218.19	234.66
T4	194.58	202.70	238.68	211.99
T5	151.32	167.44	238.68	185.81
T6	156.00	138.63	144.77	146.47
T7	189.80	209.56	339.25	246.20
T8	241.28	223.08	162.66	209.01
T9	209.87	130.42	116.38	152.22
T10	168.48	135.10	182.52	162.03
ค่าเฉลี่ย	183.48	190.14	214.53	196.05

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบผลผลิตน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ. 5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

การศึกษาผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 โดยรวม แสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 เมื่อเก็บผลผลิตที่ 14 สัปดาห์

ผลผลิต	สารไคโตแซน (มิลลิกรัม/กระถาง)		สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ (กรัม/กระถาง)	
	35	140	35	165
ฝักต่อต้น	+	+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+
เมล็ดต่อต้น	+	+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+
น้ำหนัก100 เมล็ด	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+
น้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+	แนวโน้ม+

<u>หมายเหตุ</u> + หมายถึง มีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิต

0 หมายถึง ไม่แสดงผลต่อการเพิ่มผลผลิต

ที่มา: ข้อมูลจากการทดลอง

การศึกษาการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 พบว่า การใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิต ได้แก่ จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น และมีแนวโน้มต่อการเพิ่ม น้ำหนัก 100 เมล็ดต่อต้น และน้ำหนักเมล็ดต่อกระถาง ซึ่งมีรายงานการศึกษาการใช้สารไคโตแซนในการปลูกข้าวสาลีของ Hadwinger et al., (29) ในแปลงทดลองเป็นเวลา 5 ปี พบว่าการใช้สารไคโตแซนปริมาณ 1,000, 500, 250, 125 ไมโครกรัม/เมล็ด 1 กรัม ทำให้ผลผลิตของข้าวสาลีเพิ่มขึ้น 14, 13, 21 และ 8% ตามลำดับ

สำหรับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด

Copyright by Mahidol University

นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมหลายประการที่เกี่ยวข้องด้วยได้แก่ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเกิดโรค หรืออาจเกิดจากผลของสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ร่วมกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินที่สามารถควบคุมการเกิดโรคจากเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ซึ่งต้องศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วยดังนั้นจึงจะกล่าวถึงในส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

Copyright by Mahidol University

4.3 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีบางชนิดและปริมาณธาตุอาหารหลักในดิน

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดินชุดมาบบอนในการทดลองครั้งนี้ ศึกษาความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ เมื่อเริ่มปลูกและวันเก็บผลผลิตได้ผลการทดลองดังนี้คือ

4.3.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับตำรับที่ไม่ใส่สารร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่า เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลืองความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 5.42 และค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 5.63 เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14 ของการทดลอง ซึ่งโดยปกติดินชุดนี้มีความเป็นกรดแก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.2 จากผลการทดลองเมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลืองดินมีความเป็นกรดปานกลาง ทำให้ถั่วเหลืองสามารถเจริญได้ดีพอสมควร และหลังจากปลูกถั่วเหลืองแล้ว ค่าความเป็นกรดนั้นลดลงอาจเป็นผลมาจากระบบรากพืชและธาตุอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชร่วมกับปฏิกิริยาจากเชื้อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งโดยทั่วไปปฏิสัมพันธ์ที่เกิดบริเวณรากพืช จากจุลินทรีย์ในดินจะทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเปลี่ยนไป เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช หรืออาจเป็นผลจากสารไคโตแซนหรือสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ซึ่งเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ในดินที่จะช่วยสนับสนุนต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าความเป็นกรดเป็นด่างในวันเก็บผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ99% ดังแสดงในตารางที่ 21 ในภาคผนวก ก.โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.51-5.87 แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของความเป็นกรดเป็นด่างในดิน

สำหรับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างในดินในวันเก็บผลผลิตในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ไม่แสดงผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของความเป็นกรดเป็นด่างเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 5.467-5.969

ผลการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 แสดงในตารางที่ 4.14, 4.15 และรูปที่ 4.16

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.14 แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง

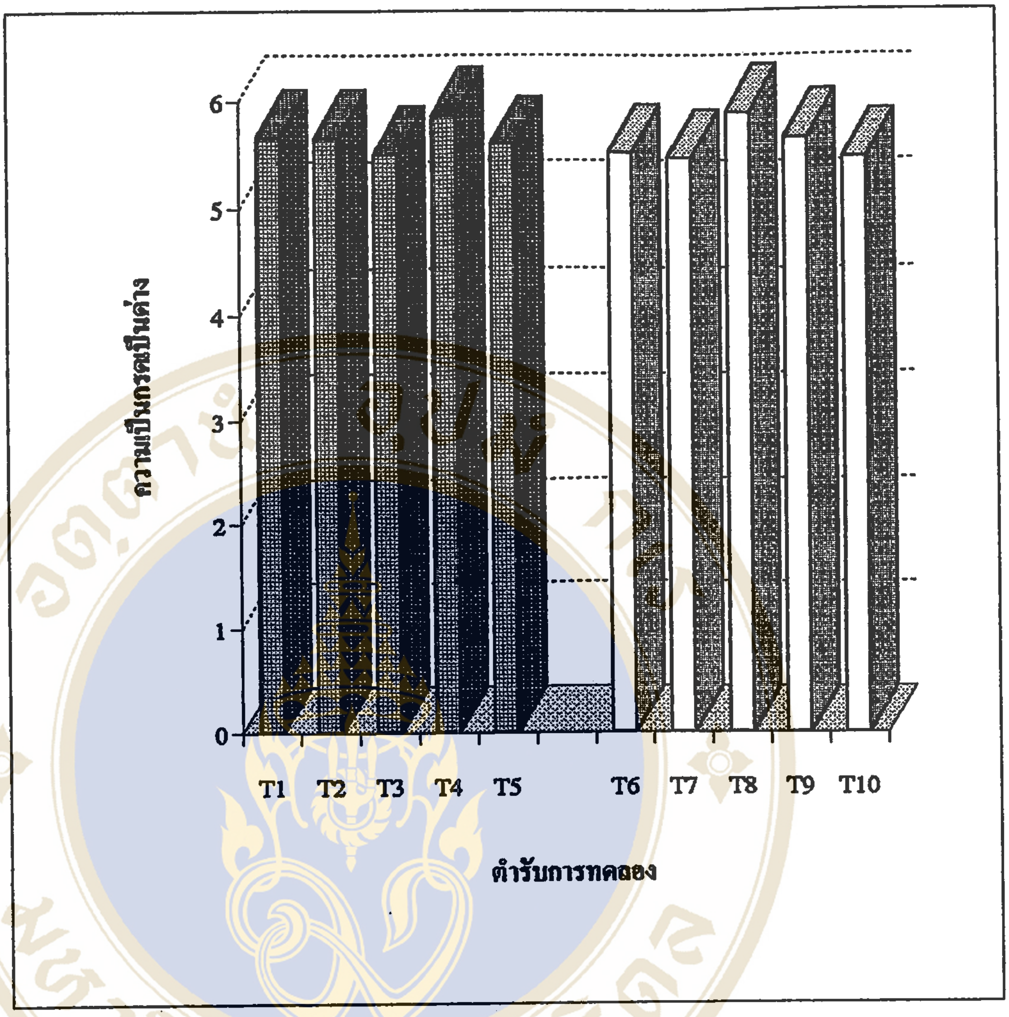
ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
T1	5.82	5.28	5.37	5.49
T2	5.58	5.24	5.30	5.37
T3	5.90	5.27	5.22	5.46
T4	5.33	5.34	5.70	5.46
T5	5.52	5.33	5.18	5.34
T6	5.48	5.45	5.35	5.43
T7	5.28	5.29	5.54	5.37
T8	5.65	5.56	5.34	5.52
T9	5.28	5.27	5.46	5.34
T10	5.45	5.40	5.28	5.38
ค่าเฉลี่ย	5.53	5.34	5.37	5.42

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.15 แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลือง พันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิต ที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ความเป็นกรดเป็นด่าง			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
T1	5.89	5.73	5.40	5.67
T2	5.60	6.10	5.30	5.67
T3	5.90	5.22	5.40	5.51
T4	5.90	6.00	5.70	5.87
T5	5.90	5.40	5.50	5.60
T6	5.70	5.45	5.40	5.52
T7	5.40	5.50	5.50	5.47
T8	6.30	5.80	5.60	5.90
T9	5.80	5.70	5.50	5.67
T10	5.40	5.40	5.62	5.47
ค่าเฉลี่ย	5.78	5.63	5.49	5.63

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.16 เปรียบเทียบความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา*Sclerotium*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.3.2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(TKN)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่า เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลืองปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.021 % และค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 0.01963% เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14ของการทดลอง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ตรวจพบนี้มีค่าน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการความต้องการใช้ประโยชน์ของพืช โดยทั่วไปความเข้มข้นของไนโตรเจนที่พืชทั่วไปสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่ำที่สุดเท่ากับ 1.5% (วิเชียร,12) แต่การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองซึ่งต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนปริมาณมากเพื่อสร้างองค์ประกอบของโปรตีน ในการทดลองนี้ถั่วเหลืองเจริญเติบโตได้ดีพอสมควร เนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปริมาณ 15กิโลกรัม/ไร่ และโดยทั่วไปถั่วเหลืองสามารถตรึงไนโตรเจนได้จากอากาศประมาณ 25% (อภิพรรณ,15) นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาของ Spiegel et al., (39) พบว่า ปุ๋ยจากไคตินที่ได้จาก crustacean shell ในรูปสารไคโตแซนให้ผลเป็นปุ๋ยที่ปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ ได้ดีเช่นเดียวกับปุ๋ยยูเรียฟอมัลดีไฮด์ ในที่นี้จึงส่งเสริมให้ถั่วเหลืองสามารถเจริญเติบโตได้ดีโดยไม่แสดงอาการขาดธาตุไนโตรเจน

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองในวันเก็บผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ99% ดังแสดงในตารางที่ 22 ในภาคผนวก ก. โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.0168-0.0187% แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

สำหรับในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินในวันเก็บผลผลิต ในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.0153-0.0173% แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่แสดงผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แสดงในตารางที่ 4.16, 4.17 และรูปที่ 4.17

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.16 แสดงผลของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง

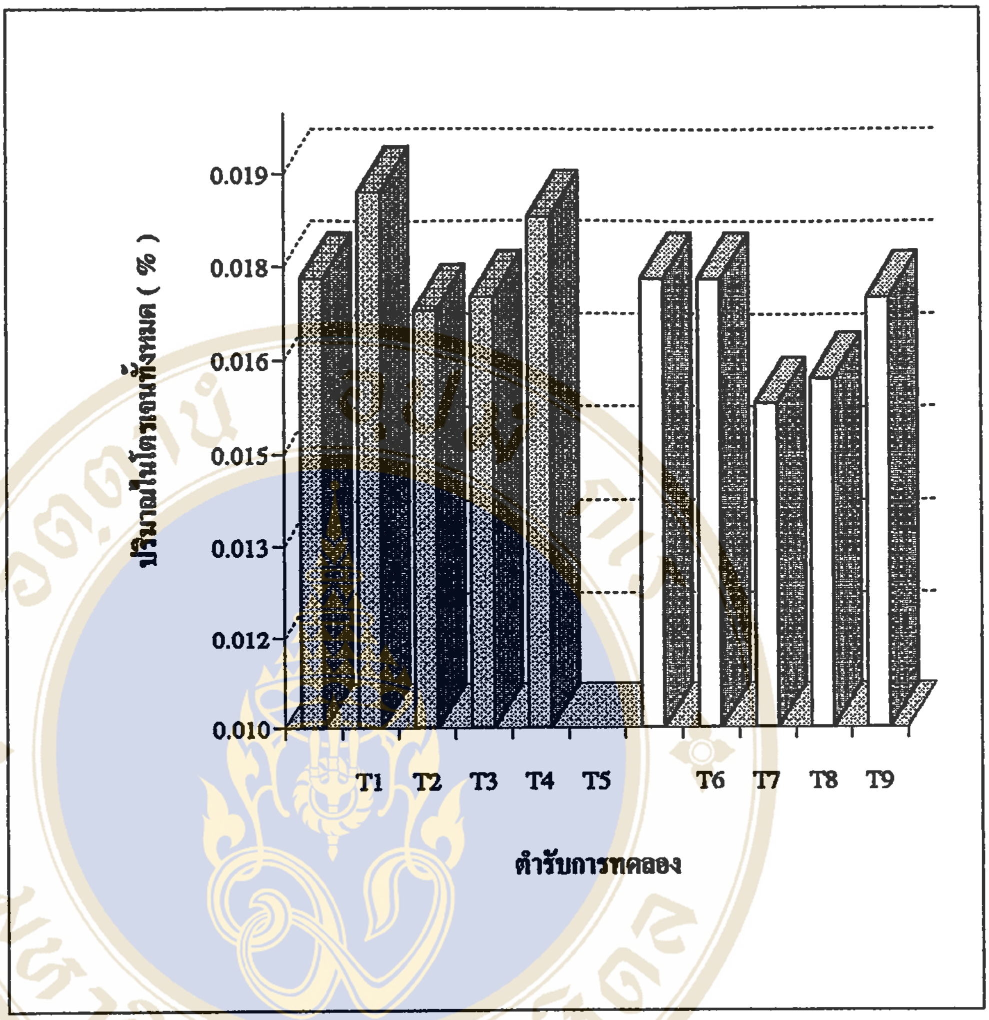
ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (%)
T1	0.018	0.019	0.019	0.019
T2	0.020	0.030	0.018	0.023
T3	0.016	0.016	0.023	0.018
T4	0.023	0.023	0.019	0.022
T5	0.019	0.022	0.020	0.020
T6	0.025	0.023	0.023	0.024
T7	0.016	0.025	0.019	0.020
T8	0.023	0.023	0.019	0.022
T9	0.019	0.021	0.022	0.021
T10	0.023	0.021	0.030	0.025
ค่าเฉลี่ย	0.020	0.022	0.021	0.021

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (%)
T1	0.018	0.015	0.019	0.017
T2	0.019	0.022	0.015	0.019
T3	0.015	0.017	0.019	0.017
T4	0.022	0.015	0.014	0.017
T5	0.019	0.018	0.018	0.018
T6	0.018	0.015	0.019	0.017
T7	0.015	0.018	0.019	0.017
T8	0.018	0.014	0.014	0.015
T9	0.014	0.016	0.017	0.016
T10	0.016	0.019	0.016	0.017
ค่าเฉลี่ย	0.017	0.017	0.017	0.017

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.17 เปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา*Sclerotium*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.3.3 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์(available P)

ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่า เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.801 ppm และค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 0.502 ppm เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14 ของการทดลอง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ตรวจพบนี้มีค่าเพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์ของพืชโดยทั่วไป ที่ต้องการความเข้มข้นของฟอสฟอรัสอย่างต่ำประมาณ 0.2 ppm (วิเชียร,12) แต่ถ้าพิจารณาปริมาณการใช้ประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองจัดได้ว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ค่าavailable P<8 ppm) แต่ในการทดลองนี้ถั่วเหลืองเจริญเติบโตได้ดี เนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 15 กิโลกรัม/ไร่ ทำให้ไม่แสดงอาการของการขาดปริมาณโปรแตสเซียมในดิน เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินในวันเก็บผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ99% ดังแสดงในตารางที่ 23ในภาคผนวก ก. โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.4189-0.5033 ppm แสดงว่า การใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

สำหรับในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน ในวันเก็บผลผลิตในทุกตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.4574 -0.5226 ppm แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ไม่แสดงผล ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

ผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แสดงในตารางที่ 4.18, 4.19 และรูปที่ 4.18

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.18 แสดงผลของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ppm)
T1	0.681	0.656	0.681	0.673
T2	0.808	0.969	0.824	0.867
T3	0.738	0.967	0.810	0.838
T4	0.758	0.687	0.634	0.693
T5	0.927	0.615	0.992	0.845
T6	0.898	0.717	0.786	0.800
T7	0.673	0.923	0.893	0.830
T8	0.819	0.827	0.602	0.749
T9	0.922	0.863	0.873	0.886
T10	0.709	0.998	0.795	0.834
ค่าเฉลี่ย	0.793	0.822	0.789	0.801

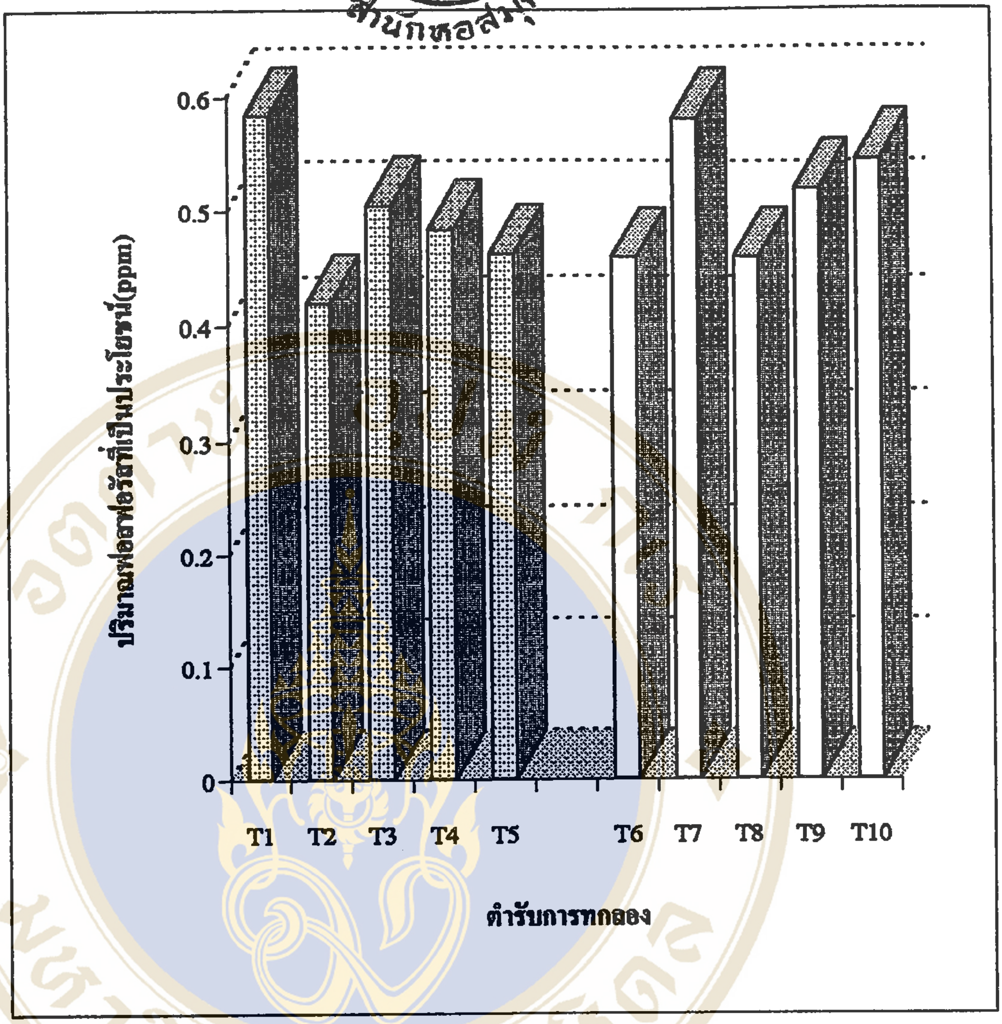
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.19 แสดงผลของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณฟอสฟอรัสเป็นประโยชน์			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ppm)
T1	0.575	0.628	0.547	0.583
T2	0.438	0.425	0.393	0.419
T3	0.510	0.429	0.573	0.504
T4	0.456	0.497	0.496	0.483
T5	0.449	0.558	0.378	0.462
T6	0.424	0.446	0.506	0.459
T7	0.591	0.503	0.649	0.581
T8	0.474	0.421	0.485	0.460
T9	0.568	0.431	0.560	0.520
T10	0.496	0.497	0.643	0.545
ค่าเฉลี่ย	0.498	0.483	0.523	0.502

Copyright by Mahidol University

อดุลยเดช จุฬาฯ กรุง
มหาวิทยาลัยมหิดล
สำนักหอสมุด



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา*Sclerotium*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.4.4 ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K)

ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* พบว่า เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58 และค่าเฉลี่ยลดลงเป็น 0.95 ppm เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14 ของการทดลอง ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ ในดินที่ตรวจพบนี้เพียงพอต่อความต้องการใช้ประโยชน์ของพืชโดยทั่วไป ที่ความเข้มข้นของโปรแตสเซียมอย่างต่ำ 1 ppm (วิเชียร,12) แต่ถ้าพิจารณาปริมาณการใช้ประโยชน์ของดินที่ปลูกถั่วเหลืองจัดว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ค่า available K<40 ppm) และในการทดลองนี้ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ในอัตรา 15 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมด้วยทำให้มีปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินเพียงพอกับความต้องการของพืช

เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลือง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ดังแสดงในตารางที่ 24 ในภาคผนวก ก. และจากการตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินด้วยวิธี Dancan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังแสดงในตารางที่ 25 ในภาคผนวก ก. พบว่า ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 กับ140 มิลลิกรัม/กระถาง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สารมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทั้งนี้ตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35มิลลิกรัม/กระถาง มีค่าปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินต่ำที่สุดเท่ากับ 0.7 ppm และในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์มีปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินน้อยกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร แสดงว่าสารทั้ง 2 ชนิด น่าจะมีผลส่งเสริมต่อการใช้ประโยชน์ธาตุอาหารในดินที่ปลูกถั่วเหลือง ทำให้ปริมาณโปรแตส เซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณน้อยกว่าในตำรับที่ไม่ใส่สาร

สำหรับในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินในวันเก็บผลผลิต พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.90-1.1 ppm แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่แสดงผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรแตสเซียมที่มีประโยชน์ใน

Copyright by Mahidol University

ดิน อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165กรัม/กระถาง ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีปริมาณโปรแตสเซียมที่น้อยกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แสดงว่า การใส่สารทั้ง 2 ชนิดน่าจะมีแนวโน้มส่งเสริมต่อการใช้ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน จึงมีผลทำให้ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินมีปริมาณน้อยกว่าตำรับที่ไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด

ผลการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน ในแต่ละตำรับการทดลอง แสดงในตารางที่ 4.20, 4.21 และรูปที่ 4.19

ตารางที่ 4.20 แสดงผลของปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเริ่มปลูกถั่วเหลือง

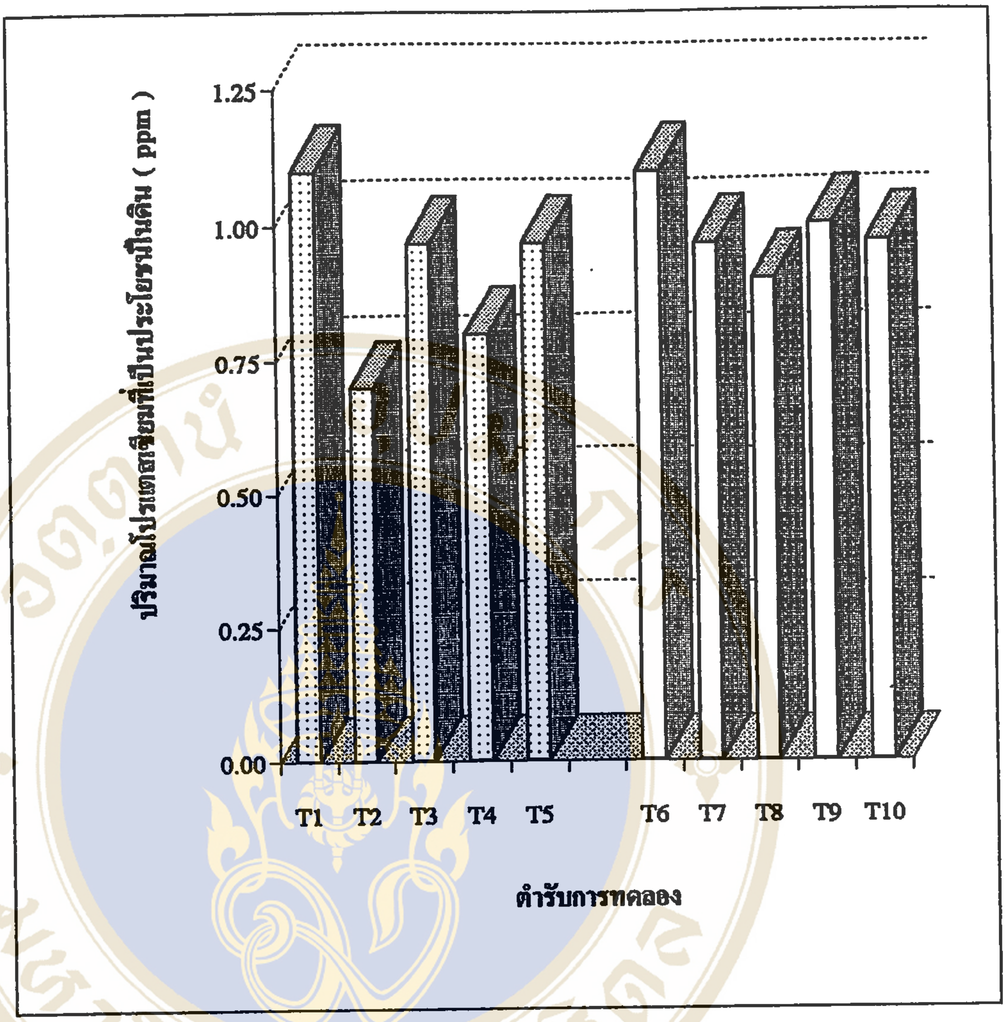
ตำรับการทดลอง	ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ppm)
T1	1.70	1.40	1.90	1.67
T2	1.60	1.80	1.70	1.70
T3	1.30	1.60	1.50	1.47
T4	1.70	1.60	1.80	1.70
T5	1.30	1.80	1.50	1.53
T6	1.70	1.70	1.30	1.57
T7	1.90	1.60	1.10	1.53
T8	1.60	1.20	1.60	1.47
T9	1.90	1.80	1.40	1.70
T10	1.30	1.70	1.40	1.47
ค่าเฉลี่ย	1.60	1.62	1.52	1.58

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4.21 แสดงผลของปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

ตำรับการทดลอง	ปริมาณโปรแตสเซียมทั้งหมด			
	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย (ppm)
T1	1.10	1.10	1.10	1.10
T2	0.70	0.60	0.80	0.70
T3	0.90	1.10	0.90	0.97
T4	0.60	0.80	1.00	0.80
T5	1.00	1.00	0.90	0.97
T6	1.00	1.10	1.20	1.10
T7	1.10	1.10	0.70	0.97
T8	0.70	0.90	1.10	0.90
T9	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	0.90	1.00	1.00	0.97
ค่าเฉลี่ย	0.90	0.97	0.97	0.95

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5ในแต่ละตำรับการทดลอง เมื่อเก็บผลผลิตที่ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา*Sclerotium*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Solerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

4.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

การเก็บตัวอย่างดินจากทุกตำรับการทดลอง ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ. 5 เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165กรัม/กระถาง กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ร่วมกับการใส่หรือไม่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่เป็นสาเหตุของโรคโคนเน่าในถั่วเหลือง ทำการประเมินปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อราทั้งหมด เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด และเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ด้วยวิธี standard dilution plate count แล้วนำมาบ่มที่อุณหภูมิห้องในห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์ดิน โครงการปรับปรุงบำรุงดินด้วยอินทรียวัตถุและวัสดุเหลือใช้ กรมพัฒนาที่ดิน ตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดทุก 2 สัปดาห์ ตลอดช่วงระยะเวลา 14 สัปดาห์ของการทดลอง ผลการนับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ จากการทดลองมีรายละเอียด ดังนี้คือ

4.4.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด

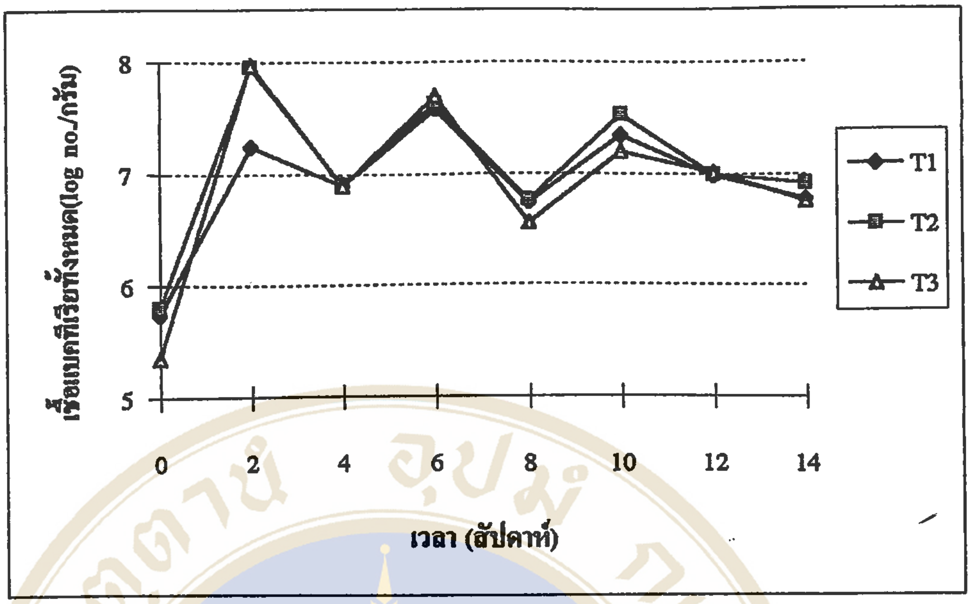
การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2ชนิด ตลอดช่วง 14 สัปดาห์ของการทดลอง จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.20.1 พบว่า สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลองโดยตำรับที่ไม่ใส่สาร ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 5.74 เป็น 7.24 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถางมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 5.8 เป็น 7.95 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าการไม่ใส่สาร และในกรณีที่ใส่สารไคโตแซนในเพิ่มขึ้นเป็นปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 5.35 เป็น 7.97 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 นั้นไม่มีผลทำให้เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน แต่ยังคงมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร หลังจากนั้นในช่วงหลังจากสัปดาห์ที่ 2 ถึงสิ้นสุดการทดลอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละตำรับการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง แต่การใส่สารไคโตแซนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน

ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถางกับตำรับที่ไม่ใส่สาร ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.20.2 พบว่า สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ที่แตกต่างกันของแต่ละตำรับการทดลองได้อย่างชัดเจนในช่วง

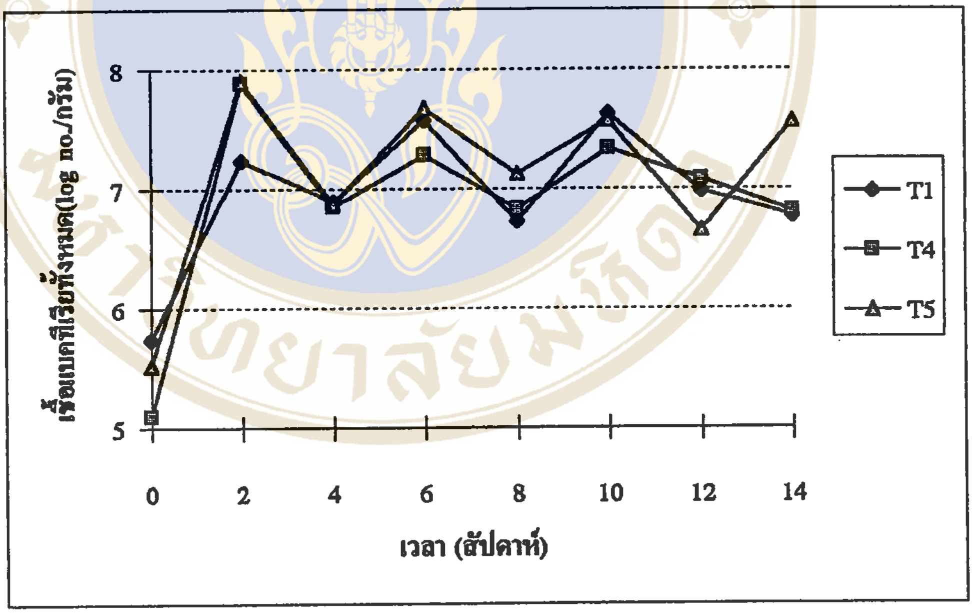
Copyright by Mahidol University

สัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง โดยในตำรับที่ไม่ใส่สารปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 5.74 เป็น 7.24 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 5.09 เป็น 7.88 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร และเมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 165 กรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เพิ่มขึ้นจาก 5.52 เป็น 7.90 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 นั้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน แต่ยังคงมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร หลังจากสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละตำรับการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกันจนสิ้นสุดการทดลอง จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 อัตรา มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง แต่การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.20.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 0,35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์



รูปที่ 4.20.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณ 0,35 และ165 กรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T1=ตำรับควบคุม T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก. T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.
T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก. T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

Copyright by Mahidol University

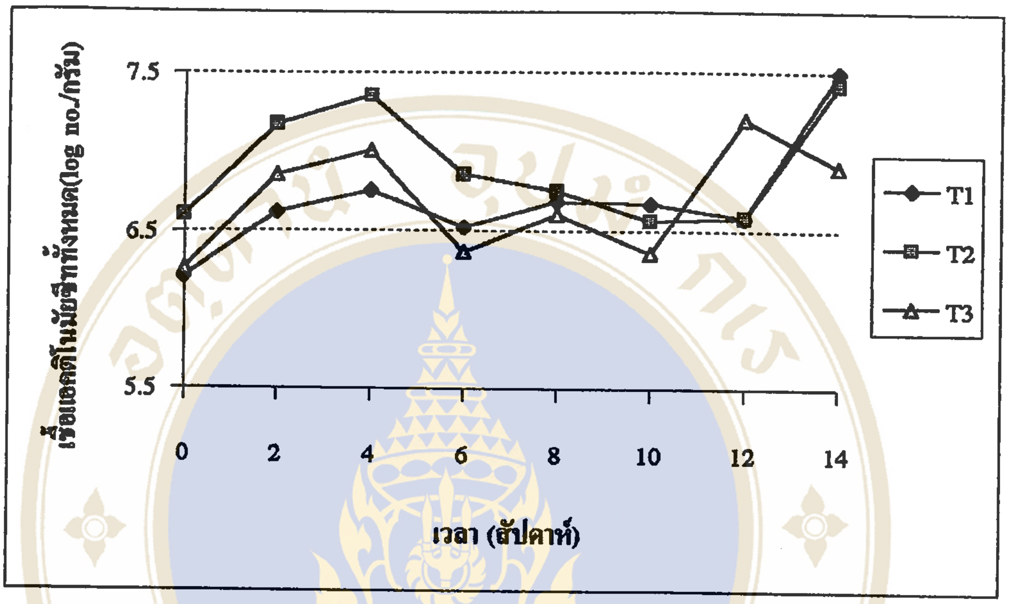
4.4.2 ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ตลอดช่วง 14 สัปดาห์ของการทดลอง จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.21.1 พบว่า สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจน ในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 โดยในตำรับที่ไม่ใส่สาร ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 6.20 เป็น6.75log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 เมื่อใส่สารไคโตแซนในปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้นจาก 6.6 เป็น 7.35 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมีปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร ในกรณีที่ใส่สารไคโตแซนในปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 140 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อ แอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.26 เป็น 7.00 log no./ กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 นั้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มปริมาณมากขึ้น แต่ยังมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร หลังจากสัปดาห์ที่ 6 ของการทดลอง การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดในแต่ละตำรับการทดลองจะมีปริมาณที่ใกล้เคียงกันจนสิ้นสุดการทดลอง จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณมีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้น ในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 แต่การใส่สารไคโตแซนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้น

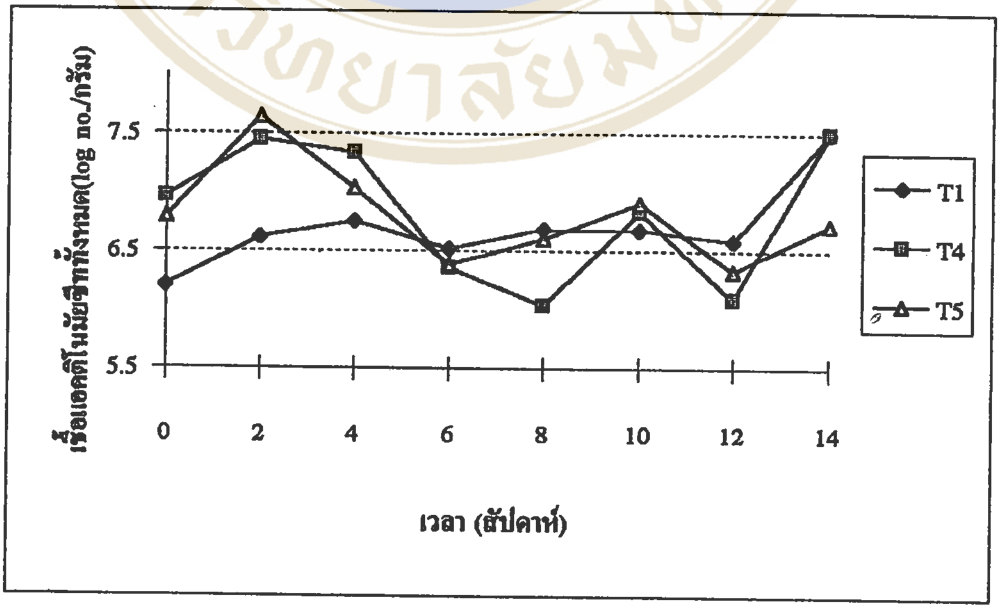
จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ตามที่แสดงในรูปที่ 4.21.2 พบว่า สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดที่แตกต่างกันได้อย่างชัดเจนในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 ตำรับที่ไม่ใส่สารมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดไม่มากจาก 6.20 เป็น6.75 log no./กรัม ในสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.96 เป็น 7.44 ในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร และเมื่อเพิ่มปริมาณสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์เป็น 165 กรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 6.78 เป็น 7.63 log no./กรัม ในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 2 นั้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน แต่ยังมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดหลังจากสัปดาห์ที่ 2 ตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณยังคงมีปริมาณที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สารถึงสัปดาห์ที่ 4 และหลังสัปดาห์ที่ 6 การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณไม่มีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่

Copyright by Mahidol University

สาร จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 ทั้งนี้การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน



รูปที่ 4.21.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 0, 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์



รูปที่ 4.21.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคติน โปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณ 0,35 และ165 กรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ T1=ตำรับควบคุม T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก. T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.
T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก. T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

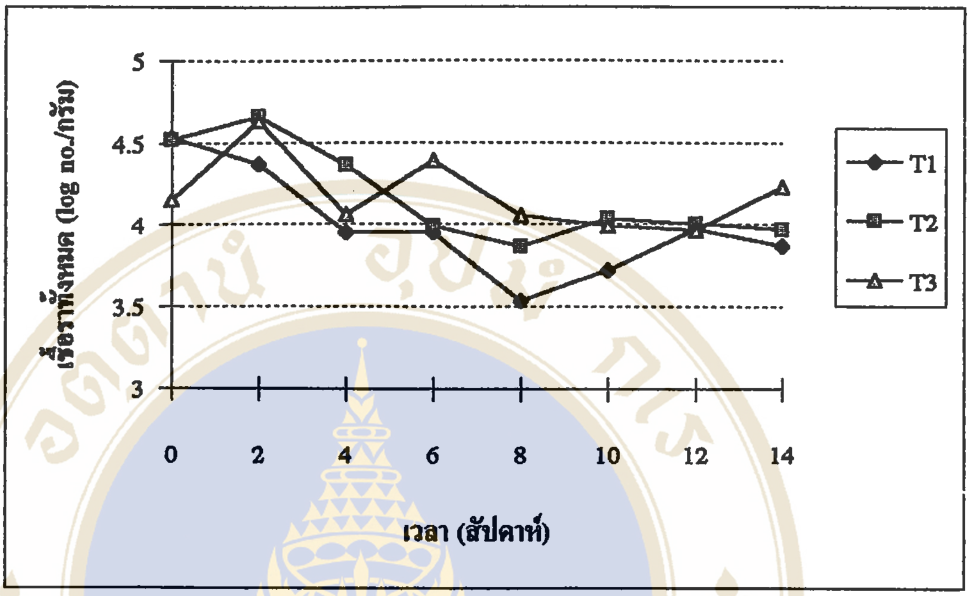
4.4.3 ปริมาณเชื้อราทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด ตลอดช่วง 14 สัปดาห์ของการทดลอง จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สาร ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.22.1 พบว่าสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อราทั้งหมด ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนในสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 โดยตำรับที่ไม่ใส่สารปริมาณเชื้อราทั้งหมดจะลดปริมาณลงจากสัปดาห์แรก และต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 8 จาก 4.53 เป็น 3.53 log no./กรัม เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อราทั้งหมดจะลดปริมาณลงจากสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 8 มีปริมาณจาก 4.52 เป็น 3.86 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่า ตำรับที่ไม่ใส่สารในสัปดาห์ที่ 8 และเมื่อใส่สารใส่สารไคโตแซนเพิ่มขึ้นปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อราทั้งหมด มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มากตลอดช่วงการทดลอง โดยมีปริมาณเชื้อราทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 4.05 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณเชื้อราทั้งหมดมากขึ้นเฉพาะในสัปดาห์ที่ 8 ของการทดลอง หลังจากนั้นปริมาณเชื้อราทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณยังคงมีปริมาณเชื้อราทั้งหมดที่มากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร จนถึงสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง จากผลการทดลองแสดงว่า การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณมีผลทำให้ปริมาณเชื้อราทั้งหมด เพิ่มขึ้นกว่าการไม่ใส่สารไคโตแซนในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 แต่การใส่สารในปริมาณเพิ่มขึ้นไม่แสดงผลต่อปริมาณเชื้อราทั้งหมดให้มากขึ้น

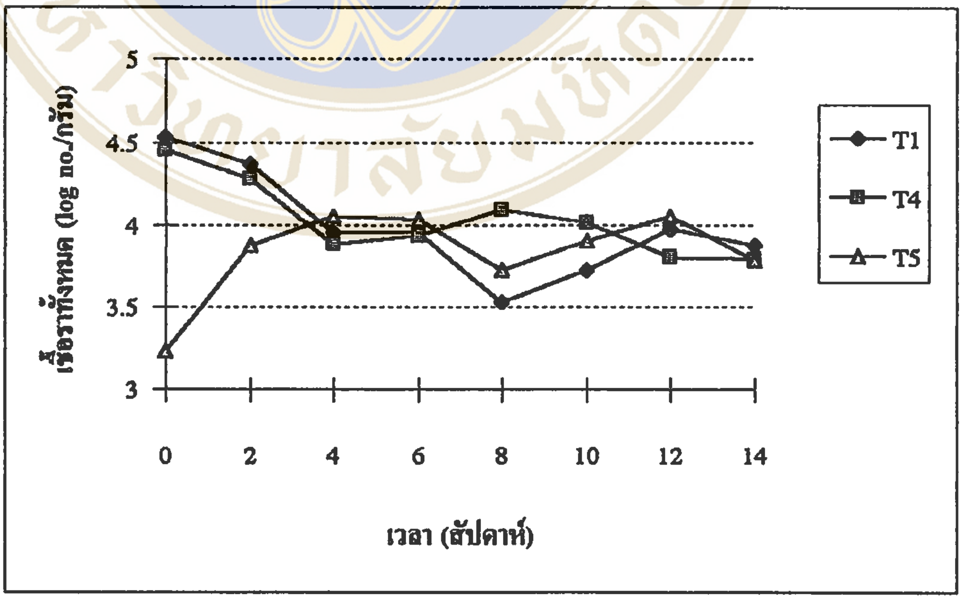
ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง กับตำรับที่ไม่ใส่สารตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.22.2 พบว่า ในตำรับที่ไม่ใส่สารปริมาณเชื้อราทั้งหมดจะลดปริมาณลงและต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 8 โดยมีปริมาณระหว่าง 3.53 ถึง 3.72 log no./กรัม ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณนั้น ในช่วงแรกของการทดลองปริมาณเชื้อราทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน คือในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อราทั้งหมดค่อยๆ ลดปริมาณลงจากสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 แล้วเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง ระหว่าง 4.09 เป็น 4.01 log no./กรัม ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 ซึ่งมีปริมาณที่มากกว่าตำรับไม่ใส่สาร เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 165 กรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อราทั้งหมด จะเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 แล้วลดปริมาณลงในช่วงสัปดาห์ที่ 8 โดยมีปริมาณ 3.72 เป็น 3.90 log no./กรัม ในสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 ซึ่งมีปริมาณเชื้อราทั้งหมดไม่มากขึ้นตามปริมาณสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ที่เพิ่มขึ้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ปริมาณเชื้อราทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณมีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อราทั้ง

Copyright by Mahidol University

หมดเพิ่มมากขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 แสดงว่า การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อราทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากว่าตำรับที่ไม่ใส่สารในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 แต่การใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในปริมาณเพิ่มขึ้นไม่มีผลทำให้ปริมาณเชื้อราทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4.22.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมารณ 0, 35 และ140มิลลิกรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์



รูปที่ 4.22.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมดในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ปริมาณ 0,35 และ165 กรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์

Copyright by Mahidol University

หมายเหตุ T1=ตำรับควบคุม T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก. T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก. T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก. T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ในดินชุดมาบบอนที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ ส.จ.5 โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปในดิน ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อราทั้งหมด และเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถางกับการไม่ใส่สาร แสดงผลการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงของการทดลองที่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดินแต่ละชนิด จะมีความสัมพันธ์กันในระบบนิเวศน์วิทยา ทั้งนี้ผลของการใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิด พบว่า

การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมให้เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดปริมาณมากขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียให้เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน

การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมให้เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด เพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดเพิ่มมากขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดให้เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน

การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ มีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อราทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดเพิ่มมากขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อราทั้งหมดให้เพิ่มมากขึ้น

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการใส่ไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด และเชื้อราทั้งหมดซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่พบทั่วไปในดินนี้มีปริมาณเพิ่มมากกว่า การไม่ใส่สารในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง ทั้งนี้โดยทั่วไปจุลินทรีย์จะสามารถดำเนินกิจกรรมในดินได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกันที่สำคัญคือ อาหารและความสามารถของจุลินทรีย์ที่จะใช้อาหารในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ในการเจริญเติบโต แหล่งอาหารและพลังงานของจุลินทรีย์ในดินที่สำคัญคือ อินทรียสารในการทดลองนี้ได้ใส่ปัจจัยสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ซึ่งจัดเป็นอินทรียสารชนิดหนึ่งโดยจุลินทรีย์ในดินสามารถใช้แหล่งอาหารด้วยการแปรสภาพของอินทรียสารเหล่านี้ด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่จะทำให้เกิดการปลดปล่อยพลังงานส่วนหนึ่ง เพื่อนำไปสร้างองค์ประกอบของโปรโตปลาสซึม ด้วยกลไกภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ที่มีความสลับซับซ้อน สำหรับองค์ประกอบและโครงสร้างของไคตินซึ่งจัดเป็นโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่งนั้นมี n acetyldehyde เป็นหน่วยองค์ประกอบย่อยที่เชื่อมเกาะกันเป็นสายยาว โดยมีสูตรโครงสร้าง คือ $(C_6H_9O_4\text{-}NHCOH_3)_n$ จากสูตรโครงสร้างจะเห็นได้ว่า ประกอบด้วยอินทรียสารที่สำคัญคือคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งนี้ในดินที่ทำการเกษตรจะมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายไคตินอยู่ใน

Copyright by Mahidol University

จำนวนมาก ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย เชื้อแอคติโนมัยซีท และเชื้อรา โดยเฉพาะเชื้อแอคติโนมัยซีท อาจมีมากถึง 700 ล้านเซลล์/ดินแห้ง 1 กรัม (Alexander,17) การที่จุลินทรีย์ที่มีอยู่ทั่วไปในดินหรือเจ้าถิ่นจำนวนมากสามารถย่อยสลายไคตินได้นั้นสะท้อนให้เห็นว่า ไคตินเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของจุลินทรีย์ ดังนั้นการใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ลงในดินนั้นจึงสนับสนุนให้ปริมาณ เชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด และเชื้อราเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์เกิดจากการที่เซลล์จุลินทรีย์สามารถดูดอินทรียสารไนโตรเจนเข้าสู่เซลล์ เมื่อเติมอินทรียสารลงในดินจะเกิดการแปรสภาพของอินทรียสารเหล่านี้ให้กลายเป็นอนินทรียสาร เรียกว่าขบวนการminerization ในระหว่างขบวนการนี้อัตราส่วนของ C/N ในดินจะลดปริมาณลงเรื่อยๆ เพราะมีการปล่อย CO_2 ดังนั้นการหายไปของ CO_2 จึงเกิดการลดลงของอัตราส่วน C/N จนกระทั่งสัดส่วนของC/N เท่ากับ 10:1 คล้ายกับเซลล์ของจุลินทรีย์ในดิน เมื่อถึงจุดนี้อินทรียไนโตรเจนที่ถูกแปรสภาพเป็นอนินทรีย ไนโตรเจน จะเกินความต้องการของจุลินทรีย์และคงอยู่ในรูป NO_3^- หรือ NH_4^+ ที่เป็นประโยชน์กับพืชสอดคล้องกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในตำรับที่ได้รับสารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ จะแสดงผลหรือแนวโน้มต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ดีกว่าตำรับที่ไม่ใส่สาร อย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองยังต้องประกอบด้วยปัจจัยที่ร่วมด้วยอีกหลายประการ

4.5.4 ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

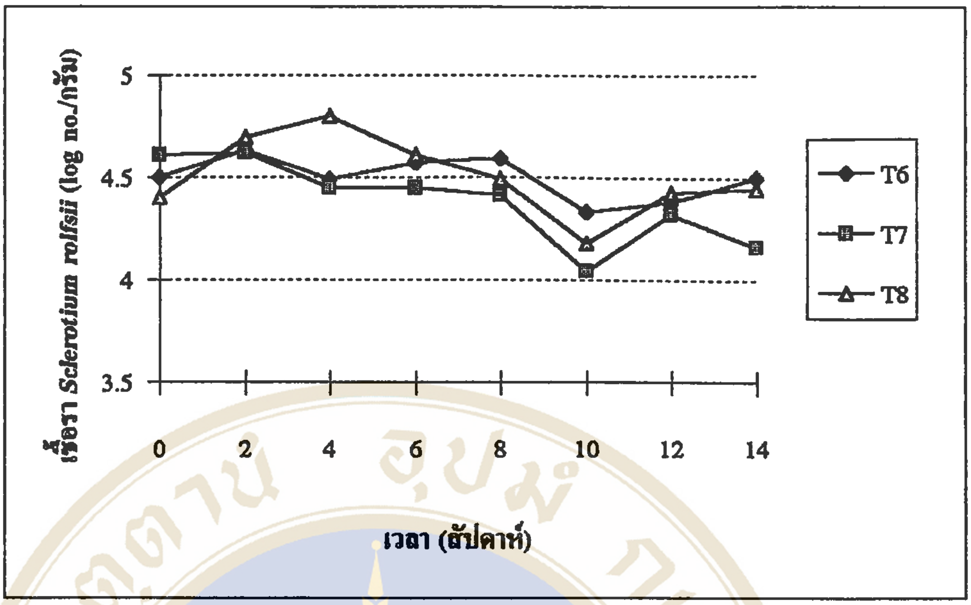
การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ กับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิดร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตลอดช่วง 14 สัปดาห์ของการทดลอง จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.23.1 พบว่าสามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่แตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 โดยในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีการเปลี่ยนแปลงไม่มากตลอด 14 สัปดาห์ของการทดลองมีปริมาณระหว่าง 4.33 ถึง 4.63 log no./กรัม ในขณะที่ในสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 มีปริมาณระหว่าง 4.59 ถึง 4.33 log no./กรัม เมื่อใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ลดลงจากสัปดาห์ที่ 2 และต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 10 โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 มีปริมาณระหว่าง 4.41 ถึง 4.04 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่า ตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* และเมื่อใส่สารไคโตแซนเพิ่มขึ้นเป็น 140 มิลลิกรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เพิ่มขึ้นจากสัปดาห์ที่แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 แล้วลดลงและต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 10 เช่นเดียวกัน ปริมาณในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 มีค่าระหว่าง 4.49 ถึง 4.18 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ลดลงไม่น้อยกว่าตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง แต่ยังน้อยกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

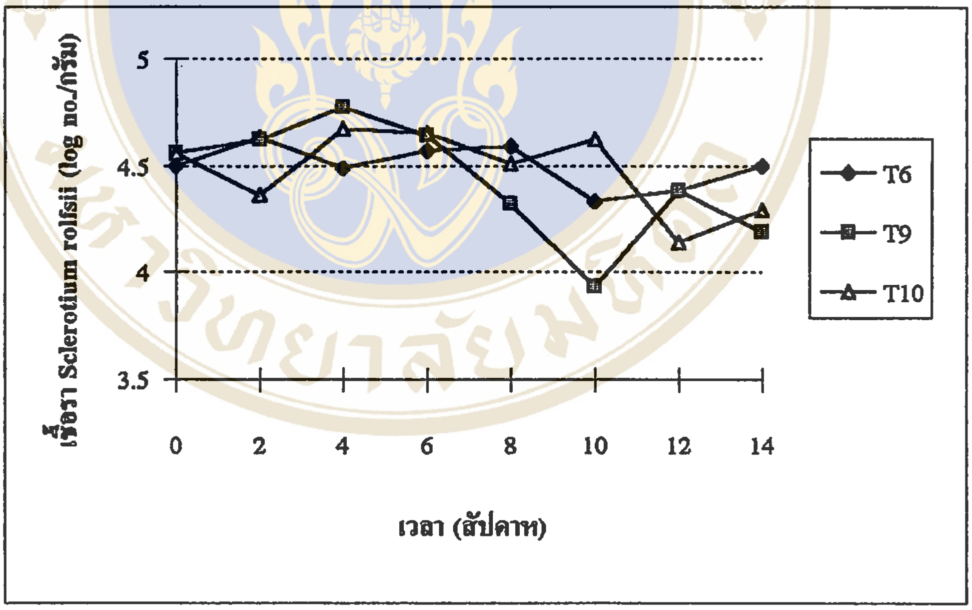
จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จากทั้ง3 ตำรับการทดลอง มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันไม่มากนัก แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ลดลงน้อยกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่การใส่สารไคโตแซนในอัตราเพิ่มมากขึ้น ไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แสดงว่าการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีผลทำให้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ลดลงกว่า ตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 แต่การใส่สารไคโตแซนในปริมาณเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการลดลงของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* อย่างไรก็ตามผลของสารไคโตแซนต่อการลดเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในช่วงดังกล่าวนี้ เป็นช่วงเวลาที่สั้นๆ และปริมาณของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ก็มีความแตกต่างที่ไม่ชัดเจนดังนั้น การใส่สารไคโตแซนจึงน่าจะเป็นสารที่แสดงแนวโน้มของการลดปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง 10 เท่านั้น

จากการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในตำรับที่ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ165กรัม/กระถาง ร่วมกับการใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* กับตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตามที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.23.2 พบว่า ในตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะเปลี่ยนแปลงไม่มากตลอดระยะเวลา 14 สัปดาห์ โดยมีปริมาณระหว่าง 4.33 ถึง 4.63 log no./กรัม โดยในสัปดาห์ที่ 10 มีปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* 4.33 log no./กรัม เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 กรัม/กระถาง ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงแรกแล้วจึงลดลง และต่ำสุดในสัปดาห์ที่ 10 มีปริมาณ 3.93 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์เพิ่มขึ้นปริมาณ 165 กรัม/กระถาง มีปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่เปลี่ยนแปลงไม่มากตลอด 14 สัปดาห์ของการทดลอง มีปริมาณระหว่าง 4.14 ถึง 4.63 log no./กรัม และในสัปดาห์ที่ 10 มีปริมาณ 4.62 log no./กรัม ซึ่งมีปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่มากกว่าตำรับที่ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* เมื่อใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ ทำให้เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันแสดงว่า สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ชัดเจน

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4.23.1 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 0,35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์



รูปที่ 4.23.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรา *Sclrrotium rolfsii* ในตำรับที่ใส่สารไคโตแซน ปริมาณ 0, 35 และ165 กรัม/กระถาง ระยะเวลา 14 สัปดาห์

<u>หมายเหตุ</u> T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก./กระถาง+ เชื้อรา *Sclerotium rolfii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก./กระถาง+ เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

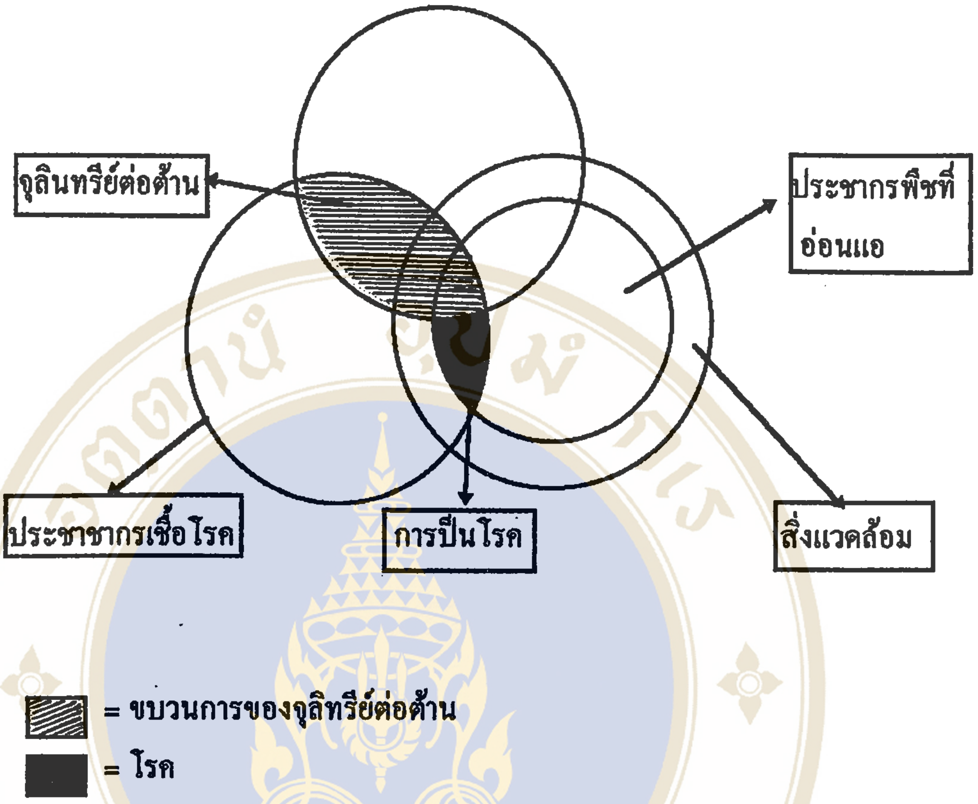
T9=สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก./กระถาง+ ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก./กระถาง+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณส่งผลให้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ลดปริมาณลงมากกว่าตำรับที่ไม่ใส่สารในช่วงสั้นๆ ของสัปดาห์ที่ 8 ถึง10 แสดงว่าสารไคโตแซน น่าจะมีแนวโน้มที่จะควบคุมปริมาณการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* แต่เมื่อพิจารณาตลอดช่วง 14 สัปดาห์ของการทดลองนั้น การใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณนั้นไม่สามารถควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ตลอดการทดลองดังนั้นสารไคโตแซนจึงไม่มีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จากผลการทดลองปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ที่ตรวจพบตลอดการทดลองนั้นมีปริมาณระหว่าง 3.93 ถึง 4.77 log no./กรัม ซึ่งปริมาณที่ 4.00 log no./กรัมหรือ 10^4 เซลล์/กรัม เป็นปริมาณที่สามารถทำให้พืชถูทำลายจากเชื้อราได้ แสดงว่า ปริมาณที่ตรวจพบในการทดลองนี้นั้นมีปริมาณที่เพียงพอต่อการทำให้ถั่วเหลืองถูกทำลายได้ แต่จากผลการทดลองไม่พบอาการแสดงที่ผิดปรกติของถั่วเหลืองที่เห็นได้อย่างชัดเจน แต่สามารถเห็นเมล็ด sclerotia บริเวณโคนต้นจำนวนเล็กน้อยในตำรับที่ใส่สารไคโตแซนปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางร่วมกับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* จำนวน 1 ซ้ำเท่านั้น และการเจริญเติบโตโดยทั่วไปของพืชที่ได้รับเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ยังคงเจริญเติบโตได้ดีพอสมควร โดยเฉพาะผลผลิตน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองนี้น่าจะเกิดจากปัจจัยหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน เมื่อพิจารณาปฏิสัมพันธ์ของการเกิดโรคในพืชแต่ละชนิดนั้น พบว่า เกี่ยวข้องกับความไม่สมดุลของสิ่งแวดล้อม ถ้าเกิดความไม่สมดุลมากจะมีผลให้เกิดโรครุนแรงมาก และผลเสียหายมาก องค์ประกอบของการเกิดโรคที่สำคัญคือ เชื้อโรคที่มีความรุนแรงและไม่สมดุลกับจุลินทรีย์ต่อต้าน สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตที่เหมาะสมต่อเชื้อโรค หรือจุลินทรีย์ต่อต้าน พืชอาศัยอ่อนแอต่อโรคสูงและไม่มีจุลินทรีย์ต่อต้านหรือมีอยู่ในระดับต่ำ การขาดธาตุอาหาร ความไม่เหมาะสมของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อจุลินทรีย์ต่อต้าน ทั้งนี้ในปัจจัยหลายๆปัจจัยร่วมกันของการเกิดโรคนั้น ปัจจัยหลักที่มีต่อการเกิดโรคนั้น น่าจะเกิดจากปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในแต่ละปัจจัย สำหรับการทดลองนี้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* มีปริมาณที่เพียงพอต่อการเกิดโรค แต่ไม่แสดงอาการที่ชัดเจนน่าจะเกิดจากปฏิสัมพันธ์ดังรูป

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 24 ไดอะแกรมแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคของพืชอาศัย

ที่มา: Cook (19)

จากความสัมพันธ์ของพืชอาศัยในรูปข้างต้นนั้น พืชอาศัยจะอ่อนต่อโรคแต่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี เชื้อโรคปรับตัวได้ไม่ดี และจุลินทรีย์ต่อต้านปรับตัวได้ปานกลางและมีประสิทธิภาพ พืชอาศัยจึงยังคงเจริญเติบโตได้แต่ไม่แสดงอาการของโรค

นอกจากนี้สาเหตุของการไม่แสดงอาการของโรคพืชที่ชัดเจนนั้น น่าจะเกิดจากความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ที่อยู่รอบๆ รากพืชอาศัยจะเป็นพวกที่ไม่ทำให้พืชเกิดโรค ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และปฏิสัมพันธ์ของเชื้อจุลินทรีย์ จะส่งเสริมให้เกิดการกีดกันหรือทำลายเชื้อโรคบางชนิดสำหรับพืชจะให้ประโยชน์กับจุลินทรีย์ในดินเป็นสารที่รากปล่อยออกมา หรือเนื้อเยื่อที่ตายแล้วของพืชจะสลัดคราบรากออกมา เหล่านี้จะเป็นแหล่งของพลังงาน คาร์บอน ไนโตรเจน และ growth factors สำหรับจุลินทรีย์ในดิน สารที่เป็นผลพลอยได้จากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นั้นคือ จุลินทรีย์จะปลดปล่อยสารพิษบางชนิดออกมายังอาณาบริเวณรากพืช เช่นจุลินทรีย์บางพวกสังเคราะห์สารปฏิชีวนะที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ในอาณาบริเวณรากได้สารปฏิชีวนะเหล่านี้จะถูกพืชดูดนำไปใช้ร่วมกับสารอื่นๆ ด้วยซึ่งจะช่วยเสริมให้พืชสามารถต้านต่อการเกิดโรคของพืชได้ด้วย และในกรณีที่จุลินทรีย์สังเคราะห์สารปฏิชีวนะ ในบริเวณรากพืชมี

Copyright by Mahidol University

ปริมาณมากอาจทำให้มีผลกระทบต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคได้ และโดยในธรรมชาติสารอาหารที่มีในดินเช่น สารไคโตแซนอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สนับสนุนต่อต้านการเกิดโรคในถั่วเหลืองด้วย ดังรายงานการศึกษาของ Allen and Hadwinger (16) พบว่า ผลของสารไคโตแซนเป็นตัวชักนำยีนที่ต่อต้านเชื้อโรคพืช และความสำเร็จของการกดเชื้อโรคพืชนั้นส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตให้เพิ่มมากขึ้น Hadwinger (30) ทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า สารไคโตแซนทำให้เกิดการสะสมของ pisatin ในเซลล์เนื้อเยื่อถั่วซึ่ง pisatin นี้เป็น isoflavanoid ที่ต้านต่อกิจกรรมของเชื้อราโดยเกิดจากเซลล์ถั่วที่ถูกการกระตุ้นด้วยเชื้อรา Hawiger and Adam (26) ศึกษาคุณสมบัติในการต้านเชื้อราของสารไคโตแซนและ pisatin ผลที่พบในเนื้อเยื่อที่ถูกทดสอบด้วยเชื้อราหลายชนิดนี้เป็นข้อบ่งชี้ได้ดีในการตอบสนองของพืช เมื่อนำมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อพบว่า ทำให้การงอกmycelia ของ *Fusarium solanii* ช้าลงและไม่เจริญ แสดงว่าสารนี้มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อราให้ถึงแก่ความตายได้ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณต่างๆ เพื่อควบคุมทางชีววิธีต่อเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินปลูกถั่วเหลือง สรุปผลการทดลองได้ดังนี้คือ

5.1 การเจริญเติบโตของถั่วเหลือง

5.1.1การเจริญเติบโตในสัปดาห์ที่ 5 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดีกว่าการไม่สาร โดยการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดีกว่าที่ปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถาง การใส่สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อ แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 140 มิลลิกรัม/กระถาง ไม่มีผลต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลือง

สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่มีผลต่อการเจริญทางด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

5.1.2 การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านความสูงของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดีกว่าการไม่ใส่สาร และการใส่สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 แต่ที่ปริมาณ 140 มิลลิกรัม/กระถางไม่มีผลต่อการเจริญของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณไม่มีผลต่อการเจริญของจำนวนข้อและจำนวนกิ่งของถั่วเหลือง แต่มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเจริญของจำนวนข้อของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ดีกว่าการไม่ใส่สาร

สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถางไม่มีผลส่งเสริมต่อการเจริญทางด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น จำนวนข้อและจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5

Copyright by Mahidol University

5.2 ผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถางมีผลต่อการเพิ่มผลผลิต จำนวนฝักและเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถางมีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิต จำนวนฝักและเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 มากกว่าการไม่ใส่สาร สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 มากกว่าการไม่ใส่สาร

5.3 การเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางเคมีบางประการ และธาตุอาหารหลักในดินที่ปลูกถั่วเหลือง

สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติความเป็นกรดเป็นด่าง และธาตุอาหารหลักในดิน ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน แต่เฉพาะสารไคโตแซนปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลทำให้ปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินลดลง

5.4 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางชีวภาพ และการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ทางชีววิธีในดินที่ปลูกถั่วเหลือง

5.4.1 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ของการทดลอง แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดในปริมาณเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด

5.4.2 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมดเพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สารในช่วงสัปดาห์แรกถึงสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด

5.4.3 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ปริมาณ 35 และ 165 กรัม/กระถาง มีผลส่งเสริมให้ปริมาณเชื้อราทั้งหมดเพิ่มมากกว่าการไม่ใส่สาร ในช่วงสัปดาห์ 8 ถึง 10 ของการทดลอง แต่การใส่สารทั้ง 2 ชนิดในปริมาณที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณเชื้อราทั้งหมด

Copyright by Mahidol University

5.4.4 สารไคโตแซนปริมาณ 35 และ 140 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในสัปดาห์ที่ 10 ของการทดลอง แต่ไม่มีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ตลอดการทดลอง ดังนั้นสารไคโตแซนจึงไม่มีผลต่อการควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* อย่างชัดเจน แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ลดลง สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ทั้ง 2 ปริมาณ ไม่มีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดิน

โดยสรุปสารไคโตแซนที่ปริมาณ 35 มิลลิกรัม/กระถาง มีผลเสริมต่อการเจริญทางด้านความสูง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้น และจำนวนข้อ มีผลต่อการเพิ่มผลผลผลิตจำนวนฝัก จำนวนเมล็ด และมีแนวโน้มของการเพิ่มน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 มากกว่าการไม่ใส่สาร ซึ่งมีแนวโน้มที่เป็นไปได้ต่อการนำมาใช้จริงในแปลงทดลอง โดยที่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี ในด้านความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน

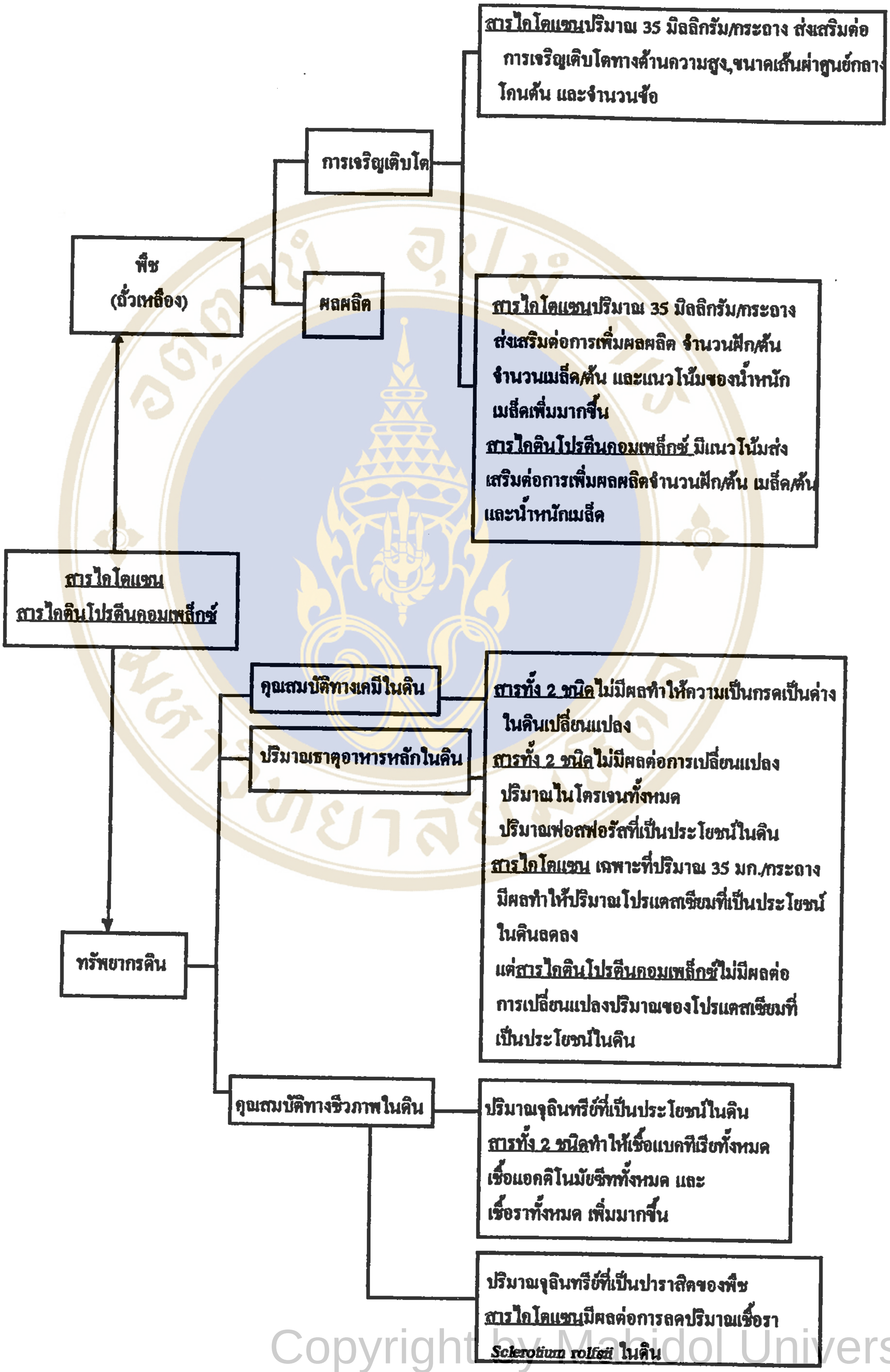
สำหรับสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ไม่แสดงผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง แต่มีแนวโน้มส่งเสริมต่อการเพิ่มผลผลิตจำนวนฝัก จำนวนเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดของถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 มากกว่าการไม่ใส่สาร และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีด้านความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน โดยแนวทางการนำไปใช้จริงนั้นต้องหาปริมาณที่ความเหมาะสมก่อนการนำไปใช้

สำหรับผลทางด้านการควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินนั้น พบว่า สารไคโตแซนทั้ง 2 ปริมาณ มีแนวโน้มทำให้ปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ในดินลดลง แต่ยังไม่สามารถควบคุมปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* ได้ตลอดการทดลอง พร้อมทั้งมีผลส่งเสริมต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินได้แก่ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด และปริมาณเชื้อราทั้งหมด ซึ่งแนวโน้มของการนำสารนี้มาใช้ทดแทนสารเคมียังต้องศึกษาเพิ่มเติม โดยตรวจสอบและควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้มีความเหมาะสมตลอดการทดลอง ซึ่งถ้าเป็นไปได้ควรที่จะ ทำการทดลองในพื้นที่ระหว่างการระบาดของเชื้อโรคในดิน หรือทำการทดลองในแปลงพืช

สำหรับผลสารทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อพิจารณาในแง่ของการตรวจสอบคุณภาพสารก่อนนำมาใช้จริง ถึงผลดีและผลกระทบต่อพืชและและทรัพยากรดิน ในด้านคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพนั้น นับเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อการจัดใช้สารนำเข้า สามารถเลือกแนวทางในการรับการถ่ายทอดทางเทคโนโลยี หรือเลือกที่จะจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่นำมาใช้แทนการนำเข้าได้ อันจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมต่อรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ซึ่งสามารถนำไปทดสอบคุณภาพ

Copyright by Mahidol University

ของสารนำเข้าอื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน สำหรับผลของการตรวจสอบสารทั้ง 2 ชนิดนี้ แสดงดังแผนภูมิ



Copyright by Mahidol University

<u>โดยสรุปแนวทางของผลการศึกษา</u>

- สารไคโตแซนมีความเป็นไปได้ต่อการนำมาใช้ทดสอบในแปลงเพาะปลูกพืชได้จริง

- สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ ควรได้รับการทดสอบหาปริมาณที่เหมาะสมก่อนนำใช้ในแปลงเพาะปลูกพืช

5.5 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ศึกษาผลของการใช้สารไคโตแซนในฤดูและแหล่งเพาะปลูกถั่วเหลือง หรือในพืชไร่อื่นๆ

2. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้สารไคโตแซน และสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ในพืชอื่นๆ เช่นพืชผัก โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงตลอดการเจริญเติบโตในฤดูและสภาวะแวดล้อมของพืชแต่ละชนิดอย่างละเอียด

3. ศึกษากระบวนการผลิต สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสม ต่อการนำมาใช้ประโยชน์จริงในแง่ของปุ๋ย หรือทดแทนสารเคมี

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางกายภาพและชีวภาพของดิน ที่ใช้สารไคโตแซนและสารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ เปรียบเทียบกับดินที่ใช้สารป้องกันและกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิด

5. ศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ต่อการนำเปลือกกุ้งวัสดุเหลือใช้มาแปรรูปทดแทนปุ๋ยหรือสารเคมี

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

1.กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์.สถิติการนำเข้าสินค้าประเภทเคมีภัณ เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2358.กระทรวงพาณิชย์,กรุงเทพฯ.

2.กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์.สถิติการส่งออกสินค้าประเภทสัตว์น้ำจำพวกครัสเตเชีย เดือน มกราคม ถึงเดือนสิงหาคม 2538.กระทรวงพาณิชย์,กรุงเทพฯ.

3.จรัญ จันทลักขณา.สถิติวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย.พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์วัฒนาพานิชจำกัด,2523.

4.ธรรมศักดิ์ สมมาตย์.โรคโคนเน่าขาว การสัมมนาถั่วลิสงแห่งชาติครั้งที่ 9. จังหวัดนครราชสีมา, 2533: 99-107.

5.ธรรมศักดิ์ สมมาตย์และคณะ.โรคถั่วลิสง การสัมมนาเรื่องงานวิจัยถั่วลิสงครั้งที่ 3.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน,2527:13.

6. บัญญัติ สุขศรีงาม. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์, 2534: 448-472.

7.ประจวบ หลำอุบล.กุ้ง.กรุงเทพฯ:ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตร,2527:237.

8.พจนีย์ มอญเจริญ.คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน.กรุงเทพฯ:กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2535: 36-43.

9.วรรณวิไล เกษนรา.การควบคุมเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* Sacc.ในข้าวบาร์เลย์โดยชีววิธี.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)สาขาโรคพืชบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2532:99.

10.วิเชียร เกตุสิงห์,สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย.กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพาณิชย์.2526.

11.วิเชียร ฝอยพิกุล.ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.ภาควิชาเกษตรคณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏ,2536; 8-97.

12.สถาบันวิจัยพืชไร่กรมวิชาการเกษตร.ความก้าวหน้าของงานปรับปรุงพันธุ์ ถั่วเหลือง.สัมมนาวิชาการ การปรับปรุงพันธุ์พืชไร่ ครั้งที่ 3. ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง, 2537:54 .

13.สำรวจดิน,กอง,รายงานการสำรวจดิน บริเวณพื้นที่บางส่วนของโครงการศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา.กรุงเทพฯ:กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์,2526.

14.อภิพรรณ พุกภักดี.สรีรวิทยาการผลิตพืชตระกูลถั่ว.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2523:241.

15.Allen,C.R.and L.A.Hadwiger.The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition.Mycology1979;3, 285-287.

Copyright by Mahidol University

16.Alexander,M.Introduction to soil Microbiology.2nd ed.New York:John Wiley and Son,Inc. 1977:467.

17.Aycock,R.Stem Rot and other Disease Caused by *Sclerotium rolfsii*.N.C.Exp.Sta.Tech. Bull.1966;174: 1-20.

18.Benhamou N.,Ultrastructural and cytochemical aspects of chitosan of *Fusarium oxysporum* F.sp.radicisly copersici,agent of tomato crown and root rot.Phytopathology.1992; 82, 10: 1185-1193.

19.Cook,R.J.and K.F.Baker.The nature and practice of biological control of plant pathogen. Minnesota: The Amer.Phytopathol Soc.,St.Paul,1983:539.

20.Elad,Y.,I.Chet,p.Boyle and Y.Henis.Parasitism of *Tricoderma* spp.On *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* scanning electron microscopy and fluoresces microscopy. Phytopathol.1983;73: 85-88.

21.Hadwiger,L.A.and J.M.Beckman,Chitosan as a component of pea *F.solani* interactions. Plant Physiol.1980;66,205-211.

22.Hadwiger,L.A.and M.J.Adams Nuclease changes associated with host parasite interaction between *Fusarium solani* and peas.Physiol.Plant Pathol.1977;12, 63-72.

23.Hadwiger,L.A.,B.W.Fristenskey,and R.Riggleman.Chaitosan, a natural regulator in plant-fungal pathogen interactions increase crop yield. In chitin,chitosan relate enzymes. Edited by John P.Zikakis.Washiton:Academic Press Inc.,1984: 291-302.

24.Hadwinger,L.A.Chitosan as crop growth regulator.The Asia-Pacific Chitosan Symposium. Bangui,Malaysia,1994: 1-10.

25.Hadwinger,L.A.,D.F.Kendra,B.W.Fristenskey,and Wagoner.Chitosan both activates genes in plants and inhibits RNA synthesis in fungi in:chitin in nature and technology.New York:Polonium Publishing Corp.,1986: 206-214.

26.Hadwiger,L.A.Induction of phenylalamine ammonialase and pisatin by photosensitive proralen compounds.Plant Physiol. 1972;49, 779-782.

27.Henis,Y.,P.B.Adams,J.A.Lewis and G.C.Papovizas.Penetration of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma* spp Phytopathol.1983;73: 1043-1046.

28.Hong Kyoon No.and Samuel P.Meyers, Utilization of crawfish processing waste carotinoids, chitin and chitosan sources.Korean Soc.Food Nuts.1992; 21:319-326.

29.Kendra,D.F.,D.A.Christian and L.A.Hadwiger.Chitosan oligomers from *Fusarium solani* / pea interactions,chitianase 1-glucanase digestion of sporelings and from fungal wall

Copyright by Mahidol University

chitin actively inhibit fungal growth and enhance disease resistance.Physiol.and Molec.Plant Path.1989;35, 215-230.

30.Koga,D.,T.Hirata,N.Sueshige,S.Tanaka.A.Ide.Induction patterns of chitinases in yam callus by inoculation with autoclaved *Fusarium oxysporum*,ethylene,and chitinase and chitosan oligosaccharides.Bioscience Biotechnology and Biochemistry.1992;56,2: 280-285.

31.Lankester.R.1964.A Treatise on Zoology.Appendicculata Third Fascicle Crustacea,London, Adam and Charles Black 1909; 143-311.

32.Maruo, S.J.Kanamoto and M.Arai.Isolation and identification of a cellulolytic enzyme producing microorganism.J.Ferment.Technol.1979;57,3: 151-156.

33.Ouchio Seiji,Hideyoshi Toyoda,Masyuki Morimoto et al.Intergration of chitin-degrading microbial into biological control system for *Fusalium* wilt of strawberry.faculty of agriculture.Project research.New York,1992; 335-339.

34.Punja,Z.K.The biological, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*.Annu.Rev. Phytopathol. 1985;23: 97-127.

35.Rodriguez Kabana,R.and E.A.Curl.Non target effects of pesticides on soil borne pathogens and disease.Annu.Rev.Phytopathol.1980;18: 311-332.

36.Spiegel Y.,U.Kafkafi and E.Pressman.Evaluation of a protein chitin derivative of crustacean shell as a slow release nitrogen fertilizer on Chinese cabbage.Journal of Horticultural Science.1988;63: 621-627.

37.Virunpob Supab.Effects of chitin synthesis inhibitor on the larval stages of Aedes Aeggpti Linnaeus,Culex Quinquefasciatus say and their natural enemies.Master Thesis in Environmental Biology.Faculty of Graduate.Studies,Mahidol University,1987; 67.

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA)

และการตรวจสอบด้วยวิธีDuncan's new multiple range test (DMRT)

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable HEIGH
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	312.1433	34.6826	32.6527	.0000
Within Groups	20	21.2433	1.0622		
Total	29	333.3867			

ตารางที่ 1. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

```
        Variable  HEIGH
     By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .7288 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2     3     4     5     6     7     8     9    10
 RANGE   2.95  3.09  3.20  3.26  3.30  3.34  3.37  3.39  3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                          G G G G G G G G G G
                          r r r r r r r r r r
                          p p p p p p p p p p
                            1
                          9 0 6 8 7 5 1 4 3 2
     Mean      TREAT

    20.5833    Grp 9
    20.7667    Grp10
    20.8333    Grp 6
    21.0833    Grp 8
    21.5833    Grp 7
    22.3333    Grp 5
    23.4167    Grp 1      * * * *
    24.4000    Grp 4      * * * * * *
    28.5000    Grp 3      * * * * * * * *
    30.1667    Grp 2      * * * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1
Group      Grp 9      Grp10      Grp 6      Grp 8      Grp 7
Mean       20.5833    20.7667    20.8333    21.0833    21.5833
Group      Grp 5
Mean       22.3333
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 2. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

Subset 2

Group	Grp 7	Grp 5	Grp 1
Mean	21.5833	22.3333	23.4167

Subset 3

Group	Grp 1	Grp 4
Mean	23.4167	24.4000

Subset 4

Group	Grp 3	Grp 2
Mean	28.5000	30.1667

ตารางที่ 2.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable DIAMETER
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.1202	.0134	34.8444	.0000
Within Groups	20	.0077	.0004		
Total	29	.1279			

ตารางที่ 3. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

```
        Variable  DIAMETER
     By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .0138 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2      3      4      5      6      7      8      9     10
 RANGE    2.95   3.09   3.20   3.26   3.30   3.34   3.37   3.39   3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                                G G G G G G G G G G
                                r r r r r r r r r r
                                p p p p p p p p p p
                                1
                                0 5 1 9 4 7 6 3 8 2
    Mean       TREAT

    .2633      Grp10
    .2800      Grp 5
    .3300      Grp 1            * *
    .3500      Grp 9            * *
    .3533      Grp 4            * *
    .3567      Grp 7            * *
    .3600      Grp 6            * *
    .3900      Grp 3            * * * *
    .3900      Grp 8            * * * *
    .5067      Grp 2            * * * * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1
Group        Grp10         Grp 5
Mean         .2633         .2800
- - - - - - - - - - - - - - - - -

Subset 2
Group        Grp 1         Grp 9         Grp 4         Grp 7         Grp 6
Mean         .3300         .3500         .3533         .3567         .3600
```

ตารางที่ 4. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

Subset 3

Group	Grp 4	Grp 7	Grp 6	Grp 3	Grp 8
Mean	.3533	.3567	.3600	.3900	.3900

Subset 4

Group	Grp 2
Mean	.5067

ตารางที่ 4.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

Variable JOINT
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	18.6854	2.0762	5.5673	.0007
Within Groups	20	7.4583	.3729		
Total	29	26.1437			

ตารางที่ 5. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนข้อของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

```
        Variable   JOINT
     By Variable   TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .4318 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2      3      4      5      6      7      8      9     10
 RANGE    2.95   3.09   3.20   3.26   3.30   3.34   3.37   3.39   3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                          G G G G G G G G G G
                          r r r r r r r r r r
                          p p p p p p p p p p
                                1
                          5 7 8 0 6 4 9 1 3 2
     Mean      TREAT

     5.5000    Grp 5
     5.5000    Grp 7
     5.8333    Grp 8
     5.8333    Grp10
     6.1667    Grp 6
     6.6667    Grp 4
     6.6667    Grp 9
     6.8333    Grp 1      * *
     7.0833    Grp 3      * * * *
     8.1667    Grp 2      * * * * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

 Subset 1

 Group       Grp 5        Grp 7        Grp 8        Grp10        Grp 6

 Mean        5.5000       5.5000       5.8333       5.8333       6.1667

 Group       Grp 4        Grp 9

 Mean        6.6667       6.6667
 - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 6. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

Subset 2

Group	Grp 8	Grp10	Grp 6	Grp 4	Grp 9
Mean	5.8333	5.8333	6.1667	6.6667	6.6667
Group	Grp 1				
Mean	6.8333				

Subset 3

Group	Grp 6	Grp 4	Grp 9	Grp 1	Grp 3
Mean	6.1667	6.6667	6.6667	6.8333	7.0833

Subset 4

Group	Grp 2
Mean	8.1667

ตารางที่ 6.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 5

Copyright by Mahidol University

Variable HEIGHT
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	1768.7083	196.5231	44.5589	.0000
Within Groups	20	88.2083	4.4104		
Total	29	1856.9167			

ตารางที่ 7. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

```
     Variable  HEIGHT
  By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= 1.4850 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2      3      4      5      6      7      8      9     10
 RANGE    2.95   3.09   3.20   3.26   3.30   3.34   3.37   3.39   3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                          G G G G G G G G G G
                          r r r r r r r r r r
                          p p p p p p p p p p
                          1
                          0 6 7 9 8 1 5 4 3 2
     Mean      TREAT

    50.5000    Grp10
    52.0000    Grp 6
    52.5000    Grp 7
    52.5000    Grp 9
    52.6667    Grp 8
    57.5000    Grp 1      * * * * *
    58.8333    Grp 5      * * * * *
    60.1667    Grp 4      * * * * *
    70.3333    Grp 3      * * * * * * * *
    73.8333    Grp 2      * * * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1

Group         Grp10        Grp 6        Grp 7        Grp 9        Grp 8

Mean         50.5000      52.0000      52.5000      52.5000      52.6667
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Subset 2

Group         Grp 1        Grp 5        Grp 4

Mean         57.5000      58.8333      60.1667
```

ตารางที่ 8. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

```
Subset 3

Group        Grp 3        Grp 2

Mean       70.3333      73.8333
- - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 8.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยความสูงของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Variable DIAMETER
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.0987	.0110	6.6222	.0002
Within Groups	20	.0331	.0017		
Total	29	.1319			

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

ตารางที่ 9. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

```
        Variable  DIAMETER
     By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .0288 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2     3     4     5     6     7     8     9    10
 RANGE    2.95  3.09  3.20  3.26  3.30  3.34  3.37  3.39  3.41

    (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                           G G G G G G G G G G
                           r r r r r r r r r r
                           p p p p p p p p p p
                                     1
                           4 7 5 6 9 0 8 3 1 2
     Mean      TREAT

      .7800    Grp 4
      .8367    Grp 7
      .8600    Grp 5       *
      .8733    Grp 6       *
      .8933    Grp 9       *
      .8967    Grp10       *
      .9067    Grp 8       *
      .9133    Grp 3       *
      .9167    Grp 1       * *
     1.0133    Grp 2       * * * * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

 Subset 1

 Group        Grp 4         Grp 7

 Mean          .7800         .8367
 - - - - - - - - - - - - - - - - -

 Subset 2

 Group        Grp 7         Grp 5         Grp 6         Grp 9         Grp10

 Mean          .8367         .8600         .8733         .8933         .8967
```

ตารางที่ 10. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Group	Grp 8	Grp 3
Mean	.9067	.9133

Subset 3

Group	Grp 5	Grp 6	Grp 9	Grp10	Grp 8
Mean	.8600	.8733	.8933	.8967	.9067
Group	Grp 3	Grp 1			
Mean	.9133	.9167			

Subset 4

Group	Grp 2
Mean	1.0133

ตารางที่ 10.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนต้นของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Variable JOINT
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	7.3417	.8157	2.7770	.0274
Within Groups	20	5.8750	.2938		
Total	29	13.2167			

ตารางที่ 11. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนข้อของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

```
      Variable  JOINT
   By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .3832 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step      2     3     4     5     6     7     8     9    10
 RANGE   2.95  3.09  3.20  3.26  3.30  3.34  3.37  3.39  3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                          G G G G G G G G G G
                          r r r r r r r r r r
                          p p p p p p p p p p
                              1
                          6 9 0 4 7 5 8 1 3 2
     Mean       TREAT

    12.5000     Grp 6
    12.8333     Grp 9
    12.8333     Grp10
    13.1667     Grp 4
    13.1667     Grp 7
    13.3333     Grp 5
    13.3333     Grp 8
    13.6667     Grp 1     *
    13.6667     Grp 3     *
    14.3333     Grp 2     * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1

Group        Grp 6        Grp 9        Grp10        Grp 4        Grp 7

Mean        12.5000      12.8333      12.8333      13.1667      13.1667

Group        Grp 5        Grp 8

Mean        13.3333      13.3333
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 12. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Subset 2

Group	Grp 9	Grp10	Grp 4	Grp 7	Grp 5
Mean	12.8333	12.8333	13.1667	13.1667	13.3333
Group	Grp 8	Grp 1	Grp 3		
Mean	13.3333	13.6667	13.6667		

Subset 3

Group	Grp 5	Grp 8	Grp 1	Grp 3	Grp 2
Mean	13.3333	13.3333	13.6667	13.6667	14.3333

ตารางที่ 12.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนข้อของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Variable BRANCH
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	31.5333	3.5037	8.0855	.0001
Within Groups	20	8.6667	.4333		
Total	29	40.2000			

ตารางที่ 13. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

```
        Variable  BRANCH
     By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .4655 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2      3      4      5      6      7      8      9     10
 RANGE   2.95   3.09   3.20   3.26   3.30   3.34   3.37   3.39   3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                               G G G G G G G G G G
                               r r r r r r r r r r
                               p p p p p p p p p p
                                 1
                               9 0 6 7 8 5 4 2 1 3
     Mean         TREAT

     5.0000       Grp 9
     5.1667       Grp10
     5.3333       Grp 6
     6.0000       Grp 7
     6.1667       Grp 8
     6.3333       Grp 5        *
     6.8333       Grp 4        * * *
     7.3333       Grp 2        * * * *
     7.8333       Grp 1        * * * * * *
     8.0000       Grp 3        * * * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1
Group          Grp 9          Grp10          Grp 6          Grp 7          Grp 8
Mean           5.0000         5.1667         5.3333         6.0000         6.1667
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Subset 2
Group          Grp10          Grp 6          Grp 7          Grp 8          Grp 5
Mean           5.1667         5.3333         6.0000         6.1667         6.3333
```

ตารางที่ 14. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

Subset 3

Group	Grp 7	Grp 8	Grp 5	Grp 4
Mean	6.0000	6.1667	6.3333	6.8333

Subset 4

Group	Grp 8	Grp 5	Grp 4	Grp 2
Mean	6.1667	6.3333	6.8333	7.3333

Subset 5

Group	Grp 4	Grp 2	Grp 1	Grp 3
Mean	6.8333	7.3333	7.8333	8.0000

ตารางที่ 14.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งของถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในสัปดาห์ที่ 10

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable POD
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	1836.3417	204.0380	2.4120	.0485
Within Groups	20	1691.8333	84.5917		
Total	29	3528.1750			

ตารางที่ 15. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักของถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

```
     Variable  POD
  By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= 6.5035 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2      3      4      5      6      7      8      9     10
 RANGE    2.95   3.09   3.20   3.26   3.30   3.34   3.37   3.39   3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                          G G G G G G G G G G
                          r r r r r r r r r r
                          p p p p p p p p p p
                                1
                          6 1 9 0 5 7 8 4 3 2
     Mean       TREAT

    41.3333     Grp  6
    45.3333     Grp  1
    45.6667     Grp  9
    47.0000     Grp10
    48.8333     Grp  5
    53.6667     Grp  7
    55.6667     Grp  8
    58.6667     Grp  4
    64.3333     Grp  3    * * *
    65.0000     Grp  2    * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

Subset 1

Group        Grp  6        Grp  1        Grp  9        Grp10         Grp  5

Mean        41.3333       45.3333       45.6667       47.0000       48.8333

Group        Grp  7        Grp  8        Grp  4

Mean        53.6667       55.6667       58.6667
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 16. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนฝักของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Subset 2

Group	Grp10	Grp 5	Grp 7	Grp 8	Grp 4
Mean	47.0000	48.8333	53.6667	55.6667	58.6667
Group	Grp 3				
Mean	64.3333				

Subset 3

Group	Grp 5	Grp 7	Grp 8	Grp 4	Grp 3
Mean	48.8333	53.6667	55.6667	58.6667	64.3333
Group	Grp 2				
Mean	65.0000				

ตารางที่ 16.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนฝักของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Variable SEED
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	11253.6333	1250.4037	2.4229	.0477
Within Groups	20	10321.3333	516.0667		
Total	29	21574.9667			

ตารางที่ 17. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดของถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

```
      Variable  SEED
   By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= 16.0634 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step        2     3     4     5     6     7     8     9    10
 RANGE     2.95  3.09  3.20  3.26  3.30  3.34  3.37  3.39  3.41

    (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                         G G G G G G G G G G
                         r r r r r r r r r r
                         p p p p p p p p p p
                               1
                         6 1 9 0 5 7 8 4 3 2
       Mean      TREAT

     101.6667    Grp 6
     111.0000    Grp 1
     112.3333    Grp 9
     116.0000    Grp10
     120.3333    Grp 5
     132.0000    Grp 7
     137.0000    Grp 8
     144.6667    Grp 4
     158.6667    Grp 3       * * *
     160.0000    Grp 2       * * * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

 Subset 1

 Group        Grp 6       Grp 1       Grp 9       Grp10       Grp 5

 Mean       101.6667    111.0000    112.3333    116.0000    120.3333

 Group        Grp 7       Grp 8       Grp 4

 Mean       132.0000    137.0000    144.6667
- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
```

ตารางที่ 18. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Subset 2

Group	Grp10	Grp 5	Grp 7	Grp 8	Grp 4
Mean	116.0000	120.3333	132.0000	137.0000	144.6667
Group	Grp 3				
Mean	158.6667				

Subset 3

Group	Grp 5	Grp 7	Grp 8	Grp 4	Grp 3
Mean	120.3333	132.0000	137.0000	144.6667	158.6667
Group	Grp 2				
Mean	160.0000				

ตารางที่ 18.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดของถั่วเหลืองด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Variable WEIGHT
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	9.7494	1.0833	1.0539	.4350
Within Groups	20	20.5571	1.0279		
Total	29	30.3065			

ตารางที่ 19. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนัก 100 เมล็ดของถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable GRAM
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	42493.3863	4721.4874	1.9167	.1082
Within Groups	20	49267.0839	2463.3542		
Total	29	91760.4701			

ตารางที่ 20. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อกระถางของถั่วเหลือง
เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Variable PH
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.7591	.0843	1.4171	.2459
Within Groups	20	1.1904	.0595		
Total	29	1.9495			

ตารางที่ 21. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นกรดเป็นด่างในดินที่ปลูกถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

- - - - - O N E W A Y - - - - -

Variable TKN
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.0000	.0000	.5275	.8375
Within Groups	20	.0001	.0000		
Total	29	.0001			

ตารางที่ 22. แสดงการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ปลูกถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable P
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.0639	.0071	2.0000	.0944
Within Groups	20	.0710	.0036		
Total	29	.1350			

ตารางที่ 23. แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต
ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

----- O N E W A Y -----

Variable K
By Variable TREAT

Analysis of Variance

Source	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares	F Ratio	F Prob.
Between Groups	9	.4080	.0453	2.6154	.0352
Within Groups	20	.3467	.0173		
Total	29	.7547			

ตารางที่ 24. แสดงปริมาณโปตัสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง เมื่อเก็บผลผลิต ในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

```
     Variable  K
  By Variable  TREAT

Multiple Range Tests:  Duncan test with significance level .05

The difference between two means is significant if
  MEAN(J)-MEAN(I)  >= .0931 * RANGE * SQRT(1/N(I) + 1/N(J))
  with the following value(s) for RANGE:

 Step       2     3     4     5     6     7     8     9    10
 RANGE   2.95  3.09  3.20  3.26  3.30  3.34  3.37  3.39  3.41

   (*) Indicates significant differences which are shown in the lower triangle

                             G G G G G G G G G G
                             r r r r r r r r r r
                             p p p p p p p p p p
                                       1
                             2 4 8 3 5 0 7 9 6 1
     Mean        TREAT

      .7000      Grp  2
      .8000      Grp  4
      .9000      Grp  8
      .9667      Grp  3      *
      .9667      Grp  5      *
      .9667      Grp10       *
      .9667      Grp  7      *
     1.0000      Grp  9      *
     1.1000      Grp  6      * *
     1.1000      Grp  1      * *

 Homogeneous Subsets (highest and lowest means are not significantly different)

 Subset 1

 Group        Grp  2        Grp  4        Grp  8

 Mean          .7000         .8000         .9000
 - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

 Subset 2

 Group        Grp  4        Grp  8        Grp  3        Grp  5        Grp10

 Mean          .8000         .9000         .9667         .9667         .9667
```

ตารางที่ 25. แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

Group	Grp 7	Grp 9
Mean	.9667	1.0000

Subset 3

Group	Grp 8	Grp 3	Grp 5	Grp10	Grp 7
Mean	.9000	.9667	.9667	.9667	.9667
Group	Grp 9	Grp 6	Grp 1		
Mean	1.0000	1.1000	1.1000		

ตารางที่ 25.(ต่อ) แสดงการตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยปริมาณโปรแตสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินที่ปลูกถั่วเหลือง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเก็บผลผลิตในสัปดาห์ที่ 14

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในดิน

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 1. แสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด(log no./กรัม)ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส)

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	ค่าเฉลี่ย (log no./กรัม)
T1	5.74	7.24	6.89	7.57	6.73	7.34	6.69	6.77	6.87
T2	5.80	7.95	6.90	7.62	6.75	7.52	6.99	6.91	7.06
T3	5.09	7.88	6.85	7.28	6.83	7.34	7.08	6.81	6.90
T4	5.09	7.88	6.85	7.28	6.63	7.34	7.08	6.81	6.87
T5	5.52	7.90	6.87	7.67	7.13	7.57	6.65	7.56	7.11
T6	6.01	7.83	7.18	8.52	7.67	7.18	7.01	7.89	7.41
T7	6.36	7.46	7.35	8.39	7.67	7.19	6.81	7.41	7.33
T8	6.08	7.04	7.15	8.71	7.51	7.17	7.10	7.36	7.27
T9	6.30	7.19	7.36	8.46	7.66	7.61	6.94	7.37	7.36
T10	6.03	7.83	7.74	8.74	7.69	7.37	6.94	7.49	7.48
ค่าเฉลี่ย	5.80	7.62	7.11	8.02	7.23	7.36	6.93	7.24	7.16

หมายเหตุ T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2. แสดงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด(log no./กรัม)ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส)

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)								ค่าเฉลี่ย (log no./กรัม)
	0	2	4	6	8	10	12	14	
T1	6.20	6.61	6.75	6.52	6.68	6.67	6.58	7.50	6.69
T2	6.60	7.17	7.35	6.85	6.75	6.56	6.58	7.42	6.91
T3	6.26	6.85	7.00	6.36	6.60	6.35	7.20	6.90	6.69
T4	6.69	7.44	7.33	6.35	6.03	6.83	6.09	7.50	6.78
T5	6.78	7.63	7.03	6.38	6.60	6.90	6.32	6.72	6.80
T6	6.70	7.88	7.63	6.69	7.52	7.27	6.79	6.91	7.17
T7	6.36	7.90	7.33	6.89	7.52	6.67	7.36	6.88	7.11
T8	5.88	8.04	7.40	6.68	7.04	6.50	7.03	6.68	6.91
T9	5.54	7.71	7.55	6.69	6.30	6.67	6.93	6.92	6.79
T10	6.03	7.67	7.66	6.64	6.75	7.52	6.37	7.53	7.02
ค่าเฉลี่ย	6.30	7.49	7.30	6.61	6.78	6.79	6.73	7.10	6.89

<u>หมายเหตุ</u> T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา Sclerotium rolfsii

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา Sclerotium rolfsii

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา Sclerotium rolfsii

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา Sclerotium rolfsii

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา Sclerotium rolfsii

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณเชื้อราทั้งหมด(log no./กรัม)ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส)

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)								ค่าเฉลี่ย (log no./กรัม)
	0	2	4	6	8	10	12	14	
T1	4.53	4.37	3.95	3.95	3.53	3.72	3.97	3.87	3.99
T2	4.52	4.66	4.36	3.99	3.86	4.03	4.00	3.97	4.17
T3	4.15	4.63	4.06	4.39	4.05	3.99	3.96	4.23	4.18
T4	4.45	4.28	3.88	3.93	4.09	4.01	3.80	3.79	4.03
T5	3.23	3.87	4.05	4.03	3.72	3.90	4.05	3.78	3.83
T6	3.89	4.56	4.28	4.79	3.93	3.94	3.64	3.85	4.11
T7	4.14	4.71	4.63	4.61	4.01	4.03	4.59	3.91	4.33
T8	4.11	4.71	4.57	4.54	4.20	3.94	4.13	3.91	4.26
T9	3.87	4.80	3.71	4.71	3.96	4.24	3.99	3.83	4.14
T10	3.75	4.63	3.76	4.76	4.45	3.96	4.01	4.03	4.17
ค่าเฉลี่ย	4.06	4.52	4.13	4.37	3.98	3.98	4.01	3.92	4.12

หมายเหตุ T1=ควบคุม

T2=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.

T3=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.

T4=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.

T5=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.

T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4. แสดงปริมาณเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* (log no./กรัม) ในดินที่ปลูกถั่วเหลืองพันธุ์ส.จ.5 ในแต่ละตำรับการทดลอง ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส)

ตำรับการทดลอง	ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)								ค่าเฉลี่ย (log no./กรัม)
	0	2	4	6	8	10	12	14	
T6	4.50	4.63	4.49	4.57	4.59	4.33	4.38	4.50	4.50
T7	4.61	4.62	4.45	4.45	4.41	4.04	4.32	4.16	4.38
T8	4.40	4.69	4.80	4.61	4.49	4.18	4.43	4.45	4.51
T9	4.56	4.62	4.77	4.64	4.32	3.93	4.38	4.19	4.43
T10	4.56	4.36	4.67	4.65	4.51	4.62	4.14	4.29	4.48
ค่าเฉลี่ย	4.53	4.58	4.64	4.58	4.46	4.22	4.33	4.32	4.46

<u>หมายเหตุ</u> T6=ใส่เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T7=ใส่สารไคโตแซน 35 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T8=ใส่สารไคโตแซน 140 มก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T9=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 35 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

T10=ใส่สารไคตินโปรตีนคอมเพล็กซ์ 165 ก.+เชื้อรา *Sclerotium rolfsii*

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ค

ลักษณะและสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

Copyright by Mahidol University

พื้นที่ศึกษา

ลักษณภูมิประเทศ ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด (undulating) พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันประมาณ 2-5 %

ลักษณะภูมิอากาศ เป็นพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำทสำคัญในการเกษตร ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2524-2537 ของสถานีตรวจวัดอากาศเกษตรศูนย์ศึกษาเพื่อการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มีปริมาณ 1283.20 มิลลิเมตร ฝนตกมากที่สุดเดือนสิงหาคมมีปริมาณ 256.03 มิลลิเมตร น้อยที่สุดเดือนธันวาคมมีปริมาณ 4.47 มิลลิเมตร

อุณหภูมิอากาศข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2532-2536 อุณหภูมิเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ระดับ 30.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนธันวาคมที่ระดับ 25.2 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูแล้งมีค่าระหว่าง 60-68 % ในช่วงฤดูฝนมีค่าระหว่าง77-83 %

ทรัพยากรดิน สภาพการเกิดดินแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

1. ดินที่เกิดจากการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ของหินแกรนิต ส่วนใหญ่จะอยู่บนที่สูงของเนินลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย เนื้อดินส่วนใหญ่จะเป็นดินลึกบางแห่งค่อนข้างลึก

2. ดินที่สลายตัวของหินแกรนิต แล้วถูกพัดพามาทับถมกัน จะพบบริเวณส่วนต่างของเนินหรือบริเวณที่ราบต่างระหว่างเนิน เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นทรายตลอดชั้น ความลึกของดินบางแห่งอยู่ในระดับความลึก 100-180 เซ็นติเมตร จะพบดินเหนียวมากขึ้นโดยมีเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย

3. ดินที่เกิดจากอนุภาค ที่ได้จากการสลายตัวของหินแกรนิต พบบริเวณที่ต่ำใกล้ลำน้ำห้วยโจน เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทราย เป็นดินลึกและมีการระบายน้ำเลว

4.ดินที่เกิดจากการพัดพามาทับถมของตะกอนลำน้ำพบบริเวณห้วยน้ำโจนเกิดจากตะกอนลำน้ำพัดพามาทับถมเป็นแนวแคบๆ ติดกับลำห้วยเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือร่วนเหนียวปนทราย

การใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรส่วนใหญ่ในพื้นที่จะทำการเพาะปลูกพืชไร่เป็นหลัก โดยเฉพาะมันสำปะหลังและถั่วเหลือง รองลงมาได้แก่ มะม่วง มะพร้าว ขนุน และกระท้อน เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ง

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

Copyright by Mahidol University

สูตรอาหารเ ลี้ยงเชื้อของ Maruo et al.,(32)

1. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการประเมินปริมาณเชื้อราทั้งหมด

glucose	10.0	กรัม
(NH4)SO_4	2.0	กรัม
KH2PO_4	0.6	กรัม
K2HPO_4	0.4	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
ferric citrate	10.0	มิลลิกรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	4.4	มิลลิกรัม
$MnSO_4.H_2O$	5.0	กรัม
$CaCl_2$	55.0	มิลลิกรัม
$CoCl_2$	1.0	มิลลิกรัม
Thaiamine-HCL	100.0	ไมโครกรัม
Yeast extract	1.0	กรัม
agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000.0	มิลลิลิตร

2. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการประเมินปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีททั้งหมด

$(NH_4)2SO_4$	1.0	กรัม
glucose	5.0	กรัม
KH2PO_4	0.8	กรัม
K2HPO_4	0.2175	กรัม
Na2HPO_4	0.334	กรัม
$MgSO_4$.7H2O	0.5	กรัม
$CuSO_4$.5H2O	0.001	กรัม
$FeSO_4$.7H2O	0.001	กรัม
$MnSO_4$.7H2O	0.001	กรัม
$ZnSO_4$.7H2O	0.001	กรัม
Yeaste extract	0.01	กรัม
agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000.0	มิลลิลิตร

Copyright by Mahidol University

3. สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการประเมินเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด

Beef extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
agar	15.0	กรัม
น้ำกลั่น	1000.0	มิลลิลิตร

มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักหอสมุด

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ *Sclerotium rolfsii* ของ Backman และ Rodriguez-Kabana,(35)

$KHPO_4$	1.0	กรัม
$MgSO_4.7\ H_2O$	0.5	กรัม
KNO3	2.0	กรัม
Thiamine HCL	1.0	กรัม
Minor element solution	10.0	มิลลิกรัม
Gallic acid	160.0	มิลลิกรัม
Potassium oxalate	10.0.	มิลลิกรัม
น้ำกลั่น	250	มิลลิลิตร

sterile ด้วยวิธีกรองและปรับ pH ให้เป็นเป็น 4.2 ด้วยกรดเกลือ

วุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	750	มิลลิลิตร

autoclave จากนั้นทิ้งให้อุณหภูมิเหลือประมาณ 60 องศาเซลเซียส แล้วผสมกัน

Copyright by Mahidol University