

วิทยาลัยเกษตรกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของบาซิลลัสซับทีลิสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

Effect of Bacillus subtilis on growth and yield of baby corn

โดย



T100047

นายลัคนทิน อินผง

นายศุภวัฒน์ พงษ์พัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ปัญญา ไพริฐิตีรัตน์

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชไร่)

พ.พ.

พุทธศักราช 2547

๑ 235๑

2547

เลขหมู่.....~~100047~~
เลขทะเบียน.....
วัน เดือน ปี.....~~17 JUN 2005~~

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉบับนี้เทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

เรื่อง

อิทธิพลของบาซิลลัสซับทิลิสที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

Effect of Bacillus subtilis on growth and yield of baby corn

โดย

นาย ลัคณาทิน อินมุง

นาย ศุภวัฒน์ พงษ์พัฒน์

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย



(รศ.ดร. ปัญญา โพธิ์จิติรัตน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาควิชารับรองแล้ว



(รศ. ดร.สมยศ เดชภีรัตนมงคล)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช

วันที่ ๓๐ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำปัญหาพิเศษของนักศึกษา ระดับปริญญาตรีนั้นถือได้ว่าเป็นความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นสิ่งที่จะทำให้นักศึกษาเกิดกระบวนการเรียนรู้โดยตรง ในการทำงานให้เป็นระบบ รู้จักการวางแผนงาน การแก้ไขปัญหา รวมถึงความรับผิดชอบของตัวเองด้วย อีกทั้งยังสามารถนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ได้จนเกิดประโยชน์สูงสุด

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่างๆอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุน และให้ทุนการศึกษา จนสำเร็จการศึกษาได้อย่างสมความตั้งใจ

ขอขอบคุณ คุณทศพร วิไลศิลป์(พี่บอม'28) ที่คอยให้ความช่วยเหลือทุกอย่าง รวมถึงเพื่อนๆและน้องๆทุกคนที่ช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

ลัดคนทิน อินผง
ศุภวัฒน์ พงษ์พัฒน์
พฤษภาคม 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ : อธิพอลของบาซิลลัส ซับทีลิส ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต
ของข้าวโพดฝักอ่อน

โดย : นาย ลัคนทิน อินผง
นาย ศุภวัฒน์ พงษ์พัฒน์

ปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต(พืชไร่)

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ปัญญา โพธิ์จิวรัตน์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่มีผลต่อการเจริญและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน (พันธุ์เชียงใหม่90) โดยทำการทดลองที่แปลงทดลองคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยทำการทดลองวางแผนแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ (Replication) 4 การทดลอง (Treatment) ในแต่ละวิธีการมีโดยใช้ปริมาณของเชื้อ *Bacillus subtilis* ในอัตราส่วน 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นโดยให้ความถี่ของจำนวนวันที่ต่างกัน คือไม่ฉีดเลย กับ ฉีดทุก 15 , 10 และ 5 วัน

จากผลการทดลองพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่ฉีด *Bacillus subtilis* ทุก 5 วัน ให้น้ำผลผลิตมากถึง 213.38 กิโลกรัม / ไร่ รองลงมาเป็นการฉีด *Bacillus subtilis* ทุก 10 , 15 และไม่ฉีดเลย ซึ่งให้ผลผลิต 178.67 , 128.97 และ 94.64 กิโลกรัม / ไร่

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ พบว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่ได้รับ *Bacillus subtilis* ในอัตราส่วนแตกต่างกันให้ผลผลิตมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

Title : Effect of Bacillus subtilis on growth and yield of baby corn .
Auter : Mr.Lakkanatin Inpong
Mr.Supawat pongpat
Degree : Bachelor of Science (Agronomy)
Department : Plant Production Technology
Faculty : Agricultural Technology
Advisor : Asso. Prof. Dr. Punya Protitirut

Abstract

The objective of this study was to find the effect of *Bacillus subtilis* of growth and yield on Baby Corn (Chiang Mai 90). This experiment was conducted at Department of Plant Production Technology field. Faculty of Agricultural Technology. The Randomized Complete Blocks Design with 3 replication was used in this study. The four treatment consisted of frequency at non spraying, every 15 days, every 10 days and every 5 days by used *Bacillus subtilis* concentration was 80 g/water 20 liter.

The results of this study found that spraying *Bacillus subtilis* every 5 days was the highest yield 213.38 kg / rai following by spraying *Bacillus subtilis* every 10 days, every 15 days and non spraying , the baby corn yield were 178.67, 128.97 and 94.64 kg / rai, respectively.

Form analysis of variance found that there was significant different in baby corn yield at LSD 0.05 .

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาคผนวก	II
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผล	27
สรุปผลการทดลอง	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	33
ประวัติผู้เขียน	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงค่า NAR รวมของข้าวโพดฝักอ่อนในระยะต่างๆ	18
2. แสดงค่า LAI รวมของข้าวโพดฝักอ่อนในระยะต่างๆ	20
3. แสดงค่า CGR รวมของข้าวโพดฝักอ่อนในระยะต่างๆ	22
4. แสดงจำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมด(ฝัก)ต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตรของข้าวโพดฝักอ่อน	24
5. แสดงน้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมด(กิโลกรัมต่อไร่)ของข้าวโพดฝักอ่อน	26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า NAR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	34
2. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า NAR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	34
3. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า NAR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	34
4. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า NAR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	35
5. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า LAI ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	35
6. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า LAI ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	35
7. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า LAI ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	36
8. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า LAI รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	36
9. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า CGR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	36
10. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า CGR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	37
11. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า CGR ที่ข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	37
12. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า CGR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันใน การปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่	หน้า
13. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดก่อนปลูกเปลือก ของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการ ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	38
14. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือก ที่ได้มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	38
15. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือก ที่ไม่ได้มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีด ที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	38
16. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักสดทั้งหมดก่อนปลูกเปลือก ของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการ ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	39
17. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือก ของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการ ปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	39
18. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักขนาดกลาง (4 – 9 ซ.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวน วันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	39
19. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักขนาดกลาง (7 – 9 ซ.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวน วันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	40
20. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักขนาดใหญ่ (9 – 11 ซ.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวน วันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	40
21. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักสด ทั้งหมดหลังปลูก เปลือกที่ไม่ได้ มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวน วันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวโพด (*Zea mays* L.) จัดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 3 ของโลกรองลงมาจากข้าวสาลีและข้าว มีการผลิตโดยทั่วไปในเขตอากาศอบอุ่น (temperate) เขตอากาศกึ่งร้อนชื้น (subtropic) และพื้นที่ราบเขตร้อน (lowland tropic) ในประเทศไทยมีการเพาะปลูกข้าวโพดเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่เกษตรกรนิยมเพาะปลูกกันมาก นำรายได้เข้าสู่ประเทศในฐานะสินค้าเกษตรส่งออกมากเป็นอันดับ 1 ของโลกในปี พ.ศ.2544 ส่งออกข้าวโพดฝักสดและแช่เย็น 4,544 ตัน คิดเป็นมูลค่า 184 ล้านบาทและในรูปบรรจุกระป๋อง 61,461 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,784 ล้านบาท ปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกปีละ 181,487 ไร่ ได้ผลผลิตฝักอ่อนทั้งเปลือกรวม 177,550 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2545) ซึ่งต่างประเทศมีแนวโน้มส่งนำเข้าข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องเพิ่มขึ้น คือ ประเทศนิวซีแลนด์ สิงคโปร์ ออสเตรเลีย ซาอุดีอาระเบีย และ อังกฤษ โดยแหล่งผลิตข้าวโพดฝักอ่อนที่สำคัญของประเทศไทย คือที่ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดลำพูน พะเยา เชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันตก (ภาคกลางตอนล่าง) เช่น จังหวัด สมุทรสาคร ราชบุรี และ นครปฐม สำหรับในภาคอื่นๆ โดยส่วนใหญ่จะมีการปลูกแถวรอบๆตัวเมือง เพื่อส่งตลาดสด (เกียรติเกษตร, 2532)

ปัจจุบันทั่วโลกได้หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับการบริโภคเพื่อสุขภาพมากขึ้นเช่นผักปลอดสารพิษ อาหารชีวจัด ซึ่งแต่ก่อนคนเราไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่ปลอดสารเคมีมากนักทำให้ประชากรโลกทุกวันนี้สุขภาพไม่แข็งแรงเนื่องจากการบริโภคอาหารที่เป็นพิษ รัฐบาลไทยได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้มีนโยบายส่งเสริมการผลิตพืชปลอดการใช้สารเคมี โดยเน้นการทำเกษตรแบบอินทรีย์ ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

ในประเทศไทยนั้น พบว่าได้มีการใช้สารเคมีกันแพร่หลายเนื่องจากข้าวโพดฝักอ่อนมีโรคระบาดมาก เช่นโรคราน้ำค้าง โรคโคนเน่า โรคราเขม่าดำ โรคใบไหม้สีน้ำตาล เป็นต้น ซึ่งการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดนั้นเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตมากขึ้นทำให้เกษตรกรมีรายได้ต่ำ จึงได้คิดหาวิธีการควบคุมโรคแบบไม่ใช้สารเคมี โดยการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เป็นการลดปริมาณเชื้อสาเหตุของโรคหรือการลดกิจกรรมก่อโรคของเชื้อสาเหตุของโรคโดยสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหรือมากกว่ายกเว้นมนุษย์รวมไปถึงการจัดการทางพันธุวิศวกรรมของพืชชั้นสูงโดยการถ่ายโอนยีนที่มีความต้านทานโรคพืชเข้าไป (สุชล, 2539; Cook, 1995) ซึ่งเชื้อที่เรานำมาใช้ในการควบคุมโรคของข้าวโพดคือ *Bacillus subtilis* โดยเชื้อนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ และอาจรวมไปถึงการควบคุมโรคของข้าวโพดฝักอ่อนซึ่งทำให้เพิ่มผลผลิตก็เป็นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของเชื้อ *Bacillus subtilis* ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนให้มีผลผลิตสูงสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวโพดฝักอ่อนอยู่ในวงศ์ (family) Gramineae เช่นเดียวกับหญ้าและธัญพืชต่าง ๆ โดยอยู่ในวงศ์ย่อย (Sub-family) Panicoideae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* (L.) ข้าวโพดฝักอ่อนมีลักษณะต่าง ๆ ทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ (กรมวิชาการเกษตร, 2524 และเกียรติเกษตร, 2532)

ราก เป็นระบบรากฝอย (fibrous root system) แบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น รากชั้นต้น (primary root) รากยึดเหนี่ยว (braze root) และรากฝอย (root hair) แต่ไม่มีรากแก้ว หลังจากเมล็ดข้าวโพดเริ่มงอกตอนแรกเป็นรากชั่วคราวหรือรากชั้นต้น (primary or seminal root) หลังจากข้าวโพดเจริญเติบโตได้หนึ่งสัปดาห์ถึง 10 วัน รากถาวร (adventitious root or permanent root) ก็จะมีงอกขึ้นรอบ ๆ ข้อปลาย ๆ ในระดับใต้พื้นดินประมาณ 3-5 ซม. รากอากาศ (aerial or brace root) จัดรวมอยู่ในพวกรากถาวรนี้

ลำต้น มีลักษณะแข็ง ใ้แน่นไม่กลวง ลำต้นสูงตั้งแต่ 60 ซม. ขึ้นไปแล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ข้อของข้าวโพดเป็นที่เกิดของรากลำต้นใหม่และฝัก ปล้องส่วนที่อยู่โคนต้นจะสั้นและหนา ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนตั้งแต่ 8 – 20 ปล้อง

ใบ ใบของข้าวโพดมีลักษณะคล้ายใบพืชตระกูลหญ้าทั่ว ๆ ไป คือ ประกอบด้วย ตัวยอดใบ กาบใบ และหูใบ (ligule) ลักษณะของใบข้าวโพดก็มีแตกต่างกันไปมากมายแล้วแต่พันธุ์ จำนวนใบก็เช่นกัน มีตั้งแต่ 4-8 ใบ ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารและเป็นที่ยึดของน้ำ

ดอกข้าวโพด จะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละดอกในต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้จะรวมอยู่กันเป็นช่อเรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ (tassel) จะอยู่ตอนบนสุดหรือที่เกษตรกรเรียกว่า ดอกหัว ดอกตัวผู้ดอกหนึ่ง ๆ จะมีอับละอองเกสร 3 อัน แต่ละอันยาวประมาณ 6 มม. และมีละอองเกสรเป็นจำนวนมาก การบานของดอกตัวผู้ จะเริ่มขึ้นก่อนการออกไหมของดอกตัวเมียบนต้นเดียวกัน ประมาณ 1-3 วัน

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดฝักอ่อน

ข้าวโพดฝักอ่อนสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศที่ใกล้แหล่งน้ำสะอาด พื้นที่ราบและสม่ำเสมอ มีความลาดเอียงไม่เกิน 5% ไม่มีน้ำท่วมขัง ห่างไกลจากแหล่งมลพิษ การคมนาคมสะดวก ใกล้แหล่งรับซื้อ รวบรวมผลผลิต หรือโรงงานอุตสาหกรรม ลักษณะดิน เป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนปนทราย ความอุดมสมบูรณ์สูง มีอินทรีย์วัตถุไม่น้อยกว่า 1.5 % ฟอสฟอรัสที่เป็น ประโยชน์มากกว่า 10 ppm. และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ppm. การระบายน้ำ และการถ่ายเทอากาศดี ระดับหน้าดินลึก 25-30 ซม. ค่าความเป็นกรดต่าง ระหว่าง 5.5 – 6.8 (กรมวิชาการเกษตร, 2545) สภาพภูมิอากาศนั้นปลูกได้ในช่วงอุณหภูมิ 10 – 40 ° C มีอุณหภูมิกลางวันสูง กลางคืนต่ำ ชอบแสงแดดจัด ต้องการช่วงแสงประมาณ 12 ชม. ปลูกได้ตลอดปีหากมีน้ำเพียงพอ แหล่งน้ำนั้นน้ำควรมีความเป็นกรดหรือด่าง (pH) ประมาณ 7.0 เป็นน้ำสะอาดไม่มีสี สารเคมี เชื้อโรค หรือโลหะหนัก (เกียรติเกษตร, 2532 และสถาบันวิจัยพืชไร่, 2543)

พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปลูกในประเทศ

พันธุ์ข้าวโพดฝักอ่อน สามารถแบ่งตามวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์เป็น 2 ประเภท คือ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2543)

1. พันธุ์ผสมเปิด (open pollinated variety) ในการผลิตเมล็ดพันธุ์จะไม่มีกระบวนการผสมเกสร มีเพียงการเลือกต้นที่ไม่ต้องการทิ้งไปก่อนออกดอก ดังนั้น การผสมเกสรในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์ จึงเป็นไปแบบสุ่มอิสระ เวลาเก็บเกี่ยว จะทำการคัดเลือกฝักที่ไม่ดีทิ้งไปอีกครั้งหนึ่ง พันธุ์ข้าวโพดประเภทนี้ เกษตรกรสามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ต่อไป 2 – 3 รุ่น โดยผลผลิตจะลดลงเพียงเล็กน้อย ถ้าเกษตรกรต้องการเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ ต้องปลูกห่างจากพันธุ์อื่นไม่น้อยกว่า 200 ม. หรือมีวันปลูกห่างจากพันธุ์อื่นไม่น้อยกว่า 3 สัปดาห์ แล้วคัดเลือกฝักตามที่ต้องการจากต้นข้าวโพดฝักอ่อนอย่างน้อย 200 ต้น พันธุ์ประเภทนี้ จะมีขนาดฝัก และลักษณะต่าง ๆ ค่อนข้างไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น ผลผลิตจึงมักไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม แต่สามารถส่งขายในตลาดสดได้

2. พันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) เป็นข้าวโพดฝักอ่อนที่เกิดจากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ พ่อและแม่ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว การผลิตเมล็ดพันธุ์ต้องมีการควบคุมการผสมเกสร และผลผลิตของสายพันธุ์แท้ค่อนข้างต่ำ ทำให้ราคาเมล็ดพันธุ์สูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดมาก เกษตรกรไม่สามารถเก็บเมล็ดไว้ทำพันธุ์ต่อได้ แต่พันธุ์ลูกผสมมีข้อดี คือ ลักษณะต่าง ๆ เช่น ลำต้น ขนาด และสีของฝัก มีความสม่ำเสมอสูง เป็นที่ต้องการของโรงงาน อีกทั้งยังให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมเปิดมาก

ขั้นตอนการผลิตเพื่อส่งออก

การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสดผู้ส่งออกจะมีกระจกกระจายอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะในสวนกลาง ซึ่งทำการส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนควบคุมคู่ไปกับฝักและผลไม้ชนิดอื่น ๆ เมื่อเทียบสัดส่วนของการส่งออกข้าวโพดฝัก อ่อนคิดเป็น 18.57 % ของปริมาณสินค้าที่ส่งออก ที่เหลือ 81.25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นจำนวนผักและผลไม้สดชนิดอื่น โดยปริมาณที่ส่งออกคิดเป็น 41.50% ของปริมาณข้าวโพดฝักอ่อนที่เกษตรกรผลิตได้ สำหรับขั้นตอนการผลิตเพื่อการส่งออกมีดังนี้ (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2545)

การรับซื้อ ผู้ส่งออกใช้วิธีการสั่งซื้อล่วงหน้าประมาณ 1 วัน ลักษณะข้าวโพดฝักอ่อนที่รับซื้ออาจจะอยู่ในรูปทั้งเปลือก ปอกเปลือกหรือทำการบรรจุหีบห่อเรียบร้อยแล้ว การรับซื้อข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อการส่งออกจะเน้นที่คุณภาพและมาตรฐานของฝัก โดยทั่วไปการคัดเกรดจะมีมาตรฐานเดียวกันคือ ความยาวฝักประมาณ 6 – 9 ซม. ส่วนโคนฝักกว้างประมาณ 1 – 1.5 ซม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตลาดต่างประเทศด้วย นอกจากนี้ฝักจะต้องเรียงสวย ไม่มีตำหนิ ผู้ส่งออกส่วนใหญ่จะรับซื้อในปริมาณที่จะส่งออก ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณส่งออก คือ ปริมาณระวางบรรทุกสินค้า ความต้องการของลูกค้า และฤดูเพาะปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

การบรรจุหีบห่อ เป็นเรื่องสำคัญที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อถึงตลาดปลายทาง ภาชนะที่ใช้ในการหีบห่อข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อการส่งออก ได้แก่ ถุงพลาสติก ถาดโฟม และถาดพีวีซี โดยมีการจัดเรียงข้าวโพดฝักอ่อนให้สวยงามลงในภาชนะให้มีขนาดต่าง ๆ เช่น ขนาดบรรจุในถุงพลาสติกมี 100, 200, 300, 500 และ 1,000 กรัม แล้วบรรจุลงในกล่องกระดาษ ให้น้ำหนักรวม 1,500, 2,000, และ 5,000 กรัม เป็นต้น สำหรับการบรรจุลงในถาดโฟม หรือถาดพีวีซี นิยมบรรจุขนาด 125 และ 225 กรัม แล้วหุ้มด้วยฟิล์มใสพีวีซีด้านบนของถาด เพื่อป้องกันการเสียคุณภาพและสามารถมองเห็นฝักข้าวโพดฝักอ่อนได้แล้วจึงบรรจุลงในกล่องกระดาษ ให้น้ำหนักรวมเช่นเดียวกับบรรจุในถุงพลาสติก ข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุในถุงพลาสติกส่วนใหญ่จะส่งออกไปยังประเทศใกล้เคียงในแถบเอเชีย ส่วนข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุในถาดโฟมหรือถาดพีวีซี จะรักษาคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนได้ดีกว่าการบรรจุด้วยถุงพลาสติก

การลดอุณหภูมิ (Pre-cooling) เพื่อให้ข้าวโพดฝักอ่อนไม่สูญเสียคุณภาพและมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ในการส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนสด จำเป็นต้องมีการลดอุณหภูมิลง วิธีที่นิยมใช้คือการอัดลมเย็น (force-air cooling) หรือการเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 5 – 7 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% อีกวิธีหนึ่งที่ย่าง ๆ คือ การลดอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งโรยลบบกับข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุภาชนะเรียบร้อยแล้ว ซึ่งการลดอุณหภูมินี้จะทำก่อนการส่งออกประมาณ 12 ชม.

การขนส่ง การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนไปประเทศใกล้เคียง มักจะเป็นทางรถยนต์ ส่วนการส่งออกทางเครื่องบิน มีทั้งที่ส่งไปประเทศในแถบเอเชียและยุโรป

การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง

การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง โรงงานผู้ผลิตจะเป็นผู้ส่งออกเองคิดเป็น 90% ของปริมาณที่ผลิต ที่เหลือ 10 % ส่งออกโดยผ่านผู้ส่งออก ซึ่งพวกนี้จะทำการส่งออกสินค้าหลายเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าต่างประเทศ การซื้อขายข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องจะ ทำกันล่วงหน้า 1-3 เดือน เพื่อที่ทางโรงงานจะได้วางแผนการผลิตให้ได้ตามความต้องการของผู้ สั่งซื้อ เมื่อถึงวันที่กำหนดส่งมอบ โรงงานจะเป็นผู้ขนส่งข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋องไปยังท่าเรือ เพื่อการส่งออกเอง หรือส่งมอบให้แก่ผู้ส่งออกตามปริมาณที่ต้องการ การส่งออกข้าวโพดฝักอ่อน จะส่งออกโดยทางเรือ เนื่องจากสินค้าไม่เน่าเสียและค่าระวางต่ำกว่าเครื่องบิน (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2545)

มาตรฐานข้าวโพดฝักอ่อนสำหรับโรงงาน

โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง ได้กำหนดมาตรฐานการซื้อที่ ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ลักษณะของฝักอ่อนเมื่อปอกเปลือกแล้ว (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2545) ควรมี ดังนี้

1. ได้จากต้นที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีโรคหรือแมลงรบกวน
2. เปลือกไม่หนาเกินไป อัตราส่วนน้ำหนัก ฝักทั้งเปลือกต่อฝักปอกเปลือก ไม่เกิน 7 ต่อ 1
3. ขนาดฝัก (ปอกเปลือกแล้ว) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 -1.5 ซม.
4. ความยาว 6 – 9 ซม.
5. ฝักรูปทรงกระบอก แต่ปลายฝักเรียวเล็ก
6. ลักษณะฝักสมบูรณ์ไม่หัก (โดยเฉพาะส่วนของปลายฝัก) ไม่บิดเบี้ยว คดหรืองอ
7. ฝักต้องสด ไม่เก็บไว้นานจนเหี่ยวแห้งหรือผ่านการแช่น้ำมาก่อน
8. สีของแกนอ่อนมีสีเหลืองหรือสีครีม
9. การเรียงของไซปลาดตรง และแถวขีดไม่เห็นเป็นร่องเน่าหรือแก่เกินไป

นอกจากนี้ฝักสดต้องไม่เก็บไว้นานเกิน 24 ชม. ฝักไม่มีรอยกรีด ไม่มีเศษไหมติด ฝักสดไม่ เหี่ยวแห้งและการตัดแต่งระหว่างรอยขั้วกับฝักเรียบร้อย ขนาดของข้าวโพดฝักอ่อนเพื่อส่งโรงงาน อุตสาหกรรม จำแนกเป็น 3 เกรด คือ 9 -13 ซม. (L) 7- 9 ซม. (M) 4 – 7 ซม. (S) เส้นผ่าศูนย์กลาง ใหญ่ที่สุดไม่เกิน 1.5 ซม. เล็กที่สุดไม่น้อยกว่า 1.0 ซม. ส่วนใหญ่โรงงานจะผลิตเกรด S และ M มากกว่า L (เกียรติเกษตร, 2532 สมชายและคณะ, 2535 และกรมวิชาการเกษตร, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี

ความหมายของการควบคุมโรคโดยชีววิธี

การควบคุมโดยชีววิธี(Biological control) หมายถึง การลดปริมาณเชื้อก่อโรค หรือการลดกิจกรรมการเกิดโรคของเชื้อโรค หรือปรสิตที่อยู่ในระยะที่มีปฏิกิริยาโดยการใช้สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งหรือมากกว่าใช้ในการควบคุม ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่ใช้นี้จะไม่รวมถึงมนุษย์ (Cook และ Baker, 1983; Cook, 1985; Handelsman และ Parke, 1989 ; Nelson , 1989)

กลไกการควบคุมโรคโดยชีววิธี

1. การสร้างสารปฏิชีวนะ สารปฏิชีวนะเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลต่ำ ที่ไปฆ่าจุลินทรีย์เป้าหมาย สร้างโดยเชื้อจุลินทรีย์ (Fravel, 1988) ซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ

2. การแก่งแย่งอาหาร การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีโดยเชื้อปฏิปักษ์สามารถแก่งแย่งอาหารของเชื้อโรค ทำให้มีการลดปริมาณสารอาหารซึ่งจำเป็นสำหรับการเจริญของเชื้อโรค ความสามารถในการใช้สารอาหารของเชื้อปฏิปักษ์อาจเนื่องจากความสามารถในการใช้สารอาหารได้เร็วมากทำให้เจริญได้รวดเร็ว เช่น มีผู้พบว่าเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *Fluorescent pseudomonads* มีความสามารถในการใช้สารอาหารได้หลายชนิด และเจริญบริเวณรากพืชได้รวดเร็ว ทำให้สามารถแก่งแย่งที่อยู่อาศัยบริเวณรากพืชได้รวดเร็ว เชื้อโรคจึงไม่มีโอกาสเข้าทำลายรากได้

3. กระบวนการของปรสิต เป็นการควบคุมโดยชีววิธีที่นำไปใช้ในการปฏิบัติในสภาพไร่นา เช่น การใช้ไส้เดือนฝอย หรือการใช้ไวรัสที่เป็นปรสิตของแมลงศัตรูพืช เป็นต้น นอกจากนี้เชื้อราหลายชนิดเป็นปรสิตของเชื้อราโรคพืชได้ (Harman และ คณะ, 1981; Marshall, 1982)

เชื้อสกุล *Bacillus*

เซลล์มีรูปร่างเป็นแบบท่อน (Rod shaped) เซลล์เรียงต่อกันเป็นลูกโซ่หรืออาจจะเป็นเซลล์เดี่ยว มีขนาดตั้งแต่ 0.5 x 1.2 ไมโครเมตร ถึง 2.5 x 10 ไมโครเมตร เชื้อ *Bacillus* บางชนิด (species) ภายในมีเซลล์ parasporal bodies หรือผลึกโปรตีน เชื้อสร้างสปอร์ได้สปอร์มีรูปร่างรีกลม สปอร์อาจพบอยู่ตรงกลางเซลล์หรือปลายเซลล์ก็ได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วย teichoic acid และ teichuronic acid นอกจากนี้ยังสร้างแคปซูล (capsule) ซึ่งเป็นสารจำพวกโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่มีโครงสร้างเป็นลิแวน (levan) และ เด็กซ์แทรน (dextrans) เซลล์สามารถเคลื่อนที่ได้โดยใช้เส้นเซลล์หรือแฟลเจลลัมหลายๆเส้นรอบๆเซลล์ (peritrichous flagella) แต่เชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bacillus บางชนิดไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่น *B.anthraxis* (Gordon และคณะ , 1973; Krige และ Holt , 1981)

ลักษณะของโคโลนีของเชื้อสกุล Bacillus จะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของอาหาร อุณหภูมิของการบ่มความชื้นและสภาพแวดล้อมอื่นแต่ส่วนใหญ่แล้วโคโลนีจะมีสีขาวขุ่น ทึบแสง ไม่สร้างสารสี (pigment) ยกเว้นบางชนิด เช่น *B.megaterium* สร้างสารสีเหลืองเมื่อเจริญบนอาหารเคซีน ในขณะที่ *B.fastidious* สร้างสารสีเหลืองเมื่อเจริญบนอาหาร allantoin agar *B.subtilis* จะสร้างสีเหลือง สีชมพู สีน้ำตาล หรือ สีส้ม บนอาหาร nutrient agar (sneath และ คณะ, 1986 ; Gordon และคณะ, 1973)

ลักษณะของจุลินทรีย์ *B.subtilis*

B.subtilis เป็นแบคทีเรียแกรมบวก ซึ่งเจริญที่อุณหภูมิปานกลาง สามารถเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และสามารถใช้อาหารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิดและเจริญได้ดีในสูตรอาหารอย่างง่ายที่มีกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงานรวมถึงมีเกลือแอมโมเนียมเป็นแหล่งไนโตรเจน เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารสังเคราะห์ ที่เป็นอาหารแข็ง เช่น Nutrient broth (NB) และ Nutrient agar (NA) โคโลนีจะแบน แห้งและมีขนาดใหญ่ลักษณะโคโลนีเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ (Harwood และ Archibuld, 1990) โคโลนีอาจกลมหรือไม่กลม ขอบไม่เรียบ ผิวขรุขระ สีขุ่น อาจมีลักษณะเยน สีครีมหรือน้ำตาล ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารแข็งที่ใช้เพาะเลี้ยง (Buchanan และ Gibbons, 1974) และ จุลินทรีย์จะเจริญได้ดีเมื่ออาหารแข็งนั้นมีความชื้นเหมาะสม

B.subtilis เริ่มสร้างเอนโดสปอร์กว้าง 0.8 ไมโครเมตร ยาว 1.2 – 1.8 ไมโครเมตร เมื่ออยู่ได้สภาวะขาดแคลนอาหารหรือสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ความร้อน ความเย็น ความแห้ง หรือ แม้แต่สารเคมีที่เป็นพิษต่อเซลล์

B.subtilis เหมาะสมที่จะใช้ในการควบคุมโดยชีววิธี เนื่องจาก

1. สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน และสามารถแย่งสารอาหารได้ดีกว่า จุลินทรีย์ อื่นๆ ในสภาวะแวดล้อมที่ขาดแคลนสารอาหาร
2. *B.subtilis* เป็นจุลินทรีย์ที่โดยปกติมักอาศัยอยู่ในพืช โดยไม่เกิดผลเสียหายต่อพืชอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีความสามารถในการปรับตัวและทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่แปรเปลี่ยนและไม่เหมาะสมโดยการสร้างเอนโดสปอร์ และทนทานต่อสภาพอากาศร้อนชื้นซึ่งเป็นสภาพโดยทั่วไปของประเทศไทยได้ดี

4. *B.subtilis* บางสายพันธุ์สามารถผลิตสารเมแทบอลิท์ที่เป็นพิษ มีประโยชน์ในการนำมาใช้กระตุ้นให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุของโรคที่เข้าทำลาย

Bacillus spp. และการผลิตสารยับยั้ง

Bacillus spp. ผลิตสารเมแทบอลิท์หลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่น เช่น ไบโอดีทเพคแทนท์ (Sandril และคณะ, 1990) เอนไซม์โคติเนส และเอนไซม์อื่นๆที่สามารถย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราได้นอกจากนี้ยังมีสารระเหย (Fiddaman และ Rossall, 1993; Fiddaman และ Rossall 1994) และสารประกอบที่กระตุ้นกลไกควบคุมของพืช (Kehlenbeck และคณะ, 1994) สารเมแทบอลิท์เหล่านี้มีส่วนร่วมในกลไกการควบคุมโดยชีววิธี สารยับยั้งที่สำคัญได้แก่

สารปฏิชีวนะ

โดยทั่วไปการผลิตสารปฏิชีวนะจะเริ่มขึ้นในช่วงท้าย logarithmic phase ของจุลินทรีย์ (Martin และ Demain, 1980) สำหรับแบคทีเรียที่สร้างสปอร์โดยทั่วไปเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือขาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน จะชักนำให้มีการสร้างสปอร์

ตามมาด้วยการผลิตสารปฏิชีวนะ การสร้างสปอร์ของจุลินทรีย์เป็นกลไกในการป้องกันตัวเองจากสารปฏิชีวนะที่สร้างขึ้นเนื่องจากสปอร์มีความทนทานสูงสารปฏิชีวนะนี้อาจยับยั้งการเจริญหรือทำลายจุลินทรีย์อื่นๆบางครั้งการผลิตสารปฏิชีวนะก็เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงต้น logarithmic phase ของจุลินทรีย์ ได้แก่การผลิต *gramicidin S*, *tyrocidine*, *polymyxin*, *ediene*, *bacilycin*, *mycobacilin* และ *bacitracin* ของแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillaceae* (Katz และ demain, 1977) ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตสารปฏิชีวนะกับการเจริญของจุลินทรีย์ขึ้นกับพันธุกรรมของจุลินทรีย์ และองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและการเปลี่ยนแปลงของสารอาหารเลี้ยงเชื้อ รูปแบบการสังเคราะห์สารปฏิชีวนะของจุลินทรีย์อาจเปลี่ยนแปลงไป (Demain, 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bacillus spp. ผลิตสารปฏิชีวนะได้หลายชนิด โดยสารปฏิชีวนะส่วนใหญ่เป็นพอลิเพปไทด์ (Katz และ demain, 1977) ซึ่งมีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา โดยจะออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเซลล์เมมเบรน เปลี่ยนแปลงหน้าที่ของเซลล์เมมเบรน ยับยั้งการสร้างผนังเซลล์ และการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิก แล้วแต่ชนิดของสารปฏิชีวนะ

สารระเหย

การศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของสารระเหยจาก *B. subtilis* ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุของโรคเหี่ยวได้รับความสนใจเมื่อไม่นานมานี้ โดย Fiddaman และ Rossall (1993) พบว่า *B. subtilis* NCIMB 12376 ผลิตสารระเหยยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โดยมีผลให้เส้นใยของ *B. subtilis* nsrs 89-24 พบว่าสารระเหยนี้สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคข้าว *Pyricularia grisea* และ *Rhychosporium oryzae* เป็นการยับยั้งแบบชั่วคราว และสามารถยับยั้งหน่วยสืบพันธุ์ของเชื้อราคือ สปอร์ของ *R. oryzae* และ sclerotium ของ *R. solani* ได้ด้วย

การนำ Bacillus มาใช้ประโยชน์

Chang และ Kommedahl (1968) ศึกษาสมบัติของ *B. subtilis* และ *Chaetomium globosum* ต่อการยับยั้งการเจริญของ *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค blast ในต้นกล้าข้าวโพด ผลการทดลองปรากฏว่าทั้ง *B. subtilis* และ *Chaetomium globosum* ยับยั้งการเจริญของ *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* ส่งผลให้ต้นกล้าข้าวโพดเจริญเติบโตได้ดี ทั้งการทดลองระดับห้องปฏิบัติการ และการเรือนปลูกพืชทดลอง

เชื้อสกุล *Bacillus* เป็นจุลินทรีย์ที่เจริญได้รวดเร็วและทนทานต่อสภาพแวดล้อมเนื่องจากสร้างสปอร์ได้ และที่สำคัญคือ ส่วนใหญ่สร้างสารปฏิชีวนะได้มีผู้ศึกษาการใช้เชื้อสกุล *Bacillus* ในการควบคุมโรคพืชทั้งในเรือนกระจก และระดับการค้า Aldrich และ Baker (1970) รายงานการใช้ *bacillus subtilis* ในการควบคุมการเจริญของเชื้อ *F. roseum* f.sp. *dianthi* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าของต้นคาร์เนชั่น ซึ่งเชื้อราจะเข้าทำลายพืชทางบาดแผล โดยใช้เชื้อ *B. subtilis* 3×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร พบว่า สามารถลดการเกิดโรคได้ดี และถ้าใช้ *B. subtilis* ร่วมกับ *Streptomyces griseus* คลุกเมล็ดในอัตรา 2×10^6 propagules ต่อเมล็ด ทำให้อัตราการรอดตายของเมล็ดข้าวสาลีที่เกิดโรคจากเชื้อ *R. solani* สูงจนเป็นที่น่าพอใจ

Utkhede (1984) รายงานการยับยั้งเชื้อ *Phytophthora cactorum* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค crown rot ในแอปเปิล โดย *B. subtilis* และสารปฏิชีวนะที่เชื้อผลิต ซึ่งประสบความสำเร็จทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการและเรือนปลูกพืชทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mckeen และคณะ (1986) รายงานการใช้เชื้อ *B. subtilis* ในการควบคุมการเจริญของเชื้อ *Monilinia fructicola* เชื้อราสาเหตุโรคเน่าสีน้ำตาลของพืช บนอาหารสังเคราะห์ ผลการทดลองพบว่า *B. subtilis* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *M. fructicola* ได้ และพบว่า *B. subtilis* สร้างสารออกมายับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรค (Michener และ Shell, 1949; Asante และ Neal, 1964) จากการศึกษาได้ทำการสกัดสารด้วย เอทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ และนำมาตรวจสอบประสิทธิภาพ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบว่า สารสกัดจาก *B. subtilis* ที่มีความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของ *M. fructicola* สูงถึงร้อยละ 98

Rytter และ คณะ (1989) ทำการแยกเชื้อสกุล *Bacillus* จากใบของ *geranium* จากนั้นนำมาทดสอบการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Puccinia pelargonizionalis* เชื้อราสาเหตุโรคราสนิม พบว่าเชื้อ *B. subtilis* ที่คัดเลือกได้สามารถลดการเกิด pustules ในใบที่เป็นโรค โดยถ้าเลี้ยงเชื้อในอาหาร Eugin นาน 4 วัน จะสามารถลดจำนวน pustules ได้ร้อยละ 67 ในทางตรงกันข้ามถ้าเลี้ยงเชื้อในอาหาร nutrient ในระยะเวลาเท่ากัน จะสามารถยับยั้งได้เพียงร้อยละ 24 และถ้าใช้ *B. subtilis* ร่วมกับ *B. thuringiensis* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *P. solanacearum* ได้ (Borreo, 1986)

Phae และคณะ (1990) พบว่า *B. subtilis* NB22 และ UB24 ผลิตสารปฏิชีวนะ กลุ่ม itruin ซึ่งมีสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อราและแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของโรคพืชได้ โดย *B. subtilis* NB22 ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria mali*, *Cercospora kikuchii*, *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea*, *Phizoctonia solani*, *Pyricularia oryzae* และ *Pseudomonas lachrymans* เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา และแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช โดยสารปฏิชีวนะที่ผลิตจาก *B. subtilis* NB22 และ UB24 กับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พบว่าสารปฏิชีวนะที่ผลิตโดยแบคทีเรียนี้ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ผลดีเช่นเดียวกับการใช้สารเคมี โดยเฉพาะเมื่อใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคข้าว (ตารางที่ 2)

Ferreira และคณะ (1991) ทำการเพาะเลี้ยง *B. subtilis* ที่คัดเลือกจากเลาอ่อนพบว่า *B. subtilis* ผลิตสารปฏิชีวนะอย่างน้อย 2 ชนิด และสารปฏิชีวนะนี้ยับยั้งการเจริญของ mycelium และการงอกของ ascospore เชื้อรา *Eutypa lata* ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรค dieback ในอ่อน ทั้งในห้องปฏิบัติการและในสภาพธรรมชาติ

Hiraoka และคณะ (1992) รายงานการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดย *B. subtilis* RB14 เชื้อราเหล่านั้นได้แก่ *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* race J1 SUF119, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersicirace* J2, *Fusarium oxysporum* f.sp. *Radicis Lycopersici* KEF2R-1, *Rhizoctonia solani* AG-4, *Cochiliobolus miyabeaus* NIAES 5425, *Alternaria mali* IFO 8984, *Cercospora kikuchii* NIAES 8984, *Otruckykarua irtzae* IFO 5279, *Pyricularia oryzae* NIAES 5001 และ *Vertucukuyn dahiae* Klebahn V-3 เนื่องจาก *B. subtilis* RB14 ผลิตสารปฏิชีวนะ surfactin และ itruin A

Perez และคณะ (1992) ศึกษาการผลิตสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดย *B. subtilis* MIR 15 พบว่ามีการผลิตสารยับยั้งจุลินทรีย์มากในช่วงท้ายของ logarithmic phase สารที่ผลิตขึ้นนี้สามารถยับยั้งการเจริญของ *Micrococcus luteus* เช่นเดียวกับ *B.subtilis* ATCC 6633 ซึ่งผลิตสารปฏิชีวนะ subtilin และใช้เป็นมาตรฐานในการทดลองนี้ นอกจากนั้นสารที่ผลิตโดย *B. subtilis* MIR 15 นี้ยังสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมลบ *E. coli* และ *pseudomonas aeriginosa* แต่ยังไม่ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการยับยั้งโดย *Bacillus* บางสายพันธุ์ซึ่งผลิตสารปฏิชีวนะ tyrothricin และ polymycin

มณจันทร์ (2536) คัดเลือกเชื้อ *B. subtilis* 5 สายพันธุ์ และนำมาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora palmivora* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค root rot และ stem rot ของทุเรียน พบว่า *B. subtilis* AP01 เป็นสายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ดีที่สุด เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้ง *Xanthoumonas campestris* pv. *Citri* สาเหตุของโรค canker ในส้ม เชื้อรา *Fusarium roseum* สาเหตุโรค damping off ของกล้วยไม้ และ *Pytium* spp. เชื้อสาเหตุโรค roo6 rot ของส้มโอ พบว่า *B. subtilis* AP01 สามารถเข้าควบคุมเชื้อราแบบเข้าครอบครอง โดย *B. subtilis* AP01 สามารถเจริญครอบคลุมเชื้อสาเหตุของโรคได้ นอกจากนั้นยังพบว่า *B. subtilis* AP01 สามารถเข้าควบคุมการเจริญของแบคทีเรียและเชื้อราแบบเข้าครอบครอง โดย *B. subtilis* AP01 สามารถเจริญครอบคลุมเชื้อสาเหตุของโรคได้ นอกจากนั้นยังพบว่า *B. sibtilis* AP01 สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Phytophthora palmivora* และ *Colletotricum truncatum* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค antracnose ของ ถั่วเหลืองและ *Sclerotium rolfsii* สาเหตุโรค drmping off ของถั่วลิสงแบบสร้างสารปฏิชีวนะโดยจะเห็นโซนใสระหว่างเชื้อทดลองในจานเลี้ยงเชื้อ เมื่อนำเชื้อ *B. subtilis* AP01 เข้มข้นไปทดลองป้องกันกำจัดโรค root rot และ stem rot และ stem rot ของทุเรียนหมอนเบื้อต้น โดยการราดดินและฉีดพ่น บนต้นทุเรียน พบว่าผลของต้นทุเรียนแห้งสนิทและแตกใบอ่อนหลังจากทดลอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประไพศรี และคณะ (2538) ทำการเพาะเลี้ยง *B. subtilis* TISTR 1 ในถังหมัก และนำสารที่เชื้อผลิตไปทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria spp.*, *Collectotrichum spp.*, *Corynespora spp.*, *Phytophthora parasitica*, *Pestalotia spp.* และ *Phomopsis spp.* ได้สมบูรณ์ และเมื่อทดลองนําน้ำหมักซึ่งมีสารยับยั้งการเจริญของเชื้อราไปฆ่าเชื้อด้วยความร้อน 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรายังคงใกล้เคียงกับน้ำหมักที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อแสดงว่าสารยับยั้งที่ผลิตโดย *B. subtilis* TISTR 1 ทนต่อความร้อนได้ระดับหนึ่ง

การควบคุมโรคพืชโดยการใช้เชื้อสกุล *Bacillus* มีกลไกที่สำคัญ คือการสร้างสารปฏิชีวนะ โดยสารดังกล่าวมีฤทธิ์ไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์อื่น ในปัจจุบันกำลังศึกษากันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศ และในบางสายพันธุ์ก็สามารถผลิต ในเชิงการค้าได้แล้ว *B. subtilis* ซึ่งได้ผลิตในระดับอุตสาหกรรมแล้ว แต่ยังมีราคาแพง เกษตรกรยังไม่นิยมใช้ (Pusey และคณะ, 1988)

วิธีการทดลอง

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)

วิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์การทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน พันธุ์เชียงใหม่ 90
2. เชื้อ Bacillus subtilis ชนิดผง
3. ปูนขาว รำ แกลบ
4. ช้อนปลูก ช่อมพรวน จอบ คราด เสียม กรรไกร มีด ไม้บรรทัด
5. บัวรดน้ำ สายยาง เครื่องสูบน้ำ
6. เครื่องฉีดพ่นสารเคมี
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง
8. เครื่องวัดพื้นที่ใบ
9. ตู้อบ
10. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 16-20-0
11. รถไถ

2. วิธีการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 treatment แต่ละ treatment มี 3 replication โดยปลูกทั้งหมด 12 แปลงใช้เชื้อ Bacillus subtilis ทำการฉีดพ่นให้กับข้าวโพดโดยใช้ในอัตราส่วน 80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ซึ่งมีอัตราการใช้ดังนี้

Treatment 1	ไม่มีการฉีดพ่น	
Treatment 2	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	15 วัน (4 ครั้ง *)
Treatment 3	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	10 วัน (6 ครั้ง *)
Treatment 4	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	5 วัน (12 ครั้ง *)

* จำนวนครั้งที่ใส่ต่อการทดลองทั้งหมด (1 CORP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการปลูกและดูแลรักษา

- การเตรียมดิน

เริ่มต้นที่การไถตะ 1 ครั้ง ตามด้วยไถแปร และไถย่อยดินครั้งสุดท้ายให้ร่วนซุยพอสมควร แบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 6 เมตร จำนวน 12 แปลง

- การใส่ปุ๋ย

ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่พร้อมปลูก

ใส่ยูเรีย (46-0-0) แต่งหน้า เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนมีอายุ 7 – 15 วัน หลังปลูก

- การปลูก

ขนาดแปลง 6 x 1.5 เมตร

ระยะระหว่างแปลงย่อย 0.5 เมตร

อัตราปลูก 3 - 4 เมล็ดต่อหลุม

วันปลูกซ่อม 7 วันหลังปลูก

วันถอนแยก 10 วันหลังพืชงอก

จำนวนต้นที่เหลือ 2 ต้นต่อหลุม

- การให้น้ำ

หลังจากปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเสร็จแล้วรีบให้น้ำทันที และ ทำการรดน้ำทุกวัน เช้า

เย็น

- การกำจัดวัชพืช

ครั้งแรก เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนมีใบจริง 2-3 คู่ พร้อมทำการถอนแยกข้าวโพดฝักอ่อนที่เหลือ 1 ต้นต่อหลุม

ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวโพดฝักอ่อนเริ่มเกิดตาดอก อาจจะทำพร้อมกับการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 หรือเมื่อข้าวโพดฝักอ่อนมีอายุ 30-35 วัน

- ทำการฉีดพ่นเชื้อโดยมีอัตราส่วนดังนี้

Treatment 1	ไม่มีการฉีดพ่น	
Treatment 2	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	15 วัน (4 ครั้ง)
Treatment 3	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	10 วัน (6 ครั้ง)
Treatment 4	ฉีดพ่นข้าวโพดทุก	5 วัน (12 ครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 . สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองพืชไร่ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

5 . การบันทึกข้อมูล

1. จำนวนฝักสดผลผลิตก่อนปอกเปลือกทั้งหมด
2. จำนวนฝักสดผลผลิตหลังปอกเปลือกที่ได้ขนาดมาตรฐาน
3. จำนวนฝักสดผลผลิตหลังปอกเปลือกที่ไม่ได้มาตรฐาน
4. น้ำหนักผลผลิตทั้งหมด
5. วัดอัตราการเจริญเติบโต (CGR)
โดยสามารถคำนวณได้จาก $CGR = \frac{\text{น้ำหนัก(ใบแห้ง)} / \text{หนึ่งหน่วยเวลา}}{\text{พื้นที่ดิน}} \text{ g / m}^2$
6. วัดดัชนีพื้นที่ใบ (LAI)
โดยสามารถคำนวณได้จาก $(LAI) = \frac{\text{พื้นที่ใบ}}{\text{พื้นที่ดินที่พืชนั้นขึ้นอยู่}} \text{ mm}^2 / \text{m}^2$
7. วัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR)
โดยสามารถคำนวณได้จาก $(NAR) = \frac{\text{น้ำหนัก(ใบแห้ง)}}{\text{พื้นที่ดิน}} \text{ g / mm}^2$

6 . ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2547

เก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 18 เมษายน พ.ศ.2547

รวมระยะเวลาที่ทำการทดลองทั้งสิ้น 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ค่า NAR ข้าวโพดฝักอ่อนในช่วงอายุต่างๆ

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 15 วัน มีค่า NAR เฉลี่ยเท่ากับ 0.0033 , 0.0033, 0.0034 และ 0.0037 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 1)

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน มีค่า NAR เฉลี่ยเท่ากับ 0.0045 , 0.0045 , 0.0047 และ 0.0059 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 2)

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 45 วัน มีค่า NAR เฉลี่ยเท่ากับ 0.0159 , 0.0170 , 0.0174 และ 0.0197 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 3)

เมื่อพิจารณา ค่า NAR รวมทั้งหมดของทุกช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 4) โดยการฉีดทุก 5 วัน จะมีค่า NAR สูงที่สุดเท่ากับ 0.0293 รองลงมาคือฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีค่า NAR รวม เท่ากับ 0.0255 , 0.0248 และ 0.0237 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่า NAR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน

ความถี่ในการ ฉีด(วัน)	ค่า NAR ในช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน			
	15 วัน	30 วัน *	45 วัน **	รวม **
ไม่ฉีดเลย	0.0033	0.0045 b	0.0159 c	0.0237 c
ทุก 15 วัน	0.0033	0.0045 b	0.0170 bc	0.0248 bc
ทุก 10 วัน	0.0034	0.0047 b	0.0174 b	0.0255 b
ทุก 5 วัน	0.0037	0.0059 a	0.0197 a	0.0293 a
CV(%)	18.53	10.66	3.87	2.508
LSD .05	1.275	1.039	1.352	1.294
LSD .01	1.931	1.574	2.049	1.960

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Rang test.

* มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.05

** มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนในช่วงอายุต่างๆ

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 15 วัน ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน มีค่า LAI เฉลี่ยเท่ากับ 3207.91 , 3359.82, 3665.48 และ 4098.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 5)

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 30 วัน มีค่า LAI เฉลี่ยเท่ากับ 18725.52, 20435.79, 25687.68 และ 27165.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 6)

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนที่ไม่มีการฉีดเลย และ มีการฉีดทุก 15 , 10 , 5 วัน เมื่อข้าวโพดอายุ 45 วัน มีค่า LAI เฉลี่ยเท่ากับ 5058.32 , 5427.97 , 7209.76 และ 7605.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 7)

เมื่อพิจารณา ค่า LAI รวมทั้งหมดของทุกช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 8) โดยการฉีดทุก 5 วัน จะมีค่า LAI สูงที่สุดเท่ากับ 38869.13 รองลงมาคือ ฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีค่า LAI รวม เท่ากับ 36562.94 , 29223.59 และ 26991.73ตามลำดับ(ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่า LAI รวมของข้าวโพดฝักอ่อน

ความถี่ในการ ฉีด(วัน)	ค่า LAI ในช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน			
	15 วัน **	30 วัน **	45 วัน *	รวม **
ไม่ฉีดเลย	3207.91 c	18725.52 b	5058.32 b	26991.73 b
ทุก 15 วัน	3359.82 bc	20435.79 b	5427.97 b	29223.59 b
ทุก 10 วัน	3665.48 b	25687.68 a	7209.76 a	36562.94 a
ทุก 5 วัน	4098.23 a	27165.23 a	7605.67 a	38869.13 a
CV(%)	5.57	5.51	11.59	4.281
LSD .05	398.9274	2534.055	1464.569	2815.483
LSD .01	604.3416	3838.881	2218.699	4265.221

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Rang test.

* มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.05

** มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนในช่วงอายุต่างๆ

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดพ่นเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณา ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 15 วัน พบว่าการฉีดทุก 5 วัน มีค่า CGR สูงที่สุด เท่ากับ 18.785 รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีค่า CGR เท่ากับ 14.034, 13.837 และ 12.200 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 9)

เมื่อพิจารณา ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 30 วันพบว่า การฉีดทุก 5 วัน มีค่า CGR สูงที่สุดเท่ากับ 135.047 รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลยมีค่า CGR เท่ากับ 126.574, 102.625 และ 81.065 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 10)

เมื่อพิจารณา ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนที่อายุ 45 วัน พบว่าการฉีดทุก 5 วัน มีค่า CGR สูงที่สุดเท่ากับ 166.769 รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีค่า CGR เท่ากับ 161.140 , 138.192 และ 95.416 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 11)

เมื่อพิจารณา ค่า CGR รวมทั้งหมดของทุกช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 12) โดยการฉีดทุก 5 วัน จะมีค่า CGR สูงที่สุดเท่ากับ 320.600 รองลงมาคือฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีค่า CGR รวม เท่ากับ 301.748 , 254.652 และ 188.704 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

๔๐ ถนนเทคโนโลยีพระจอมเกล้า อากาศบุรี

ตารางที่ 3 แสดงค่า CGR รวมของข้าวโพดฝักอ่อนในระยะต่างๆ

ความถี่ในการ ฉีด(วัน)	ค่า CGR ในแต่ละช่วงอายุของข้าวโพดฝักอ่อน			
	15 วัน **	30 วัน **	45 วัน **	รวม **
ไม่ฉีดเลย	12.200 b	81.065 b	95.416 c	188.704 c
ทุก 15 วัน	13.837 b	102.625 b	138.192 b	254.652 b
ทุก 10 วัน	14.034 b	126.574 a	161.140 a	301.748 a
ทุก 5 วัน	18.785 a	135.047 a	166.769 a	320.600 a
CV(%)	8.39	9.79	5.61	4.920
LSD .05	2.466	21.787	15.726	26.191
LSD .01	3.735	33.005	23.824	39.677

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Rang test.

* มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.05

** มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อน

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณาจำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนทั้งหมดก่อนปลูกเปลือก พบว่า การฉีดทุก 5 วัน ให้จำนวนผลผลิตฝักสดของข้าวโพดฝักอ่อนทั้งหมดก่อนปลูกเปลือกสูงที่เท่ากับ 86.67 ฝักต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตร รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย จะให้จำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมดเท่ากับ 83.58 , 81.67 และ 63.75 ฝักต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 13)

เมื่อพิจารณาจำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนหลังปลูกเปลือกที่ได้มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 4 จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกันพบว่า การฉีดทุก 5 วัน ให้จำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนหลังปลูกเปลือกที่ได้มาตรฐานสูงที่สุดเท่ากับ 84.17 ฝักต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตร รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย จะให้จำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนหลังปลูกเปลือกที่ได้มาตรฐาน เท่ากับ 78.33 , 78.00 และ 58.75 ฝักต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบจำนวนฝักสดหลังปลูกเปลือกที่ได้มาตรฐานภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 14)

เมื่อพิจารณาจำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนหลังปลูกเปลือกที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยการไม่ฉีดเลย กับฉีดทุก 15 , 10 และ 5 วัน มีจำนวนฝักสดข้าวโพดฝักอ่อนหลังปลูกเปลือกที่ไม่ได้มาตรฐานเฉลี่ย เท่ากับ 2.50, 3.33, 5.00 และ 5.58 ฝักต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 15)

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมด(ฝัก)ของข้าวโพดฝักอ่อน

ความถี่ในการ ฉีด(วัน)	จำนวนฝักที่ได้* มาตรฐาน	จำนวนฝักที่ ไม่ได้มาตรฐาน	จำนวนฝัก** ทั้งหมด
ไม่ฉีดเลย	58.75 b	2.50	63.75 b
ทุก 15 วัน	78.00 a	3.33	81.67 a
ทุก 10 วัน	78.33 a	5.00	83.58 a
ทุก 5 วัน	84.17 a	5.58	86.67 a
CV(%)	9.26	97.23	6.88
LSD .05	13.844	7.973	10.844
LSD .01	20.972	12.078	16.427

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Rang test.

* มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.05

** มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อน

จากการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนโดยการฉีดเชื้อบาซิลลัสซับทีลิส ที่ความถี่ของจำนวนวันต่างกัน เมื่อพิจารณาน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดเล็ก(4 - 7 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือก พบว่าการฉีดบาซิลลัส ซับทีลิสในแปลงข้าวโพดฝักอ่อนทุกๆ 5 วันจะให้น้ำหนักผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 150.87 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ ฉีดทุก 10 , 15 วัน และ ไม่ฉีดเลย มีน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดเล็ก(4 - 7 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกเฉลี่ย เท่ากับ 134.84, 106.57 , และ 75.85 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดเล็ก(4 - 7 ช.ม.)ทั้งหมดก่อนปลูกเปลือก ภายใต้อุณหภูมิของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 18)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดกลาง (7 - 9 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือก ภายใต้อุณหภูมิของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 19) โดยการฉีดทุก 5 วัน ให้ น้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดกลาง (7 - 9 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกสูงสุดเท่ากับ 54.93 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ แปลงที่ฉีด ทุก 10 , 15 วัน และ ไม่มีการฉีดเลย มีน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดกลาง(7 - 9 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกเฉลี่ย เท่ากับ 37.54 , 21.05 และ 17.82 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดใหญ่ (9 - 11 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือก ภายใต้อุณหภูมิของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 19) โดยการฉีดทุก 5 วัน ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดใหญ่ (9 - 11 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกสูงสุดเท่ากับ 7.58 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือแปลงที่ฉีดทุก10,15 วันและ ไม่ฉีดเลย จะมีน้ำหนักผลผลิตฝักสดขนาดใหญ่(9 - 11 ช.ม.) ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกเฉลี่ย เท่ากับ 6.29 , 1.35 และ 0.97 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

เมื่อพิจารณาที่น้ำหนักผลผลิตรวมทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้อุณหภูมิของจำนวนวันที่ฉีดแตกต่างกัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 17) โดยการฉีดทุก 5 วัน จะให้น้ำหนักผลผลิตรวมทั้งหมดสูงสุดเท่ากับ 213.38 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือฉีดทุก10 , 15 วัน และไม่ฉีดเลย มีน้ำหนักผลผลิตรวมทั้งหมดเท่ากับ 178.67 , 128.97 และ 94.64 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ(ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 แสดงน้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมด(กิโลกรัมต่อไร่)ของข้าวโพดฝักอ่อน

ความถี่ในการ ฉีด(วัน)	น้ำหนักข้าวโพดฝักอ่อนในขนาดต่างๆ(กิโลกรัม/ไร่)			น้ำหนักรวม** (กิโลกรัม/ไร่)
	4 – 7 cm.**	7 – 9 cm.**	9 – 11 cm.**	
ไม่ฉีดเลย	75.85 c	17.82 c	0.97 b	94.64 b
ทุก 15 วัน	106.57 bc	21.05 c	1.35 b	128.97 b
ทุก 10 วัน	134.84 ab	37.54 b	6.29 a	178.67 a
ทุก 5 วัน	150.87 a	54.93 a	7.58 a	213.38 a
CV(%)	15.03	15.71	27.89	12.035
LSD .05	35.134	10.305	2.255	37.010
LSD .01	53.225	15.611	3.417	56.068

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Rang test.

* มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.05

** มีความแตกต่างกันที่ระดับ 0.01

ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า การฉีดพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* ในปริมาณ 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ในความถี่ทุกๆ 5 วัน ให้กับต้นข้าวโพดฝักอ่อน จะให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 213.38 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือการฉีดทุก 10 , 15 และไม่ฉีดเลย ซึ่งให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมด เท่ากับ 178.67 , 128.97 และ 94.64 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* ในการฉีดพ่นให้กับต้นข้าวโพดนี้ ทำให้ช่วยเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น เพราะเชื้อ *Bacillus subtilis* สามารถสร้างสารปฏิชีวนะได้หลายชนิดในเวลาเดียวกัน และสามารถแย่งสารอาหารได้ดีกว่า จุลินทรีย์ อื่นๆ เป็นจุลินทรีย์ที่โดยปกติมักอาศัยอยู่ในพืช โดยไม่เกิดผลเสียหายต่อพืชอาศัย และ *Bacillus subtilis* สามารถผลิตสารเมแทบอลิท์ที่เป็นพิษ มีประโยชน์ในการนำมาใช้กระตุ้นให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อสาเหตุของโรคที่เข้าทำลาย ซึ่งสอดคล้องกับ การทดลองของ Chang และ Kommedahl (1968) ได้ศึกษาสมบัติของ *Bacillus subtilis* และ *Chaetomium globosum* ต่อการยับยั้งการเจริญของ *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* ซึ่งเป็นสาเหตุโรค blast ในต้นกล้าข้าวโพด ผลการทดลองปรากฏว่าทั้ง *Bacillus subtilis* และ *Chaetomium globosum* ยับยั้งการเจริญของ *Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* ส่งผลให้ต้นกล้าข้าวโพดเจริญเติบโตได้ดี และทำให้มีผลผลิตมากขึ้นด้วย

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองถึงอิทธิพลของเชื้อ *B.subtilis* ในการฉีดพ่นโดยใช้อัตราส่วน 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรให้กับต้นข้าวโพดฝักอ่อนในความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกัน โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 3 ซ้ำ 4 สิ่งทดลองคือไม่ฉีดเลย กับฉีดทุก 15 , 10 และ 5 วัน พบว่า *B.subtilis* มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง (NAR) , ดัชนีพื้นที่ใบ (LAI) และอัตราการเจริญเติบโต (CGR) ของข้าวโพดฝักอ่อน เมื่อพิจารณาที่ค่า NAR รวมของข้าวโพดฝักอ่อนแล้ว การฉีดพ่นทุก 5 วัน จะมีค่า NAR สูงที่สุดเท่ากับ 0.0293 รองลงมาคือการฉีดพ่นทุก 10 , 15 และ ไม่มีการฉีดเลย จะมีค่า NAR เท่ากับ 0.0255 , 0.0248 และ 0.0237 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาที่ค่า LAI รวมของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าการฉีดทุก 5 วัน จะมีค่า LAI สูงที่สุดเท่ากับ 38869.13 รองลงมาคือการฉีดพ่นทุก 10 , 15 และ ไม่มีการฉีดเลย จะมีค่า LAI เท่ากับ 36562.94 , 29223.59 และ 26991.73 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาที่ค่า CGR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน พบว่าการฉีดทุก 5 วัน จะมีค่า CGR สูงที่สุดเท่ากับ 320.600 รองลงมาคือการฉีดพ่นทุก 10 , 15 และ ไม่มีการฉีดเลย จะมีค่า CGR เท่ากับ 301.748 , 254.652 และ 188.704 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ จากการทดลองพบว่า การฉีดเชื้อ *B.subtilis* มีอิทธิพลต่อจำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมดและน้ำหนักผลผลิตทั้งหมดด้วย เมื่อพิจารณาที่จำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมด พบว่าการฉีดทุก 5 วัน จะให้จำนวนผลผลิตฝักสดสูงที่สุดเท่ากับ 86.67 ฝัก ต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตร รองลงมา คือ การฉีดทุก 10 , 15 และไม่ฉีดเลย จะให้จำนวนผลผลิตฝักสดเท่ากับ 83.58 , 81.67 และ 63.75 ฝัก ต่อพื้นที่ 3.74 ตารางเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาที่จำนวนผลผลิตฝักสดทั้งหมด พบว่าการฉีดทุก 5 วัน จะให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 213.38 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมาคือ การฉีดทุก 10 , 15 และไม่ฉีดเลย จะให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งหมดเท่ากับ 178.67 , 128.97 และ 94.64 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2524.เอกสารวิชาการเล่มที่ 4 ข้าวโพด. งานทะเบียนและประมวลสถิติ กองแผนงาน.191 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2545.เกษตรดีที่เหมาะสม สำหรับการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน.โรงพิมพ์ ชุมมนม สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.20 หน้า.
- เกียรติเกษตร กาญจนพิสุทธ์. 2532.ข้าวโพดฝักอ่อน.สามัคคีสาส์นจำกัด.กรุงเทพฯ. 64 หน้า
- ประไพศรี สมใจ,พวงเพ็ญ สุนันทน์,บัณฑิต ผึ้งสินธุ์,ภูสิตา วรณิสสรและจิราภรณ์ วัฒนกุล. 2538.การผลิตสารชีวภาพมีฤทธิ์ต้านทานเชื้อราโรคพืชจากเชื้อ *Bacillus subtilis* ในระดับห้องปฏิบัติการ.รายงานผลงานวิชาการประจำปี 2538. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ. 9 หน้า.
- มณัจฉนทร์ เมฆธน. 2536.ศักยภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* APO1 ในการป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุของโรคพืช.วารสารวิชาการเกษตร11(1):9-20 หน้า.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2543. การผลิตข้าวโพดฝักอ่อนอย่างถูกต้องและเหมาะสม. ฝ่ายถ่ายทอดเทคโนโลยีสถาบันวิจัยพืชไร่. กรุงเทพฯ. 42 หน้า.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2545. การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรม.โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.กรุงเทพฯ. 292 หน้า.
- สายใจ แก้วอ่อน. 2542. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตสารยับยั้งเชื้อสาเหตุของโรคข้าวของ *Bacillus* spp. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- สมชาย สุนทรสิงห์ อัมภา ตันติสิระ เฉิมเกียรติ โภคาวัฒนา และ ภัศรา ชวประดิษฐ์. 2535. เอกสารเผยแพร่ การผลิตข้าวโพดฝักอ่อน. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 17 หน้า.
- สุชล แก้วพรหม. 2539. การศึกษาการควบคุมโรคข้าวแบบชีววิถีโดยจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,สงขลา.
- ศรีสุดา กวยาสกุล.2536.แบคทีเรียในสกุล *Bacillus* ที่มีความสามารถในการควบคุมเชื้อ *fusarium moniliforme sheldon* เชื้อสาเหตุโรครากและลำต้นเน่าของอ้อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Aldrich, J. and R. Baker. 1970. Biological control of *Fusarium roseum* f.sp. *dianthi* by *Bacillus subtilis*. *Plant Dis. Rep.* 54(4): 446-448.
- Asante, G. S. and A. L. Neal. 1964. Characterization of fungistatic substances produced by a *Bacillus* antagonistic to *Caratocystis ulmi*. *Phytopathol.* 54 : 819-822.
- Baker, C.J., J . R. Stavelly, C.A. Thomas, M. Sasser and J.S. Macfall. 1983. Inhibitory effect of *Bacillus subtilis* on *Uromyces phaseoli* and on development of rust pustules on bean leaves (*Phaseolus vulgaris* , Biological control) . *Phytopathol.* 73 : 1148 – 1152
- Borreo, L.P. 1986. Effect of *Bacillus subtilis* BERL and *Bacillus thuringiensis* BERL on the growth of *Pseudomonas solanacearum* E.F. Smith (Philippines). *Science J.* 5 : 2
- Bucanan, R.E. and N.E. Gibbon. 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.* 8th ed; The Williams and Wilkins Company, Baltimore. 1286p.
- Chang, I. and T. komedahl. 1968. Biological control of seedling blight of con baby coating kernels with antagonistic microorganisms. *Phytopathol.* 58: 1395-1401.
- Cook, R.J. 1985. *Biological Control of Microbial Plant Pathogens* . Cambridge University Press , London. 450 p.
- Cook, R.J. and K.F. baker . 1983 . The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogen. *The Amer. Phytopathol . Soc., St. Paul, Minnesota*, 539 p.
- Demain, A.L. 1972. Cellular and environmental affecting the synthesis and extraction of metabolites. *J. Appl. Chem. Biotechnol.* 22: 345-362.
- Ferreira, J. H. S., F.N. Mathee and A. C. Thomas. 1991. Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*. *Phytopathol.* 81: 283-287.
- Fiddaman, P.J. and S. Rossall. 1993. The production of antifungal volatiles by *Bacillus subtilis*. *J. Appl. Bacteriol.* 74: 119-126.
- Fravel, D.R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant disease. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26: 75-91

- Handelsman, J. and J.L. Parke 1989. Mechanisms in biocontrol of soilborne plant pathogens, pp. 27-61. In T. Krouge and E.W. Nester (eds.). *Plant-Microbe Intereactions: Molecular and Genetic Perspective*, vol 2 . Macmillan, New York
- Harman, G.E., I. Chet and R. Baker. 1981. **Factors affecting *Trichoderma hamatum* applied to seeds as a biocontrol agent** *Phytopathol.* 71:569-572
- Harwood, C.R. and A. R. Archibuld. 1990. *Bacillus subtilis*, pp.1-32. In C. R. Harwood and S. M. Cutting(eds.). *Molecular Biological Method for Bacillus*. John wiley & Sons, Chichester, England.
- Hiraoka, H., O. Asaka, T. Ano and M. Shoda. 1992. Characterization of *Bacillus subtilis* RB14 coproducer of peptide antibiotics iturin A and surfactin. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 38: 635-640.
- Katz, E. and A. L. Demain. 1977. The peptide antibiotics of *Bacillus* : chemistry biogenesis, and possible function. *Bacteriological. Rev.* 41(2): 449-474.
- Kehlenbeck, h., C. Krone, E. C. Oerke and F. Schonbeck. 1994. The effectiveness of induced resistance on yield of mildwed barley. *J. Plant Diseases and Production.* 101 : 11-12.
- Lewis, K., F.M. Whipps and R.C. Cook. 1989. **Mechanisms of biological disease control**, pp. 253-278. In F.M. Whipps and R.D. Lumsden. *Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth*. *British Mycological Soc.*, Cambridge University Press.
- Matin, J. F. and A. L. Demain. 1980. Control of antibiotic biosynthesis. *Microbiological. Rev.* 44(2): 230-251.
- Marshall, D.S. 1982. Effect of *Trichoderma harzianum* seed treatment and *Rhizoctonia solani* inoculum concentration on damping-off of snap bean in acidic sils. *Plant Dis.* 66 788-789.
- McKeen, C.D., C.C. Reilly and P.L. Pusey. 1986. Production an Partial characterization of antifungal substance antagonistic to *Monilinia Fructicola* from *Bacillus subtilis*. *Phytopathol.* 76: 136-139.

- Merriman, P.R., R.D. Price, J.F. Kollmorgen, T. Piggott and E.H. Ridge. 1974. Effect of seed inoculation with *Bacillus subtilis* and *Sterptomyces griseus* on the growth of cereal and carrots. *Aust. J. Agric. Res* 25 : 219-226
- Michener, H.D. and N. Snell. 1949. Two anti fungal substance from a strain of *Bacillus subtilis* cultures. *Arch. Biochem.* 22 : 208-214.
- Nelson, M.R. 1989. Biological Control : The second Century . *Plant Dis.* 97 : 617-621.
- Perez, C., C. Suarez and G. R. Castro. 1992. Production of antimicrobials by *Bacillus subtilis* MIR 15. *J. Biotechnol.* 26: 331-336.
- Phae, C. G., M. Shoda and H. Kubota. 1990. Suppressive effect of *Bacillus subtilis* and it's product on phytopathogenic microorganisms. *J. Ferment. Bioeng.* 69: 1-7.
- Pusey, P.L., M.W. Hotchkiss, H.T Dulmage , R.A. Baumgardner, E.I. Zehr, C.C. Reilly and C.L. Wilson. 1988. Pilot test for commercial production and application of *Bacillus subtilis* (B-3) for post harvest control of peach brown rot . *Plant Dis.* 72 :622-626.
- Rytter, J.L. Lukezic, R craig and G.W. Moorman. 1989. Biological control of geranium rust by *Bacillus subtilis*. *Phytopathol.* 79 : 397-370.
- Sandril, C., F. Peypoux and G. Michel. 1990. Coproduction of surfactin and iturin A, lipopeptides with surfactant and antifungal properties by *Bacillus subtilis*. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 12: 370-375.
- Utkhede, R. S. 1984. Antagonism of isolates of *Bacillus subtilis* to *phytophthora cactorum*. *Can. J. Bot.* 62: 1032-1035.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann. Rev. Phytopathol.* 26: 379-407.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.000	0.000	0.091 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	0.000	0.000	0.182 ^{ns}	4.76	9.78
Error	6	0.000	0.000			
Total	11	0.000	0.000			

CV. (%) = 18.53 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.000	0.000	0.233 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	0.000	0.000	5.090 *	4.76	9.78
Error	6	0.000	0.000			
Total	11	0.000	0.000			

CV. (%) = 10.66 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า NAR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.000	0.000	0.501 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	0.000	0.000	17.211 **	4.76	9.78
Error	6	0.000	0.000			
Total	11	0.000	0.000			

CV. (%) = 3.87 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า NAR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้
ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	0.000	0.000	1.19 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	0.000	0.000	42.40**	4.76	9.78
Error	6	0.000	0.000			
Total	11	0.000	0.000			

CV. (%) = 2.508 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	13415.750	6707.875	0.168 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	1388290.812	462763.604	11.608**	4.76	9.78
Error	6	239200.586	39866.764			
Total	11	1640907.423	149173.402			

CV. (%) = 5.57 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	6014459.151	3007229.575	1.869 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	148257419.283	49419139.761	30.721**	4.76	9.78
Error	6	9651765.981	1608627.664			
Total	11	163923763.872	14902160.352			

CV. (%) = 5.51 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า LAI ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	8898029.007	4449014.504	8.280*	5.14	10.92
Treatment	3	14496174.940	4832058.313	8.993*	4.76	9.78
Error	6	3223993.964	537332.327			
Total	11	26618178.378	2419834.398			

CV. (%) = 11.59 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า LAI รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้
ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	1581921.865	790960.932	0.40 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	292412325.360	97470775.1202	49.08**	4.76	9.78
Error	6	11914626.4443	1985771.0741			
Total	11	305908873.670	27809897.606			

CV. (%) = 4.281 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 15 วัน
ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	3.618	1.809	1.188 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	72.364	24.121	15.840 **	4.76	9.78
Error	6	9.137	1.523			
Total	11	85.119	7.738			

CV. (%) = 8.39 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 30 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	2328.957	1164.478	9.793 *	5.14	10.92
Treatment	3	5359.937	1786.646	15.026 **	4.76	9.78
Error	6	713.438	118.906			
Total	11	8402.338	763.849			

CV. (%) = 9.79 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 11 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า CGR ของข้าวโพดฝักอ่อนอายุ 45 วัน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	1343.301	671.651	10.841 *	5.14	10.92
Treatment	3	9461.696	3153.899	50.906 **	4.76	9.78
Error	6	371.731	61.955			
Total	11	11176.730	1016.066			

CV. (%) = 5.61 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า CGR รวมของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	2113.664	1056.831	6.15*	5.14	10.92
Treatment	3	31085.468	10361.823	60.30**	4.76	9.78
Error	6	1031.060	171.843			
Total	11	34230.193	3111.835			

CV. (%) = 4.920 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดก่อนปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	41.760	20.880	0.709 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	958.292	319.431	10.844 ^{**}	4.78	9.78
Error	6	176.740	29.457			
Total	11	1176.792	106.981			

CV. (%) = 6.88 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 14 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือกที่ได้มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	108.656	54.328	1.132 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	1104.182	368.061	7.667 [*]	4.76	9.78
Error	6	288.052	48.009			
Total	11	1500.891	136.445			

CV. (%) = 9.26 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือกที่ไม่ได้มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	21.292	10.646	0.669 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	18.474	6.158	0.387 ^{ns}	4.76	9.78
Error	6	95.542	15.924			
Total	11	135.307	12.301			

CV. (%) = 97.23 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 16 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักสดทั้งหมดก่อนปลูกเปลือกของ
ข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพด
ฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	27208.661	13604.330	2.814 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	223145.972	74381.991	15.384 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	29010.059	4835.010			
Total	11	279364.697	25396.791			

CV. (%) = 14.29 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 17 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักสดทั้งหมดหลังปลูกเปลือกของ
ข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพด
ฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	1198.617	599.308	1.75 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	24855.903	8285.301	24.15 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	2058.882	343.147			
Total	11	28113.403	2555.763			

CV. (%) = 12.035 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักขนาดเล็ก (4 – 7 ซม.) ทั้งหมด
หลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่
ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	663.217	331.609	1.072 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	9804.881	3268.294	10.569 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	1855.334	309.222			
Total	11	12323.436	1120.312			

CV. (%) = 15.03 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักฝักขนาดกลาง (7 – 9 ช.ม.) ทั้งหมด หลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกัน ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	50.010	25.005	0.940 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	2624.478	874.826	32.885 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	159.615	26.603			
Total	11	2834.103	257.646			

CV. (%) = 15.71 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 20 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรวมฝักขนาดใหญ่ (9 – 11 ช.ม.) ทั้งหมด หลังปลูกเปลือกของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกัน ในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	21.668	10.834	8.503 [*]	5.14	10.92
Treatment	3	102.629	34.210	26.848 ^{**}	4.76	9.78
Error	6	7.645	1.274			
Total	11	131.942	11.995			

CV. (%) = 27.89 * = significant ** = highly significant ns = non significant

ตารางผนวกที่ 21 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักรวมฝักสด ทั้งหมดหลังปลูกเปลือกที่ไม่ได้มาตรฐานของข้าวโพดฝักอ่อน ภายใต้ความถี่ของจำนวนวันที่ฉีดที่ต่างกันในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Block	2	35.768	17.884	3.685 ^{ns}	5.14	10.92
Treatment	3	63.543	21.181	4.364 ^{ns}	4.76	9.78
Error	6	29.123	4.854			
Total	11	128.434	11.676			

CV. (%) = 54.14 * = significant ** = highly significant ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล : นายลัคนทิน อินผง
 เกิดเมื่อ : วันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2524
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 9/18 ซ.สันติสุข ต.ในเมือง อ. เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
 การศึกษา : พ.ศ.2530 – 2537ระดับประถมศึกษาที่ โรงเรียนอนุบาลเพชรบูรณ์
 พ.ศ.2537 – 2543 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเพชรพิทยาคม
 พ.ศ.2544 – 2548 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง

ชื่อ - นามสกุล : นายศุภวัฒน์ พงษ์พัฒน์
 เกิดเมื่อ : วันที่ 19 เดือน พฤษภาคม พ.ศ.2525
 ที่อยู่ปัจจุบัน : 44 ม.1 ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม 48120
 การศึกษา : พ.ศ.2530 – 2535 ระดับประถมศึกษาปีที่ 1 - 4 โรงเรียนชุมชนบ้านไชยบุรี
 พ.ศ.2535 – 2538 ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 โรงเรียนอุเทนวิทยาคาร
 พ.ศ.2538 – 2544 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอุเทนพัฒนา
 พ.ศ.2544 – 2548 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)
 คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้