ผลของออกซิน ไซโตไคนิน และจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน

นางสาวพัชรินทร์ นันทากุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2558

Effect of Auxin, Cytokinnin and *Azotobacter* sp. on tissue culture of *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis*

Miss Patcharin Nuntakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for

the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2015

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของออกซิน ไซโตไคนิน และจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน
ชื่อและนามสกุล	นางสาวพัชรินทร์ นันทากุล
แขนงวิชา	การจัดการการเกษตร
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ
	2. รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2559

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. พิทยากร ลิ่มทอง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของออกซิน ไซโตไคนิน และจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน

ผู้วิจัย นางสาวพัชรินทร์ นันทากุล **รหัสนักศึกษา** 2529001758

ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการการเกษตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร. พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ (2) รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเมื่อใช้ออกซินและไซโตไคนินที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน 2) ศึกษาการใช้ชนิดเชื้อแบคทีเรียที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก

การวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของฮอร์โมนพืช 2 ชนิด ได้แก่ ออกซินที่ระดับ 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไซโตไคนินที่ระดับ 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน จำนวน 12 ตำรับการทดลอง การทดลองที่ 2 ผลของเชื้อจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. 5 ชนิด ได้แก่ AF, AF 104/3.1, AF 115/1.4, AF 146/2 และ 100/1-2 และไม่ใส่เชื้อ กับหญ้าแฝก 4 พันธุ์ ได้แก่ สงขลา 3 สุราษฎร์ธานี ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี จำนวน 24 ตำรับการทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) จำนวน 3 ซ้ำ โดยทำการทดลองในสภาพเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเก็บข้อมูลด้านความสูง จำนวนหน่อ ใบ และรากของหญ้าแฝก วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Tests

ผลการวิจัยการทดลองที่ 1 พบว่าการใช้ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความสูงของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้น แตกต่างกับการไม่ใส่ออกซินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ไซโตไคนิน 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่ทำให้ความสูงเพิ่มขึ้นโดยหญ้าแฝกลุ่มสูงน้อยกว่าหญ้าแฝกดอน แต่ช่วยกระตุ้นให้จำนวนหน่อและใบเพิ่มมากขึ้น และการใช้ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมด้วยทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มมากขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดลองที่ 2 พบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ *Azotobacter* sp. ชนิด AF104/3.1 และ AF146/2 ความสูงและจำนวนหน่อของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยความสูงหญ้าแฝกเห็นชัดเจนในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง สำหรับการแตกใบและหน่อเห็นชัดเจนในช่วง 14-21 วันของการทดลอง

คำสำคัญ หญ้าแฝก ออกซิน ไซโตไคนิน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การขยายพันธุ์

Thesis title: Effect of Auxin, Cytokinnin and *Azotobacter* sp. on tissue culture of *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis*
Researcher: Miss Patcharin Nuntakul; **ID:** 2529001758;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);
Thesis advisors: (1) Dr. Pongpan Thienhirun, Associate Professor;
(2) Dr. Krisana Rungrojwanich, Associate Professor; **Academic year:** 2015

Abstract

This research had objectives 1) to study the growth of *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis* when using auxin and cytokinin at different concentrations and 2) to study the use of bacterial type that could produce growth-promoting substances, which affected the growth of vetiver grass.

This research divided into two experiments. The first experiment studied the effects of two plant hormones, which were auxin (at the concentration of 0 and 0.5 mg/L) and cytokinin (at the concentration of 0, 0.5, and 1.0 mg/L), on the growth of two species of vetiver grasses, *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis*. There were 12 treatments in total. The second experiment studied the effects of five isolates of *Azotobacter* sp., which were AF, AF 104/3.1, AF 115/1.4, AF 146/2, and AF 100/1-2 including control (no addition of the isolates), on the growth of four strains of vetiver grasses, which were Songkhla 3, Surat Thani, Prachuap Khiri Khan, and Ratchaburi. In this experiment, the total of 24 treatments were used. Both experiments were designed using completely randomized design (CRD) with three replications and tissue culture was used to elaborate such experiments. The collected data were height, numbers of shoots, leaves, and roots of vetiver grasses. Data were analyzed by using ANOVA and differences in means were statistically analyzed via Duncan's New Multiple Range Tests.

In the first experiment, it was found that the use of auxin at 0.5 mg/L caused an increase in the growth of both *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis*. In addition, when compared the samples containing auxin with those without auxin, there were significant differences. The use of cytokinin, both at 0.5 and 1.0 mg/L, did not significantly increase the height of vetiver grasses in which *Vetiveria zizanioides* had lower height than *Vetireria nemoralis*. However, cytokinin could stimulate an increase in numbers of shoots and leaves. Furthermore, the combinational use of auxin at 0.5 mg/L and cytokinin could significantly increase numbers of shoots in both species of vetiver grasses. For the second experiment, the results showed that the addition of *Azotobacter* sp. AF 104/3.1 and AF 146/2 could increase the height and numbers of shoots in *Vetiveria zizanioides* and *Vetireria nemoralis*, which were higher than the samples without the use of *Azotobacter* sp. Thus, the differences in heights could be clearly seen in the first 7 days of the experiment. For numbers of leaves and shoots, it could be clearly seen during day 14 – 21.

Keywords: Vetiver grass, Auxin, Cytokinin, Tissue culture, Propagation

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เกิดขึ้นจากแรงบันดาลใจของผู้วิจัย ที่ต้องการค้นคว้าและปฏิบัติจริง เพื่อให้เห็นผลว่า การใช้ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด และเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 ชนิด มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกได้อย่างไร โดยผู้วิจัยได้รับแรงใจและการสนับสนุนให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้เป็นบุคคลสำคัญที่เปิดโอกาสให้กับผู้วิจัย และคอยให้คำชี้แนะตลอดเวลาที่ผู้วิจัยเกิดข้อสงสัยในการทำวิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ได้ตรวจและแก้ไขวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.พิทยากร ลิ่มทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์กับวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ขอขอบคุณทีมงานผู้ร่วมงานที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในการดำเนินงานในทุกๆ ขั้นตอน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา ที่เป็นกำลังใจในการทำวิจัยมาโดยตลอด และยังเป็นตัวอย่างในการคิดและการปฏิบัติเพื่อเกษตรกร ทำให้ผู้วิจัยได้สนใจเรียนรู้และทำประโยชน์เพื่อเกษตรกร ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยเป็นแรงผลักดันในการทำวิจัยจนกระทั่งให้ประสบความสำเร็จด้วยดี

ผู้วิจัยหวังว่าการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจในงานวิจัยนี้ ได้นำไปใช้ประโยชน์ได้ในโอกาสต่อไป

พัชรินทร์ นันทากุล

มีนาคม 2559

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4
หญ้าแฝก 4
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 22
ฮอร์โมนพืช 31
เชื้อจุลินทรีย์ต่อสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช 39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 48
แผนการทดลอง 48
อุปกรณ์ 49
วิธีการทดลอง 50
การเก็บรวบรวมข้อมูล 52
การวิเคราะห์ข้อมูล 52
สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 54
ผลการทดลอง 1 ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก 54
ผลการทดลอง 2 ผลของเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญของหญ้าแฝก 66
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 83
สรุปการวิจัย 83
อภิปรายผล 85
ข้อเสนอแนะ 87
บรรณานุกรม 90
ภาคผนวก 97
ก ภาพการทดลองแต่ละขั้นตอน 98
ข การวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) 103
ประวัติผู้วิจัย 126

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบความสูงของต้นหญ้าแฝก (เซนติเมตร) ของแต่ละตำรับการทดลอง 57
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝก (หน่อ) ของแต่ละตำรับการทดลอง 60
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนใบของต้นหญ้าแฝก (ใบ) ของแต่ละตำรับการทดลอง 62
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบจำนวนรากของต้นหญ้าแฝก (ราก) ของแต่ละตำรับการทดลอง 65
ตารางที่ 4.5 ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 68
ตารางที่ 4.6 จำนวนใบเฉลี่ยของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 74
ตารางที่ 4.7 จำนวนใบเฉลี่ยของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วัน ของการทดลอง 79

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ส่วนของต้นหญ้าแฝกที่เจริญบนดินและการแตกหน่อจากข้อของต้นหญ้าแฝก 5
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของใบหญ้าแฝกและสีของด้านหน้าและหลังใบ และเซลล์ปากใบ 6
ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของผิวหน้าใบ และหลังใบของหญ้าแฝกลุ่ม 7
ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของผิวหน้าใบ และหลังใบของหญ้าแฝกดอน 7
ภาพที่ 2.5 ลักษณะของรากหญ้าแฝกที่เจริญลงในดินและการแผ่เจริญเป็นร่างแห 9
ภาพที่ 2.6 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของรากหญ้าแฝก (ตัดตามขวาง) และบริเวณปลายรากหญ้าแฝก 9
ภาพที่ 2.7 ลักษณะของช่อดอก ก้านช่อดอก และการเรียงตัวของดอกหญ้าแฝก 10
ภาพที่ 2.8 ลักษณะของดอก และเมล็ดของหญ้าแฝก 11
ภาพที่ 2.9 การขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยปลูกลงดินในแปลงขนาดใหญ่ 15
ภาพที่ 2.10 การขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยปลูกลงดินในแปลงยกร่องขนาดใหญ่ 16
ภาพที่ 2.11 การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 17
ภาพที่ 3.1 การตัดท่อนพันธุ์ และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ 51
ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นหญ้าแฝก (เซนติเมตร) ของแต่ละตำรับการทดลอง 57
ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝก (หน่อ) ของแต่ละตำรับการทดลอง 60
ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบของต้นหญ้าแฝก (ใบ) ของแต่ละตำรับการทดลอง 62
ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกของแต่ละตำรับการทดลอง 65
ภาพที่ 4.5 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3 เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 70
ภาพที่ 4.6 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 70
ภาพที่ 4.7 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 71
ภาพที่ 4.8 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 71

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.9 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 75
ภาพที่ 4.10 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 76
ภาพที่ 4.11 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 76
ภาพที่ 4.12 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 77
ภาพที่ 4.13 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 80
ภาพที่ 4.14 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 81
ภาพที่ 4.15 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 81
ภาพที่ 4.16 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง 82

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินมีสาเหตุพื้นฐานจากการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งส่วนใหญ่เกิดการใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมต่างๆ มีปริมาณการสูญเสียดินในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก รวมถึงเป็นเนื้อที่ถึง 107.69 ล้านไร่ หรือ 33.35 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งประเทศ ก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรดิน และมีผลกระทบต่อการผลิตทางเกษตรและสิ่งแวดล้อมด้วย ผลกระทบที่เกิดจากภัยธรรมชาติทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของดิน ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากผิวหน้าดินถูกชะล้างจากน้ำฝนที่ตกลงมา และน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินเป็นปริมาณมาก ทำให้สูญเสียหน้าดินที่อุดมสมบูรณ์ไปกับน้ำที่ไหลบ่า และยังทำให้ดินไม่สามารถเก็บกักน้ำฝนได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้พื้นที่ซึ่งเดิมเคยให้ผลผลิตทางการเกษตรสูงกลับทำให้ผลผลิตลดลง และบางครั้งยังเกิดดินถล่ม ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน การใช้ระบบอนุรักษ์ดินน้ำที่เหมาะสมในพื้นที่จะช่วยลดผลกระทบดังกล่าวได้

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงตระหนักถึงสภาพปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นและทรงเล็งเห็นศักยภาพของหญ้าแฝก ซึ่งเป็นพืชที่จะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและรักษาความชุ่มชื้นไว้ในดินได้ จึงทรงพระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับหญ้าแฝกเพื่อใช้ป้องกันและแก้ปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน โครงการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริตั้งแต่ปี 2534 จนถึงปัจจุบันโดยนำแนวพระราชดำริมากำหนดเป็นนโยบายทางด้านวิจัยและพัฒนา ด้านบริหารจัดการ ด้านเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ เพื่อให้การนำหญ้าแฝกไปใช้ประโยชน์เกิดความสัมฤทธิ์ผล โดยมีหมอดินอาสาซึ่งเป็นเกษตรกรผู้นำในพื้นที่กระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ จัดทำแปลงและช่วยเผยแพร่ผลงานหญ้าแฝกพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 *“ให้ใช้หญ้าแฝกในการพัฒนา ปรับปรุงบำรุงดินฟื้นฟูดินให้มีความอุดมสมบูรณ์และแก้ไขปัญหาดินเสื่อมโทรม ดำเนินการขยายพันธุ์ทำให้เกิดมีกล้าหญ้าแฝกเพียงพอด้วย ที่สำคัญต้องไม่ลืมหน้าที่ของหญ้าแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำและเพื่อการรักษาดินให้ทุกหน่วยงานและหน่วยงานราชการที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์ให้ความร่วมมือกับกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตกล้าหญ้าแฝกและแจกจ่ายกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการให้พอเพียง”*

การปลูกหญ้าแฝกในระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ จำนวน 300 ล้านกล้าต่อปี ทำให้มีความต้องการใช้พันธุ์หญ้าแฝกเพื่อกิจกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งในปัจจุบันหลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชนมีความต้องการหญ้าแฝกในปริมาณมากขึ้น การขยายพันธุ์โดยวิธีการแตกหน่อที่ปลูกในแปลงขยายพันธุ์ในพื้นที่และในถุงพลาสติกในเรือนเพาะชำ บางครั้งไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากอัตราการแตกหน่อช้าในบางฤดูกาลพบปัญหาทางด้านสภาพอากาศและปริมาณน้ำที่ไม่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ เช่น ในฤดูหนาว และฤดูแล้งอากาศหนาวเย็นมีความชื้นต่ำหญ้าแฝกจะชะงักการเจริญเติบโต และหญ้าแฝกบางพันธุ์ขยายพันธุ์ได้ค่อนข้างยาก จึงทำการศึกษาวิธีการขยายพันธุ์แบบใหม่ที่เหมาะสมในการลดระยะเวลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้ได้กล้าหญ้าแฝกที่มีการเจริญเติบโตแข็งแรง สม่ำเสมอ จำนวนมาก และสะดวกต่อการขนย้ายไปในที่ต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเป็นทางเลือกในการขยายพันธุ์หญ้าแฝกในระยะเวลาจำกัด และได้ปริมาณมาก

การขยายพันธุ์หญ้าแฝกด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและหลายหน่วยงานเริ่มให้ความสำคัญกับวิธีการดังกล่าวนี้ อย่างไรก็ตามการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยังคงมีปัญหาอยู่ โดยเฉพาะส่วนประกอบของอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ ออกซิน และไซโตไคนิน สำหรับประเด็นปัญหาที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก คือ การขยายพันธุ์ และการเก็บรักษาพันธุ์ ด้านการขยายพันธุ์นั้นหญ้าแฝกดอนบางพันธุ์มีการเจริญเติบโตช้า และหญ้าแฝกบางพันธุ์ที่แตกหน่อค่อนข้างยาก หรือไม่ค่อยเจริญเติบโต จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาระดับความเข้มข้นของสารฮอร์โมนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตในขั้นตอนของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ รวมถึงการศึกษาเปรียบเทียบขั้นตอนที่เหมาะสมต่อการนำต้นหญ้าแฝกมาขยายพันธุ์ในสภาพเนื้อเยื่อเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำต่อไป สำหรับการรวบรวมพันธุ์หญ้าแฝกในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจำเป็นต้องให้มีการเจริญเติบโตในช่วงแรก เมื่อตั้งตัวได้แล้วควรมีการเจริญช้า เพื่อให้สามารถเก็บรักษาพันธุ์ได้ยาวนานขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายขวดเนื้อเยื่อบ่อยครั้ง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์หญ้าแฝกจึงเป็นแนวทางที่ดี

ดังนั้นจึงทำการศึกษาฮอร์โมนออกซิน และไซโตไคนินเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่มให้มีการเจริญช้าลงหรือคงที่ ในขณะที่หญ้าแฝกดอนที่มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าก็ต้องกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตในช่วงแรกๆ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เปรียบเทียบความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมน 2 ชนิด คือ ออกซินและไซโตไคนิน ต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก

2.2 เพื่อศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตแก่หญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สามารถนำเทคนิค และความเข้มข้นของฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ในการเตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกโดยเฉพาะในส่วนของชนิดฮอร์โมนในสูตรอาหารที่ใช้ที่เหมาะสมต่อกิจกรรมการขยายพันธุ์ และกิจกรรมเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์หญ้าแฝก ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อการดำเนินงานทางด้านนี้ของกรมพัฒนาที่ดิน

3.2 เป็นแนวทางที่สำคัญในการพัฒนาเทคนิคทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อการขยายพันธุ์หญ้าแฝกให้ได้ในปริมาณมาก และถูกต้องตามพันธุ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในอนาคตต่อการพัฒนาสูตรอาหารให้เหมาะสมต่อหญ้าแฝกที่มีลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

3.3 ได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำไปใช้เพื่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในอนาคตต่อไป

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สำหรับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยการเปรียบเทียบความเข้มข้นของออกซินและไซโตไคนินที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการขยายพันธุ์หญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน ประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญ ดังนี้

1. หญ้าแฝก
2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
3. ฮอร์โมนพืช
4. เชื้อจุลินทรีย์ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หญ้าแฝก

หญ้าแฝก (Vetiver grass) เป็นพืชตระกูลหญ้าที่เจริญเติบโตได้รวดเร็ว และสามารถเจริญเติบโตได้ทุกสภาพแวดล้อม เช่น สภาพที่มีน้ำขัง หรือสภาพที่แห้งแล้ง ระบบรากหญ้าแฝกสานกันแน่นและหยั่งลึกลงในดิน จึงเป็นพืชเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ หญ้าแฝกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่นเดียวกับ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง อ้อย ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่วไปหลายพื้นที่ตามธรรมชาติ โดยหญ้าแฝกลุ่มนั้นเป็นพืชที่มีอายุอยู่ได้หลายปี มีการนำไปปลูกและใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย แหล่งเดิมหรือศูนย์กลางของการกระจาย สันนิษฐานว่าอยู่บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของประเทศอินเดีย และได้แพร่กระจายลงมาครอบคลุมตลอดภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต่อมาได้มีการนำไปปลูกในหลายภูมิภาคของโลก

การจัดจำแนกพันธุ์หญ้าแฝกพบว่ามีกระจายอยู่ในโลกประมาณ 12 ชนิด แต่สำหรับในประเทศไทยนักพฤกษศาสตร์ได้ทำการเก็บรวบรวมและตรวจสอบ พบว่ามีอยู่เพียง 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash) และหญ้าแฝกดอน (*Vetiveria nemoralis* Balansa A. Camus) ในธรรมชาติพบว่าหญ้าแฝกทั้งสองชนิดมีการกระจายทั่วไป เจริญได้ดีในสภาพพื้นที่ลุ่มและที่ดอน รวมทั้งในดินสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน จึงได้มีการรวบรวมหญ้าแฝกจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศ และสำรวจคัดเลือกหญ้าแฝกตามสภาพทางนิเวศน์วิทยาที่พบในธรรมชาติ ซึ่งมีสภาพ

ทางกายภาพของพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ความสูงของพื้นที่ เนื้อดิน สภาพการระบายน้ำ เป็นต้น โดยตั้งข้อสมมติฐานว่า หญ้าแฝกในธรรมชาติที่มีสภาพทางกายภาพแตกต่างกัน น่าจะมีความแตกต่างในลักษณะทางพันธุ์และการปรับตัวเข้าสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น ดินร่วน ดินทราย และดินเหนียว เป็นต้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2541)

1.1 สมบัติทางพฤกษศาสตร์ของหญ้าแฝก

1.1.1 ลำต้น

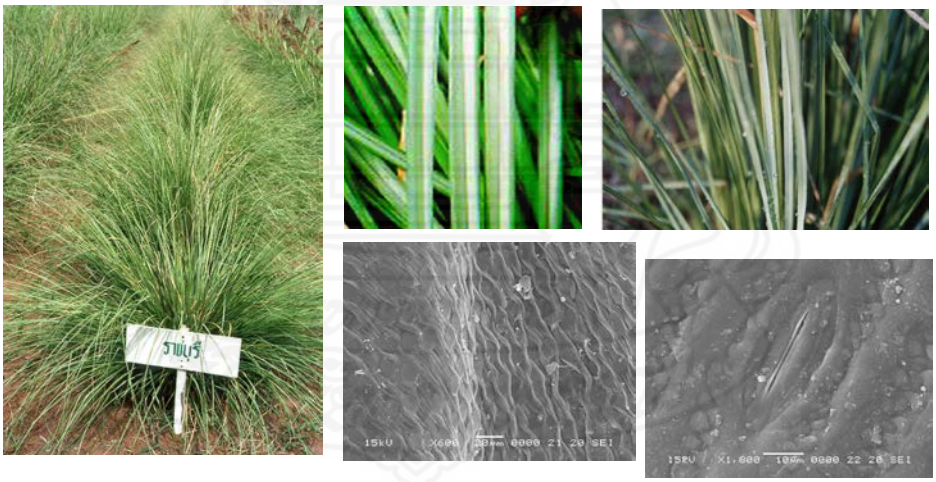
หญ้าแฝกเป็นพืชประเภทลำต้นเจริญสานกันแน่น รวมกันเป็นกอ เมื่อมีการเจริญมากขึ้น จำนวนลำต้นก็จะแตกเพิ่มขึ้น โดยส่วนของใบหญ้าแฝกจะแตกออกจากส่วนของลำต้น ทำให้ใบที่แตกออกมามีลักษณะเป็นพุ่ม ใบตั้งตรง ชูสูงขึ้นไปในอากาศ ลักษณะของทรงพุ่มและลักษณะของใบมักใช้เป็นลักษณะจำเพาะในการจำแนกพันธุ์ของหญ้าแฝก โดยทั่วไปแล้วลำต้นของหญ้าแฝกจะสั้น ส่วนของข้อและปล้องไม่เห็นชัดเจนนัก สำหรับการเจริญและการแตกกอของหญ้าแฝกเกิดจากการแตกหน่อออกจากส่วนของลำต้นเดิม โดยมีการแตกหน่อด้านข้างโดยรอบของกอเดิม ลักษณะการแตกหน่อดังกล่าวทำให้กอของหญ้าแฝกมีการขยายขนาดเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยปกติตามธรรมชาติการแตกหน่อมักจะเกิดใต้ผิวดิน แต่เมื่อนำหญ้าแฝกมาขยายหน่อในถุงพลาสติกขนาดเล็กอาจจะพบการแตกตะเกียง และการยกส่วนของลำต้นสูงเหนือผิวดิน (พิทยากร ลิ่มทอง, 2551, น. 27) (ภาพที่ 2.1)

ภาพที่ 2.1 ส่วนของต้นหญ้าแฝกที่เจริญบนดินและการแตกหน่อจากข้อของต้นหญ้าแฝก

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 27)

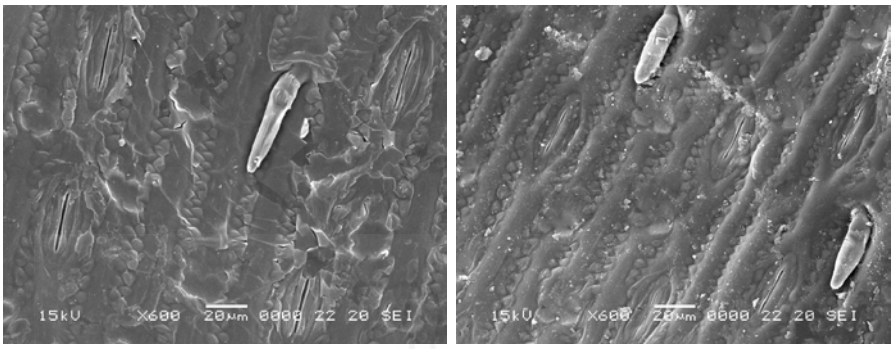
1.1.2 ใบ

ส่วนใบของหญ้าแฝกเป็นส่วนเหนือผิวดินที่จะเห็นได้โดยทั่วไป และใบของหญ้าแฝกจะแตกออกมาจากส่วนของลำต้นที่รวมตัวกันเป็นกอ ใบหญ้าแฝกมีลักษณะเรียวยาว ส่วนของปลายใบจะเรียวเล็กลงและแหลม ผิวใบจะมีลักษณะหยาบและสากคาย เนื่องจากมีหนามขนาดเล็กโดยที่ในใบแก่จะเห็นหนามบริเวณขอบใบและเส้นกลางใบได้ชัดเจน แต่บริเวณโคนใบและกลางแผ่นใบจะมีหนามอยู่น้อย และจะมีหนามเพิ่มมากขึ้นบริเวณส่วนปลายของใบ ลักษณะของหนามจะตั้งทแยงและหนามชี้ไปทางปลายใบ สำหรับส่วนของกระจังหรือเยื่อกันน้ำฝนที่โคนใบหญ้าแฝกจะลดขนาดลงมีลักษณะเป็นส่วนโค้งของขนสั้นและละเอียด โดยในบางครั้งอาจสังเกตเห็นไม่ได้ชัดเจนนัก สำหรับสีของใบหญ้าแฝกพบว่า ด้านท้องใบจะมีสีเขียวจางทางด้านหลังใบ ส่วนผิวใบจะปกคลุมด้วยเซลล์ผนังบางชั้นเดียว ใต้ผิวใบประกอบด้วยเซลล์ผนังบางที่จัดเรียงตัวกันเป็นกลุ่มในลักษณะที่เชื่อมต่อระหว่างท่อมัดลำเลียงน้ำและอาหาร ส่วนของผิวใบทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารและความชื้น บริเวณตอนกลางแผ่นใบ จะพบช่องว่างขนาดใหญ่ระหว่างเซลล์ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน ซึ่งส่วนช่องว่างเหล่านี้ทำหน้าที่เก็บก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการสังเคราะห์แสง และกระบวนการหายใจของเซลล์พืช สำหรับบริเวณด้านหลังใบพบว่ามีเซลล์ปากใบมากกว่าบริเวณด้านท้องใบของหญ้าแฝก (ภาพที่ 2.2)



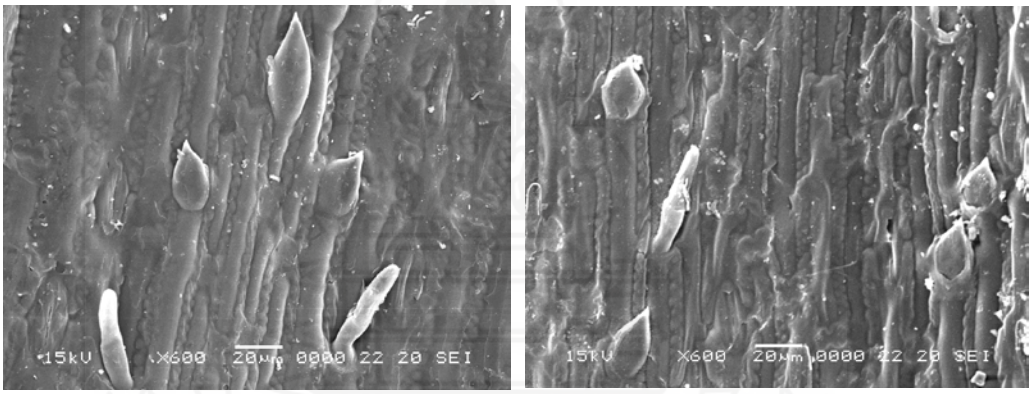
ภาพที่ 2.2 ลักษณะของใบหญ้าแฝกและสีของด้านหน้าและหลังใบ และเซลล์ปากใบ

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 27)



ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของผิวหน้าใบและหลังใบ ของหญ้าแฝกลุ่ม *(V. zeznoiides*)

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 27)



ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของผิวหน้าใบและหลังใบของหญ้าแฝกดอน *(V. nemoralis*)

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 27)

ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์และเนื้อเยื่อในใบหญ้าแฝก เป็นลักษณะเฉพาะแบบเรียบง่าย โดยด้านหลังใบหญ้าแฝกจะมีสีเขียวเข้ม และมีการกระจายตัวมัดท่อน้ำและท่ออาหารจัดเรียงตัวขนานกันอย่างเป็นระเบียบภายใต้ชั้นผิวใบ ส่วนมัดท่อน้ำและอาหารจะหุ้มด้วยกลุ่มเซลล์ผนังบาง ซึ่งมีสารประกอบสีเขียว และชนิดที่ไม่มีสี ซึ่งเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมอาหารและเป็นแหล่งเก็บพลังงานที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนตอนบนของท่อน้ำ ท่ออาหารมีเซลล์ที่มีผนังหนาตามมุมเรียงตัวกันเป็นกลุ่ม ซึ่งทำหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่ใบหญ้าแฝก

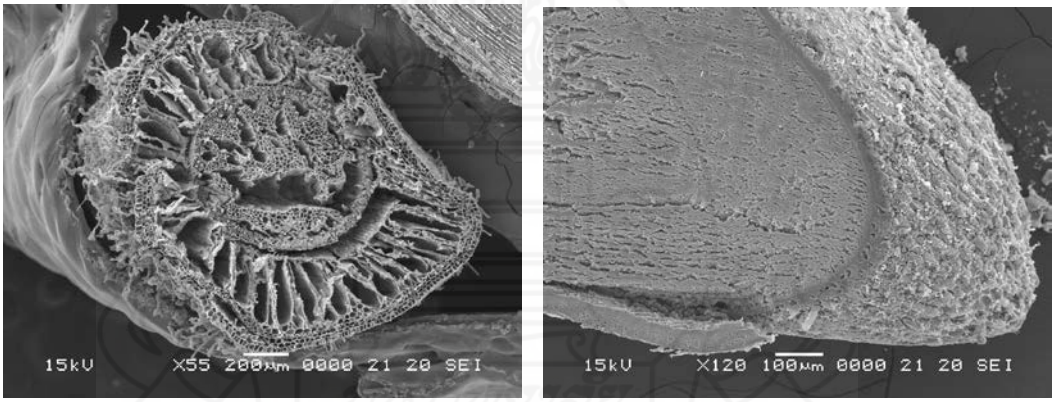
สำหรับตอนกลางของท้องใบหญ้าแฝกพบกลุ่มเซลล์ผนังบางขนาดใหญ่เรียงตัวอยู่ที่บริเวณรอยพับของใบ และการพองตัวหรือยุบตัวของเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการควบคุมการพับตัวของใบหญ้าแฝก (ภาพที่ 2.3 และ 2.4)

1.1.3 ราก

รากของหญ้าแฝกมีความสำคัญและมีลักษณะเด่นในการแผ่กระจายและหยั่งลึกลงดิน ทำให้สามารถดูดยึดส่วนของดินได้อย่างดี รากของหญ้าแฝกมีลักษณะที่เจริญสานกันแน่นหยั่งลึกตามแนวดิ่ง ไม่แผ่กระจายทางด้านข้างมากนัก โดยมีรากแกน รากแขนง และมีรากฝอยจำนวนมาก ซึ่งแตกต่างจากหญ้าทั่วไปที่รากมีลักษณะระบบรากฝอยแตกจากส่วนลำต้นใต้ดิน แผ่กระจายกว้างทางด้านข้าง และยึดพื้นดินตามแนวนอน ระบบรากตามแนวตั้งมีไม่มากทำให้รากหญ้าทั่วไปไม่หยั่งลึกลงดินแต่แผ่ออกทางด้านข้าง ส่วนรากหญ้าแฝกเจริญเติบโตเต็มที่เมื่อหญ้าแฝกอายุประมาณ 2 ปี ซึ่งรากแกนที่ส่วนโคนของกอหญ้าแฝกจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ผนังของรากด้านนอกจะแข็ง แต่ภายในรากมีลักษณะอวบน้ำ ส่วนของเซลล์ผิวรากเมื่ออายุมากก็จะตายไป และถูกแทนที่ด้วยเซลล์ที่อยู่ชั้นในทำให้ส่วนของรากมีความหนา และแข็งแรงเพิ่มขึ้น ช่วยในการป้องกันส่วนของท่อลำเลียงน้ำและอาหารที่อยู่ภายในราก ลักษณะดังกล่าวทำให้ความสามารถในการดูดน้ำและอาหารเพิ่มมากขึ้นด้วย ลักษณะการเรียงตัวของเซลล์เนื้อเยื่อรากหญ้าแฝกจะประกอบด้วยเซลล์ผิวที่เรียงตัวอยู่ชั้นนอกสุด และใต้เซลล์ชั้นผิวนอกจะเป็นเซลล์ที่มีผนังหนาตามมุมเรียงตัวกันหลายชั้น เซลล์เหล่านี้สร้างความแข็งแรงและให้ความยืดหยุ่นของราก สำหรับเซลล์ชั้นถัดไปประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ผนังบางที่มีการเชื่อมต่อกันอย่างหลวมๆ เรียงตัวกันเป็นสายเชื่อมต่อคล้ายสะพาน เซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่เก็บกักน้ำไว้ในชั้นเซลล์ ซึ่งในชั้นนี้มีช่องว่างขนาดใหญ่อยู่จำนวนมาก เมื่อดินมีความชื้นสูงจะช่วยในการกักเก็บน้ำไว้ในช่องว่าง และทำหน้าที่กักเก็บอากาศเมื่อดินมีความแห้งแล้ง สำหรับเนื้อเยื่อของรากในส่วนแกนกลางประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวอัดกันแน่น ส่วนของเซลล์ชั้นนอกสุดจะมีผนังหนา และรองรับอยู่ด้วยเซลล์ผนังบางที่เรียงตัวอยู่เพียงชั้นเดียว ถัดเข้าไปจะเป็นเซลล์ผนังหนาที่เรียงตัวหลายชั้น แทรกอยู่กับกลุ่มเซลล์ท่อลำเลียงน้ำและอาหาร เมื่อเซลล์อายุมากขึ้นสังเกตเห็นท่อลำเลียงอาหารและน้ำ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่และเล็กไม่เท่ากัน เมื่อหญ้าแฝกมีอายุมากขึ้นจะมีลักษณะของขนาดท่อที่ใหญ่มากขึ้น และมีเซลล์ผนังหนาเรียงตัวกันเป็นวง ระยะห่างค่อนข้างสม่ำเสมอและขนาดมีความใกล้เคียงกัน ส่วนตรงกลางของแกนรากประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ผนังบางเรียงตัวอัดกันแน่นเพียงพอที่ช่วยทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำจากรากสู่ส่วนต่างๆ ของหญ้าแฝก (พิทยากร ลิ่มทอง, 2551, น. 25-28) (ภาพที่ 2.5 และ 2.6)

ภาพที่ 2.5 ลักษณะของรากหญ้าแฝกที่เจริญลงในดินและการแผ่เจริญเป็นร่างแห

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 28)



ภาพที่ 2.6 ภาพถ่ายจากกล้องอิเลคตรอนไมโครสโคปชนิดส่องกราดของรากหญ้าแฝก (ตัดตามขวาง) และบริเวณปลายรากหญ้าแฝก

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 28)

1.1.4 ช่อดอก

ช่อดอกหญ้าแฝกมีลักษณะตั้งตรงเป็นรวง และชูขึ้นในอากาศเห็นได้ชัดเจน ก้านของช่อดอก มีลักษณะยาวและกลม โดยส่วนของช่อดอกหรือรวงมีความยาวประมาณ 20-30

เซนติเมตร และความกว้าง 10-15 เซนติเมตร สำหรับความสูงของก้านช่อดอกและรวงประมาณ 100-150 เซนติเมตรจากพื้นดิน แต่ถ้าหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตดีอาจจะสูงมากกว่า 200 เซนติเมตร แต่ละรวงจะมีแกนช่อดอกย่อย ซึ่งแตกแขนงออกในระดับใกล้กัน โดยจัดเรียงตัวเป็นชั้นๆ ประมาณ 8-12 ชั้น แต่ละชั้นมีแกนช่อดอกย่อยประมาณ 6-18 แกน และในแต่ละแกนช่อย่อยมีดอกอยู่ประมาณ 10-20 ดอก ดังนั้นในภาพรวมทั้งรวงของหญ้าแฝกมีจำนวนดอกอยู่ประมาณ 600-1,500 ดอก โดยจำนวนของดอกจะขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตและความสมบูรณ์ของต้นหญ้าแฝก สำหรับสีของช่อดอกหญ้าแฝกส่วนใหญ่เป็นสีม่วง และเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละพันธุ์ ซึ่งโดยปกติในพืชประเภทหญ้าจะใช้ลักษณะของช่อดอกในการจัดจำแนกพันธุ์ (ภาพที่ 2.7)

ภาพที่ 2.7 ลักษณะของช่อดอก ก้านช่อดอก และการเรียงตัวของดอกหญ้าแฝก

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 30)

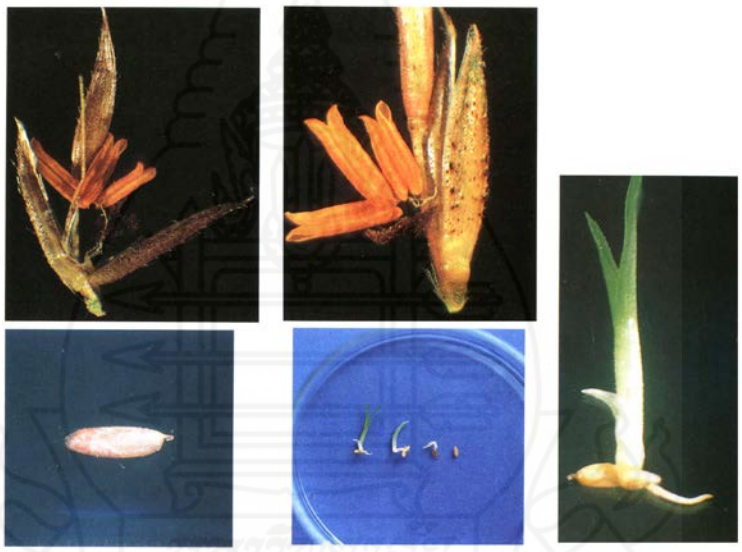
1.1.5 ดอก

ลักษณะของดอกหญ้าแฝกเป็นรูปทรงกระสอบ ขอบขนาน ขนาดของดอกกว้าง 1.5-2.5 มิลลิเมตร และยาว 2.5-3.5 มิลลิเมตร ผิวบนด้านหลังมีลักษณะไม่เรียบ ขรุขระ มีหนามแหลมขนาดเล็ก และเห็นได้ชัดเจนบริเวณขอบ สำหรับส่วนด้านล่างมีลักษณะผิวเรียบ ดอกของหญ้าแฝกมีการจัดเรียงตัวเป็นคู่ โดยแต่ละคู่มีลักษณะเหมือนกันแบบสมดุล และขนาดก็ใกล้เคียงกัน แต่บริเวณส่วนปลายของก้านช่อดอกย่อย มักพบว่ามีการจัดเรียงตัวของดอกเป็นแบบ 3 ดอกอยู่ด้วยกัน สำหรับในแต่ละคู่ประกอบด้วยดอกชนิดที่ไม่มีก้านดอก และดอกชนิดที่มีก้านดอก สำหรับดอกที่ไม่มีก้านจะอยู่บริเวณกลาง ส่วนดอกที่มีก้านชูอยู่ด้านบน ดอกที่ไม่มีก้านจะเป็นดอกสมบูรณ์ที่มีทั้งเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ด้วยกัน ส่วนดอกที่มีก้านเป็นดอกที่มีเกสรตัวผู้อย่างเดียวภายในดอก

ในแต่ละดอกหญ้าแฝกประกอบด้วยดอกย่อยอีก 2 ดอก แต่ที่พบส่วนมากมีการลดรูปหรือพัฒนาการที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เหลือดอกย่อยเพียงดอกเดียว ส่วนอีกดอกจะเป็นดอกเปล่าที่มีกาบคลุมอยู่ (ภาพที่ 2.8)

1.1.6 เมล็ด

ดอกหญ้าแฝกชนิดที่ไม่มีก้านดอกเป็นดอกที่สมบูรณ์ เมื่อได้รับการผสมเกสรแล้วก็จะติดเมล็ด เมล็ดของหญ้าแฝกจะเป็นสีน้ำตาลอ่อน ลักษณะรูปทรงกระสวย ผิวด้านนอกเรียบ ด้านหัวและท้ายมน ขนาดความกว้าง 1.0-1.5 มิลลิเมตร ความยาว 2.5-3.0 มิลลิเมตร ผนังของเมล็ดค่อนข้างบาง เนื้ออ่อนนุ่ม ประกอบด้วยแป้งและน้ำมันอยู่จำนวนมาก ความสามารถในการงอกของเมล็ดหญ้าแฝกค่อนข้างมีช่วงเวลาที่จำกัด โดยเริ่มจากมีรากแรกแทงออกมาจากเมล็ด จากนั้นใบเลี้ยงจะค่อยๆ แทงออกมาในทางตรงกันข้ามกับราก ต้นอ่อนเจริญยืดตัวอย่างรวดเร็ว ตั้งตัวได้สูงประมาณ 2 เซนติเมตร ภายใน 3 วัน และเริ่มมีใบแท้สีเขียว และมีหนามบนขอบใบปรากฏให้เห็นชัดเจนในช่วงสัปดาห์แรก (พิทยากร ลิ่มทอง 2551, น. 30-31) (ภาพที่ 2.8)



ภาพที่ 2.8 ลักษณะของดอก และเมล็ดของหญ้าแฝก

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 31-32)

1.2 พันธุ์หญ้าแฝก

หญ้าแฝกที่พบในประเทศไทยจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน ในธรรมชาติพบว่าหญ้าแฝกทั้งสองชนิดมีการกระจายทั่วไป ขึ้นได้ดีในสภาพพื้นที่ทั้งที่ลุ่มและที่ดอน รวมทั้งในดินสภาพต่างๆ จึงได้มีการรวบรวมหญ้าแฝกจากแหล่งต่างๆ ทั่วประเทศและสำรวจคัดเลือกหญ้าแฝกตามสภาพทางนิเวศวิทยาที่พบในธรรมชาติ ซึ่งมีสภาพทางกายภาพของพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ความสูงต่ำของพื้นที่ เนื้อดิน สภาพการระบายน้ำ เป็นต้น โดยตั้งข้อสมมติฐานว่า

หญ้าแฝกในธรรมชาติที่มีสภาพทางกายภาพแตกต่างกันน่าจะมีความแตกต่างในลักษณะทางพันธุ์และการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น ดินร่วน ดินทราย และดินเหนียว เป็นต้น (ณรงค์ โฉมเฉลา, 2553, น. 103-106 ; ปอล เตรือง, วีรชัย ณ นคร, ตราน ตาน วาน, และ เอลีส พินเนอรค์, 2556, น. 136-137)

1.2.1 พันธุ์หญ้าแฝกลุ่ม

หญ้าแฝกลุ่มมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีและค่อนข้างรวดเร็ว หญ้าแฝกลุ่มที่นำเข้ามาจากต่างประเทศส่วนใหญ่ ได้แก่ พันธุ์ที่นำมาจากอินเดีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย เป็นหญ้าที่ได้รับคัดเลือกพันธุ์ ปลูกภายใต้การดูแลที่มีปัจจัยต่างจากสภาพในธรรมชาติ อาทิ มีการตัดแต่งอย่างสม่ำเสมอเพื่อเร่งราก เร่งการแตกกอ และเพื่อไม่ให้เกิดช่อดอก ทำให้ไม่เกิดการผสมและไม่กลายพันธุ์ โดยยังคงลักษณะเดิมต่างๆ ไว้อย่างสม่ำเสมอ หญ้าแฝกลุ่มมีใบยาว 45-100 เซนติเมตร กว้าง 0.6-1.2 เซนติเมตร มีหลังใบโค้งปลายใบแบน มีสีเขียวเข้ม เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมากทำให้ดูมัน ท้องใบออกสีขาวซีดกว่าด้านหลังใบ และเมื่อนำใบส่องดูกับแดดจะเห็นรอยกั้นขวางในเนื้อใบค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะพื้นใบบริเวณส่วนโคนและกลางใบ เส้นกลางใบฝังอยู่ในแผ่นใบไม่โตหรือเด่นชัดเจน สำหรับพันธุ์หญ้าแฝกลุ่มที่แนะนำในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต่างๆ ตามโครงการรณรงค์การปลูกหญ้าแฝกของกรมพัฒนาที่ดิน มีรวมทั้งหมด 4 พันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน และ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2555, น. 10-15)

1) พันธุ์ศรีลังกา เจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินลูกรัง อากาศหนาวเย็น มีร่มเงา แตกกอค่อนข้างหลวม หน่อกลม ยืดปล้องเร็ว โคนกอเล็ก ใบแก่ค่อนข้างเล็ก ท้องใบสีขาว ดอกมีสีม่วง

2) พันธุ์กำแพงเพชร2 เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินลูกรัง แตกกอค่อนข้างหลวม หน่อกลมค่อนข้างเล็ก ยืดปล้องเร็ว ทรงพุ่มกางใบสีเขียวเข้ม ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง ต้นโตปล้องไม่ตรง ให้น้ำหนักสดสูง

3) พันธุ์สุราษฎร์ธานี เจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียวและดินลูกรัง แตกกอหลวม หน่อกลมอวบ ยืดปล้องเร็ว ทรงพุ่มกางมาก ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบขาว ดอกสีม่วงแดง

4) พันธุ์สงขลา3 เจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว ดินทรายถึงดินลูกรัง แตกกอหลวม หน่อกลมอวบยืดปล้องเร็ว ใบสีเขียวอ่อน ท้องใบสีขาว ดอกสีม่วงแดง

1.2.2 พันธุ์หญ้าแฝกดอน

หญ้าแฝกดอน มีการกระจายพันธุ์อยู่ในวงแคบๆ ตามธรรมชาติเฉพาะในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ ประเทศไทย ลาว เขมร เวียดนาม และมาเลเซียเท่านั้น และไม่พบหลักฐานที่ชัดเจนว่ามีการนำไปใช้ประโยชน์ในทางใด หญ้าแฝกดอนจะพบได้ทั่วไปในที่ค่อนข้างแล้ง หรือที่ดินระบายน้ำได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย สามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่แดดจัดและแดดปานกลาง ปลายยอดกอจะแผ่โค้งลงคล้ายกอตะไคร้ ไม่ตั้งมากเหมือนหญ้าแฝกลุ่ม

กรมพัฒนาที่ดิน และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (2555, น. 11) รายงานว่า หญ้าแฝกดอนมีใบยาว 35-80 เซนติเมตร กว้าง 0.4-0.8 เซนติเมตร ใบสีเขียว หลังใบพับเป็นสันสามเหลี่ยม เนื้อใบหยาบ สากคาย มีไขเคลือบน้อยทำให้ดูกร้านไม่เหลือบมัน ท้องใบสีเดียวกับด้านหลังใบ แต่มีสีซีดกว่า แผ่นใบเมื่อส่องกับแดดไม่เห็นรอยกั้นในเนื้อใบ เส้นกลางใบสังเกตได้ชัดเจน มีลักษณะแข็งเป็นแกนนูนทางด้านหลัง ใบหญ้าแฝกดอนและหญ้าแฝกลุ่มที่มีอายุเท่ากัน หญ้าแฝกดอนจะมีรากสั้นกว่า โดยทั่วไปหญ้าแฝกที่มีอายุประมาณ 1 ปี จะมีรากลึกประมาณ 80-100 เซนติเมตร ช่อดอกของหญ้าแฝกดอนจะมีได้หลายสี ซึ่งเป็นลักษณะปกติประจำถิ่น โดยเฉพาะพันธุ์อุทัยธานีและนครพนม ที่พบทั่วไป ได้แก่ ช่อดอกสีขาวครีมถึงสีม่วงอมแดง

สำหรับพันธุ์หญ้าแฝกดอน ที่แนะนำในการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต่างๆ กรมพัฒนาที่ดินแนะนำ มีทั้งหมด 4 พันธุ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) พันธุ์เลย เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว การแตกกอแน่น ลักษณะกอตั้งตรง ใบสีเขียว กาบใบสีชมพู ดอกสีม่วง

2) พันธุ์นครสวรรค์ เจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงร่วนเหนียว ลักษณะการแตกกอแน่นแต่กางออกเป็นทรงพุ่มเตี้ย ใบสีเขียวเข้ม กาบใบมีสีเขียวอมเทา ดอกสีม่วง

3) พันธุ์กำแพงเพชร1 เจริญเติบโตในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินร่วนเหนียว แตกกอแน่น ลักษณะกอตั้งตรง ใบสีเขียวนวล กาบใบสีฟ้านวล ดอกสีม่วง

4) พันธุ์ร้อยเอ็ด เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทราย แตกกอแน่น หน่อมีขนาดเล็กตั้งตรง ใบสีเขียว ดอกสีน้ำตาล

5) พันธุ์ราชบุรี เจริญเติบโตดีในสภาพพื้นที่เป็นดินทรายถึงดินร่วนเหนียว แตกกอแน่น ตั้งตรง ใบสีเขียวอ่อน กาบใบออกสีเขียวเข้ม

6) พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เจริญเติบโตดีในพื้นที่เป็นดินร่วนเหนียว และลูกรัง แตกกอแน่น หน่อใหญ่ ตั้งตรง ใบหนาสีเขียวเข้ม ร่องโคนใบขาว กาบใบออกสีขาวนวล ดอกสีม่วง

1.3 การขยายพันธุ์

กรมพัฒนาที่ดิน, และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (2555, น. 10-15) รายงานว่า การขยายพันธุ์หญ้าแฝกเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ โดยกล้าหญ้าแฝกที่ได้มีการรวบรวมพันธุ์ และผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามีความเหมาะสม ที่จะใช้ในการปลูกตามสภาพพื้นที่ต่างๆ จึงนำมาขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณให้มีมากเพียงพอตามความต้องการ สำหรับวิธีการขยายพันธุ์สามารถดำเนินการได้หลายวิธี แต่มีหลักการคือการเพิ่มจำนวนหน่อหรือการเพิ่มจำนวนต้นต่อกอให้มีปริมาณมากขึ้น โดยหน่อที่เพิ่มขึ้นยังคงลักษณะของสายพันธุ์หญ้าแฝกพันธุ์นั้นอยู่ ซึ่งวิธีการขยายพันธุ์อาจจะดำเนินการได้ดังนี้ การขยายพันธุ์ในแปลงขนาดใหญ่ การขยายพันธุ์ในแปลงยกร่อง และการขยายพันธุ์ในถุงพลาสติก เมื่อดำเนินการเตรียมกระบวนการขยายพันธุ์หญ้าแฝก เพื่อเพิ่มปริมาณหน่อให้ได้ตามต้องการ จำเป็นต้องมีการดูแลรักษาอย่างดี เพื่อให้ได้ต้นกล้าที่มีคุณภาพและสม่ำเสมอ สำหรับรายละเอียดของการขยายพันธุ์มีดังนี้

1.3.1 การปลูกในถุงพลาสติก

หญ้าแฝกที่ได้จากการคัดเลือกพันธุ์ จะนำมาขยายพันธุ์ให้เพิ่มปริมาณหน่อหรือต้นต่อกอ หรือเพิ่มจำนวนกอโดยปลูกในถุงพลาสติก สามารถนับเป็นกอหรือเป็นถุง และคำนวณปริมาณที่ต้องการได้ค่อนข้างแน่นอน ทั้งนี้เพื่อให้บริการหรือแจกจ่ายไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ง่ายและสะดวกต่อการนำไปขยายพันธุ์ต่อ ขนาดของถุงพลาสติกที่ใช้ในการขยายพันธุ์จะมี 2 ขนาด คือ ถุงใหญ่ และถุงเล็ก โดยมีการดำเนินงานดังนี้

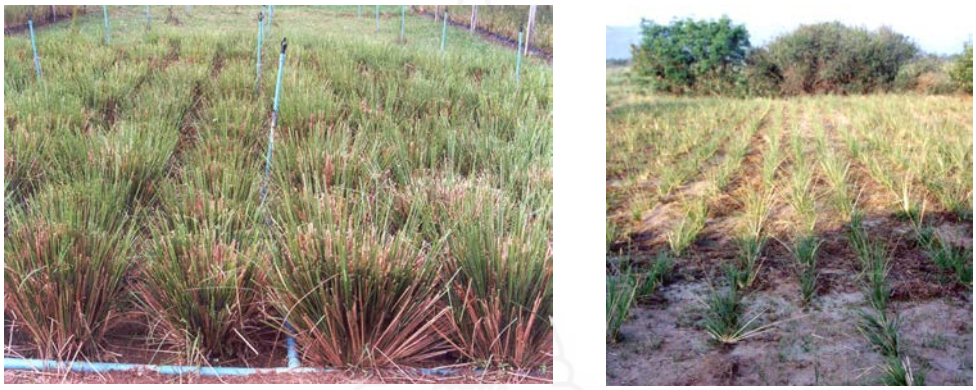
1) ถุงใหญ่ ทั่วไปจะใช้ถุงพลาสติกสีดำชนิดพับข้างขนาดตั้งแต่กว้าง 4×9 นิ้วขึ้นไป เมื่อกรอกดินผสมลงถุงแล้ว จะได้เส้นผ่าศูนย์กลางของถุงตั้งแต่ 15-20 เซนติเมตร การขยายพันธุ์ในถุงใหญ่ เพื่อให้ได้ปริมาณต้นมาก และสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน ส่วนใหญ่จะนำไปแยกกอเพื่อปลูกขยายพันธุ์ลงดินเป็นแปลงใหญ่

2) ถุงเล็ก ถุงมีหลายขนาด ได้แก่ ถุงพลาสติกเล็กใสขนาด 3.5 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว หรือถุงดำพับข้างขนาด 2×6 นิ้วถึง 2.5×8 นิ้ว หรือเมื่อกรอกดินผสมลงถุงแล้วจะได้เส้นผ่าศูนย์กลางของถุง 5 เซนติเมตร ถึง 10 เซนติเมตร ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของผู้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ถุงเล็กเหมาะสำหรับนำไปปลูกลงดินหรือในพื้นที่เป้าหมาย เพื่อประโยชน์ทางด้านอนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น ปลูกเป็นแถวเพื่อเป็นแนวหญ้าแฝก หรือปลูกตามขอบถนน ไหล่ทาง และขอบบ่อ เป็นต้น เพื่อยึดดินให้มีความแข็งแรงในสภาพพื้นที่แห้งแล้ง

1.3.2 การปลูกลงดินในแปลงขนาดใหญ่

การขยายพันธุ์เป็นแปลงใหญ่โดยไม่ต้องทำการยกร่องเพื่อปลูก หลังจากการไถพรวนพื้นที่ทั้งหมดเป็นอย่างดีแล้ว นำหน่อพันธุ์หญ้าแฝกที่มีคุณภาพดีและแข็งแรง ซึ่งตัดใบ

เหลือความยาว 20 เซนติเมตร และรากยาว 5 เซนติเมตร ปลูกลงแปลงในขณะที่ดินมีความชุ่มชื้น ควรใช้หน่อพันธุ์หลุมละ 2-3 หน่อ โดยใช้ระยะปลูก 50 × 50 เซนติเมตร และเพื่อความสะดวกในการดูแลรักษา ควรปลูกเป็นแถบตามระยะปลูกดังกล่าวจำนวน 6 แถว และเว้นสำหรับเป็นทางเดิน 1.00-1.50 เมตร สลับกันไป และจำเป็นต้องมีการดูแลรักษาด้วยขั้นตอนที่เหมาะสม มีการรดน้ำ และการใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอ (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 การขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยปลูกลงดินในแปลงขนาดใหญ่

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 37)

1.3.3 การปลูกลงดินในแปลงยกร่อง

การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการนี้ ควรดำเนินการในพื้นที่ที่มีการชลประทาน หรือพื้นที่ที่มีการจัดระบบการให้น้ำหญ้าแฝกได้เป็นอย่างดี โดยนำหน่อหญ้าแฝกไปปลูกในแปลงที่เตรียมดินและยกร่องไว้แล้วปลูกในขณะที่ดินยังมีความชุ่มชื้นอยู่ ขนาดแปลงกว้าง 1.50 เมตร ความยาวของแปลงขึ้นกับพื้นที่ และระยะห่างระหว่างแปลงประมาณ 1.00 เมตร เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน สำหรับกล้าหญ้าแฝกที่ปลูกควรใช้ระยะห่างระหว่างต้น 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 50 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.10)

ภาพที่ 2.10 การขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยปลูกลงดินในแปลงยกร่องขนาดใหญ่

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 37)

1.3.4 การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นเทคนิคที่ใช้ขยายพันธุ์พืชให้ได้กล้าพันธุ์ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ไม่ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศที่แปรปรวน ไม่เปลืองพื้นที่ปลูกและดูแลรักษา ไม่เปลืองแรงงาน และประหยัดค่าใช้จ่าย กล้าที่ได้มีความแข็งแรงที่สม่ำเสมอ การเจริญเติบโตดี มีอัตราการแตกหน่อสูง ทางศูนย์ปฏิบัติการหญ้าแฝก กรมพัฒนาที่ดินได้ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเป็นการรวบรวมพันธุ์ และขยายพันธุ์หญ้าแฝกบางชนิดที่จำเป็นต้องเก็บรักษาพันธุ์ไว้ โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์ต่างๆ โดยเฉพาะพันธุ์ที่ได้มาจากต่างประเทศ เช่นพันธุ์อินเดีย พันธุ์ญี่ปุ่น พันธุ์มอนโต และพันธุ์อื่นๆ อย่างไรก็ตามการขยายพันธุ์โดยวิธีนี้ยังไม่ได้ใช้แพร่หลายทั่วไปนอกจากหน่วยงานของราชการ เพื่อเป็นการศึกษาวิจัยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกพันธุ์ต่างๆ รวมถึงเป็นการผลิตกล้าพันธุ์หญ้าแฝกเฉพาะพันธุ์ (ภาพที่ 2.11)

ภาพที่ 2.11 การขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ที่มา: พิทยากร ลิ่มทอง (2551, น. 38)

1.4 การดูแลรักษา

โดยทั่วไปหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตในฤดูแล้ง หรือในพื้นที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ แต่อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรสามารถรดน้ำ หรือใส่ปุ๋ยหมักแก่แนวหญ้าแฝกก็จะเป็นการช่วยให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ในช่วงฤดูแล้งเกษตรกรอาจให้น้ำ 15 วันต่อครั้ง และให้ปุ๋ยหมัก 1 ครั้งในช่วงต้นฤดูฝน การกำจัดวัชพืชข้างแนวหญ้าแฝก โดยในพื้นที่ซึ่งมีการระบาดของวัชพืชอื่นรุนแรง เช่น พืชคลุมเลื้อยพัน หรือหญ้าที่มีกอสูงๆ ควรจะมีการถางข้างแนวและใช้เศษหญ้าคลุมดินไปจะเป็นการช่วยให้สังเกตแนวหญ้าแฝกได้ชัดเจน เพื่อป้องกันการไถแนวทิ้งเนื่องจากสังเกตไม่เห็นและช่วยให้หญ้าแฝกเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่

1.5 การใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝก

1.5.1 หญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ

การปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต่างๆ มีการใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ ได้แก่การปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับในพื้นที่ลาดชัน หรือการปลูกหญ้าแฝกขวางความลาดเท การปลูกแนวหญ้าแฝกขวางร่องน้ำเพื่อควบคุมการกระจายน้ำ แก้ไขการเกิดร่องน้ำแบบลึก การปลูกดังกล่าวเป็นการช่วยลดความแรงและความเร็วของน้ำที่ไหลบ่าบนที่ลาดชัน ในบางกรณีเป็นการปลูกเพื่อการรักษาความชื้นในดิน รูปแบบการปลูก ได้แก่ การปลูกแถวหญ้าแฝกขนานแถวไม้ยืนต้นหรือไม้ผล การปลูกเฉพาะพื้นที่ในสวนไม้ผลแบบเต็มวงกลมและครึ่งวงกลม และการ

ปลูกหญ้าแฝกล้อมรอบพื้นที่ทำการเกษตรหรือล้อมรอบแปลงปลูกพืช เป็นต้น ส่วนในสภาพพื้นที่ดินตัดดินถมที่เกิดจากการก่อสร้าง เช่นขอบถนน ไหล่ทาง ขอบทางลำเลียงในไร่นา ขอบบ่อ แหล่งน้ำในไร่นา อ่างเก็บน้ำ คลองส่งน้ำ ทางระบายน้ำ ริมตลิ่ง คอสะพาน ขอบร่อง และหลังร่องสวนในพื้นที่ทำการเกษตร เป็นต้น การปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่ดังกล่าวจะช่วยรักษาหน้าดิน ช่วยลดความแรงและความเร็วของการไหลบ่าของน้ำ ทำให้เกิดความมั่นคงในพื้นที่งานก่อสร้าง และเป็นการช่วยลดความเสียหาย ลดต้นทุนการซ่อมแซมของงานได้บางส่วน ซึ่งฤดูที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกล้าหญ้าแฝกคือในช่วงต้นฤดูฝน และควรปลูกในขณะที่ดินยังมีความชื้นอยู่ แต่สำหรับพื้นที่ที่สามารถให้น้ำได้ควรปลูกก่อนฤดูฝน ทั้งนี้เพื่อให้หญ้าแฝกตั้งตัวและเจริญเติบโตสมบูรณ์มีการแตกกอชิดติดกันเพื่อเป็นแนวรั้วหญ้าแฝกที่มีประสิทธิภาพในการกรองตะกอนดินและซับน้ำฝนที่ไหลบ่า สำหรับการดำเนินการปลูกหญ้าแฝกรูปแบบต่างๆ สิ่งที่ต้องพิจารณาคือวัตถุประสงค์ของการปลูกและลักษณะความลาดชันของพื้นที่ปลูก

1.5.2 การปลูกหญ้าแฝกเพื่อรักษาคุณภาพน้ำ

การนำกล้าหญ้าแฝกมาปลูกรอบๆ บริเวณด้านข้างของแหล่งน้ำ หญ้าแฝกจะเจริญเติบโตแตกหน่ออย่างรวดเร็วเป็นกอชิดกันแน่น เป็นแนวรั้วหญ้าแฝกที่หนาแน่นและถาวร ซึ่งจะช่วยกรองเศษพืช ตะกอนดิน รวมทั้งสิ่งปฏิกูลต่างๆ มิให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำ นอกจากนี้ รากหญ้าแฝกมีจำนวนมากสานกันอย่างหนาแน่นช่วยดูดซับสารเคมีก่อนที่จะไหลลงสู่แหล่งน้ำได้อีกด้วย ทำให้น้ำในแหล่งน้ำต่างๆ มีคุณภาพดีเหมาะสมแก่การอุปโภค บริโภค ตลอดจนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอีกด้วย สำหรับแนวทางในการวางแผนเพื่อการวางแนวปลูกหญ้าแฝกบริเวณแหล่งน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการตื้นเขิน และรักษาคุณภาพน้ำ ดังนี้

1) อ่างเก็บน้ำ จะต้องวางแนวปลูกหญ้าแฝกเป็นแถว จำนวน 3 แถว
2) บ่อน้ำ สระน้ำ จะต้องวางแนวปลูกหญ้าแฝกเป็นแถว จำนวน 2 แถว
3) คลองส่งน้ำ คลองระบายน้ำ และแม่น้ำลำคลอง

ผลงานวิจัยของ Bevan and Truong (2000, pp. 292-295) การศึกษาการใช้ประโยชน์การปลูกหญ้าแฝกเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน และการพัดพาตะกอนจากเหมืองเบนโทไนท์ ซึ่งก่อให้เกิดการทับถมและเกิดการตื้นเขินของแหล่งน้ำในควีนแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ผลการทดลองพบว่าแนวหญ้าแฝกมีความสามารถในการลดการพัดพาตะกอนแร่ดินเหนียวได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่มีฝนตกหนักเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่ไม่มีแนวหญ้าแฝก โดยประสิทธิภาพในการดักจับตะกอนที่ระดับความลึก 200 มิลลิเมตร จะเพิ่มถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อแถวหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์และไม่มีช่องว่างในแนวปลูก ซึ่งความกว้างของแนวปลูกควรมีระยะประมาณ 3.4 เมตร

1.5.3 การปลูกหญ้าแฝกเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้ง

หญ้าแฝกสามารถฟื้นฟูสภาพแวดล้อมได้ เช่น พื้นที่ดินฉ่ำน้ำ ดินเสียจากปฏิกูลมลภาวะจากสารเคมีทางเกษตรและอุตสาหกรรม ผลจากการศึกษาการปลูกหญ้าแฝกบริเวณแหล่งน้ำที่มีปัญหาด้านคุณภาพน้ำ พบว่าหญ้าแฝกช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศน์ในพื้นที่นั้น เนื่องจากระบบรากของหญ้าแฝกช่วยดูดซับตะกอน และไอออนของโลหะหนักบางชนิดในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Truong 2003, pp. 64-78; Cull, Hunter, Hunter, and Troung 2000, pp. 404-411) ดังนั้น การปลูกหญ้าแฝกในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมจึงเป็นประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม การทำแพหญ้าแฝกเพื่อฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนโดยโลหะหนัก และสารอินทรีย์อื่นๆ เป็นอีกแนวทางหนึ่งและเป็นเทคโนโลยีที่ง่าย ต้นทุนต่ำ และประหยัด ใช้พื้นที่ไม่มากนัก ซึ่งผลจากการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งในด้านต่างๆ ดังนี้

1) การปลูกหญ้าแฝกเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งด้านความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ

เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำและน้ำเสีย ควบคุมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ระบบการบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปน้ำมีค่า pH อยู่ในช่วง 5-8 ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจนในน้ำ [H^+] ซึ่งในกรณีน้ำทิ้งจากแต่ละแหล่งจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่แตกต่างกัน ดังนั้นในกรณีที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทิ้งอยู่ในช่วงที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ จึงจำเป็นต้องผ่านการบำบัดก่อน สำหรับปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ เป็นค่าที่มีความสำคัญในการพิจารณาคุณภาพน้ำ ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์ได้ 2 วิธี คือ วิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Biological Oxygen Demand: BOD) และวิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ปฏิกิริยาเคมีใช้ในการทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ (Chemical Oxygen Demand : COD) สำหรับการพิจารณาคุณภาพน้ำใช้เกณฑ์มาตรฐานดังนี้ น้ำที่มีค่า BOD 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำเสีย และถ้าน้ำมีค่า BOD น้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี ดังนั้นถ้าผลการวิเคราะห์พบว่าน้ำมี BOD สูง แสดงว่ามีสารอินทรีย์อยู่มาก จุลินทรีย์จึงต้องใช้ออกซิเจนปริมาณมากเพื่อสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น

วัตถุประสงค์ของการนำแพหญ้าแฝกมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ ให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำทิ้งอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ก่อนที่จะปล่อยออกสู่แม่น้ำ ลำคลองต่อไป การจัดการน้ำเสียจากแหล่งน้ำชุมชนขั้นพื้นฐาน โดยการปลูกหญ้าแฝกลุ่มและดอน ชนิดละ 2 พันธุ์คือ หญ้าแฝกลุ่มใช้พันธุ์สงขลา 3 และศรีลังกา ส่วนหญ้าแฝกดอนใช้พันธุ์ร้อยเอ็ดและประจวบคีรีขันธ์ ทำการปลูกในน้ำเสียที่ระดับ

ความลึก 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 เซนติเมตร ซึ่งน้ำเสียที่ระดับความลึกดังกล่าวมีค่า BOD เท่ากับ 10-13, 15-22 และ 27-29 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ หลังการปลูกหญ้าแฝกในช่วง 30 วันแรกของการทดลอง พบว่าค่า BOD ลดลง และพันธุ์สงขลา 3 มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด (Ta-oun, Therajindakajorn, Panchaban and Pruangka, 2003, pp. 162-170)

การใช้ประโยชน์จากแพหญ้าแฝกในการบำบัดน้ำทิ้งเป็นที่นิยมมากขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกสามารถเจริญเติบโตได้ดี เทียบเท่ากับพืชที่สามารถเจริญในพื้นที่ฉ่ำน้ำชนิดอื่น เช่น *Phragmites australis*, *Typha latifolia, Cyperus alternifolius* และ *Lepironia articutala* ซึ่งจากผลการทดลองของนักวิจัยหลายท่าน พบว่าหญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งที่ให้ผลใกล้เคียงกับพืชชนิดอื่น หากแต่ว่าหญ้าแฝกจะมีการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่นๆ นอกจากนั้น ยังพบว่าหญ้าแฝกลุ่มมีประสิทธิภาพในการปรับตัวให้สามารถเจริญได้ในสภาวะผิดปกติได้ดีกว่าพืชชนิดอื่นๆ

2) การปลูกหญ้าแฝกเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งด้านปริมาณธาตุโลหะหนัก

ทรัพยากรน้ำและระบบนิเวศน์ลุ่มน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งทางด้านอุปโภคและบริโภค หากไม่มีการป้องกันและแก้ไขอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม วัตถุประสงค์ของการนำหญ้าแฝกมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ ให้มีปริมาณโลหะหนักและสารที่มีโลหะหนักลดลงอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ก่อนที่จะปล่อยออกสู่แม่น้ำลำคลองต่อไป ซึ่งสารโลหะหนักที่พบองค์ประกอบในน้ำที่จะก่อให้เกิดมลภาวะ เช่น ปรอท (Hg), แคดเมียม (Cd), แมงกานีส (Mn), ตะกั่ว (Pb), ดีบุก (Sn), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe) เป็นต้น

หญ้าแฝกมีประสิทธิภาพในการดูดซับโลหะหนักจากน้ำทิ้งได้ดี เมื่อทำการทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการลดปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งจากเหมืองแร่สังกะสี ซึ่งมีค่า pH ต่ำมาก (2-3) และมีปริมาณโลหะหนักสูง ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และคุณภาพน้ำของเมืองทางตอนใต้ของประเทศจีน การทดลองใช้วิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้พื้นที่น้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นวิธีที่ประหยัดและมีใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งได้หลายประเภท รวมทั้งน้ำทิ้งที่มีความเป็นกรดสูง การทดลองเป็นระบบปิดขนาดเล็ก โดยใช้พืชหลายชนิดซึ่งมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้ในพื้นที่น้ำท่วมขัง ได้แก่ หญ้าแฝก *Vetiveria zizanioides*, *Phragmites australis*, *Cyperus alternifolius*, *Panicum repens*, *Gynura crepidiodes*, *Alocasia macrorrhiza* และ *Chrysopogon aciculatus* ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งก่อนทำการทดลอง พบว่าโลหะหนัก เช่น Zn, Mn, Pb, Cd และ Cu เป็นต้น มีปริมาณสูง รวมทั้งมีความเป็นกรดสูงมาก หลังทำการทดลองระยะเวลา 75 วัน พบว่า *Chrysopogon aciculatus* มีความสามารถในการทนต่อสภาวะดังกล่าวได้ดีที่สุด ส่วน *Gynura crepidiodes* มีความสามารถในการทนต่อสภาวะดังกล่าวได้น้อยที่สุดในพืชทั้ง 6 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง นอกจากนั้น ผลการ

ทดลองแสดงให้เห็นว่า หญ้าแฝกมีความสามารถในการทนต่อสภาวะที่มีค่า pH ต่ำและมีปริมาณโลหะหนักสูงได้ อีกทั้งช่วยเพิ่ม pH และช่วยกำจัด Zn, Mn, Pb, Cd และ Cu ออกจากระบบด้วย (Shu, 2003, pp. 215-221)

สำหรับการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกรในประเทศจีน โดยการสร้างแพหญ้าแฝกโดยใช้ไม้ไผ่เป็นโครงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียเนื่องจากมีอัตราการดูดซับโลหะหนักต่างๆ ได้แก่ปริมาณการดูดซับ Cu และ Zn มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณการดูดซับ As และ Pb อยู่ในช่วง 30-71 เปอร์เซ็นต์ และ Hg อยู่ในช่วง 13-58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าดังกล่าว พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับ และโลหะหนักชนิดอื่นๆ เรียงตามลำดับดังนี้ Zn > Cu > As > Pb > Hg (Kong, Lin, Wang, & Luo, 2003, pp. 181-185) ส่วนการดูดซับปริมาณโครเมียมที่ใบและรากของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีที่เจริญในระดับน้ำสูง 20 เซนติเมตร เท่ากับ 0.448 และ 0.241 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แต่พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ดูดซับโครเมียมที่ใบและรากได้น้อยกว่า ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตำรับควบคุมกับตำรับที่ทำการปลูกหญ้าแฝก พบว่าปริมาณโครเมียมที่ถูกกำจัดในตำรับที่ปลูกหญ้าแฝกเทียบกับตำรับควบคุมมากถึง 8.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพันธุ์หญ้าแฝกที่มีประสิทธิภาพในการเจริญและกำจัดโครเมียมได้ดีที่สุด คือ พันธุ์สุราษฎร์ธานี (Srisatit & Sengsai, 2003, pp. 171-180)

3) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งด้านปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และจุลธาตุ ในสภาวะของน้ำทิ้งที่มีองค์ประกอบของไนโตรเจนในน้ำอยู่ในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท ก๊าซไนโตรเจน และธาตุฟอสฟอรัสในรูปของออร์โธฟอสเฟต (Orthophophate) เช่น สาร PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^{-}$ และ H_3PO_4 นอกจากนี้ยังมีสารพวกโพลีฟอสเฟต ถ้ามีปริมาณของสารดังกล่าวมากเกินควรจะมีผลทำให้พืชน้ำและแพลงตอนในแหล่งน้ำมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว กรณีที่ไม่มีการควบคุมหรือกำจัดพืชน้ำและแพลงตอนจะปกคลุมผิวหน้าน้ำทั้งหมด ทำให้น้ำขาดแสงแดด ขาดออกซิเจน และถ้าพืชน้ำขึ้นเต็มที่ รากที่สะสมของเสียเมื่อเก็บไม่อยู่จะปล่อยของเสียเหล่านั้นลงในน้ำ เป็นการเพิ่มปริมาณของเสียและแอมโมเนียในน้ำแบบฉับพลัน การนำหญ้าแฝกมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้มีปริมาณธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลง จากงานทดลองของ Kong, Lin, Wang, and Luo (2003, pp. 181-185) พบว่าการสร้างแพหญ้าแฝกโดยใช้ไม้ไผ่เป็นโครง มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในรากหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นจาก 225 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็น 945.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีอัตราการดูดซับไนโตรเจนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัสในรากหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นจาก 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเป็น 415.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีอัตราการดูดซับฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 59-85 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ค่าดังกล่าว พบว่าประสิทธิภาพในการดูดซับไนโตรเจนมากกว่า

ฟอสฟอรัส และน้ำทิ้งดังกล่าว มีคุณภาพอยู่ในระดับที่สามารถปล่อยออกสู่แม่น้ำ ลำคลองต่อไป การเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาดินปนเปื้อนด้วยโลหะหนัก โดยอาศัยความสัมพันธ์แบบอยู่ร่วมกันระหว่างหญ้าแฝกกับไมคอร์ไรซา ซึ่งเป็นแนวทางเลือกใหม่ในการศึกษางานวิจัยทางด้าน Phytoremediation เนื่องจากหญ้าแฝกมีคุณลักษณะในการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว มีระบบการเจริญเติบโตได้ดี ส่วนไมคอร์ไรซาเมื่ออาศัยอยู่ร่วมกับพืชนี้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับธาตุอาหารได้ดีขึ้น (Khan, 2003, น. 466-474)

1.5.4 การปลูกหญ้าแฝกเพื่อลดการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืช

การทดลองของ Pinthong, Impithuksa, Udomchoke and Ramlee (1996, pp. 91-98) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากหญ้าแฝกในการดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชในแปลงปลูกกะหล่ำปลีที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการทดลองใช้หญ้าแฝกพันธุ์ Bogor จากประเทศอินโดนีเซีย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า หญ้าแฝกช่วยในการดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากพบว่ามีการตกค้างของสารประกอบ Alachlor และ Monocrotophos ในส่วนของรากและลำต้น สำหรับสาร Carbofuran จะพบตกค้างในส่วนของลำต้นเท่านั้น ซึ่งสารประกอบดังกล่าวเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในกระบวนการผลิตกะหล่ำปลี อีกทั้งผลจากการวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของสารเคมีดังกล่าวในดิน พบว่าดินบริเวณที่มีการปลูกหญ้าแฝกมีผลการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชน้อย กล่าวคือไม่พบการตกค้างของสารประกอบพวก Carbofuran และ Monocrotophos สำหรับสาร Alachlor พบว่า ยังคงมีการตกค้างในดินแต่น้อยกว่าในแปลงทดลองที่ไม่มีการปลูกหญ้าแฝก นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์สารประกอบดังกล่าวที่สะสมในกะหล่ำปลี พบว่า กะหล่ำปลีที่ปลูกร่วมกับแนวหญ้าแฝกจะมีปริมาณสารประกอบสะสมน้อยกว่ากะหล่ำปลีที่ไม่มีการปลูกร่วมกับหญ้าแฝก

2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หมายถึง การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช หรือหมายถึง การเพาะเลี้ยงเซลล์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หรือการเพาะเลี้ยงอวัยวะ ในอาหารสังเคราะห์สูตรต่างๆ ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมและปลอดเชื้อ เซลล์ของพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีความสามารถที่จะเติบโตเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้ โดยที่เซลล์จะมีรูปร่างคล้ายไซโกตและทำหน้าที่เป็นไซโกตได้ โดยมีการแสดงออกของยีนเหมือนเดิมความสามารถของเซลล์เช่นนี้เรียกว่า โททิโปแทนซี ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวนี้เองทำให้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาใช้ในการขยายพันธุ์พืช การปรับปรุงพันธุ์พืชร่วมกับเทคโนโลยีทางพันธุศาสตร์โมเลกุล เพื่อการตัดต่อยีนให้ได้ต้นพืชที่มีลักษณะที่ต้องการ ในปัจจุบันมีผลผลิตพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นจำนวนมาก (สมพร

ประเสริฐส่งสกุล, 2552, น. 1) ซึ่งผลสำเร็จดังกล่าวนี้ต้องผ่านการศึกษาวิจัย พัฒนาความรู้มาเป็นระยะ จะได้กล่าวถึงรายละเอียดของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เกี่ยวข้องการงานวิจัยดังนี้

2.1 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

อาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการขยายพันธุ์พืช สำหรับสูตรอาหารมาตรฐานที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางทั่วไป เช่น MS (Murashige and Skoog, 1962) และ Gamborg's B5 VW (Vacin and Went, 1949) เป็นต้น แล้วปรับสูตรอาหารให้มีธาตุอาหารตรงตามความต้องการของพืชนั้นให้มากที่สุด อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีหลายสูตร ซึ่งแต่ละสูตรจะมีชนิดและปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปสูตรอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีองค์ประกอบของสารอาหารที่สำคัญสามารถจำแนกได้เป็นกลุ่มๆ ดังนี้

2.1.1 สารอนินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากในรูปเกลือของสารอนินทรีย์ เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน

2) ธาตุอาหารรอง ในสัดส่วนที่พอเหมาะในรูปเกลือของสารอนินทรีย์ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โคบอลท์ โมลิบดินั่ม โบรอน

2.1.2 สารอินทรีย์ ได้แก่สารที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งได้ดังนี้

1) น้ำตาล เป็นสารที่ให้พลังงาน ที่ใช้ส่วนใหญ่ ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุ๊คโตส ปกติในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใช้ประมาณ 20-40 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร

2) วิตามิน ได้แก่ อินโนซิตอล วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 ไนอาซีน ไพริด๊อกซิน วิตามินซี

3) กรดอะมิโน จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต และสร้างอวัยวะต่างๆ ที่นิยมใช้กัน คือ ไกลซีน

4) สารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นสารอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อการแบ่งเซลล์และการขยายเซลล์ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการชักนำให้ชิ้นส่วนพืชเกิดแคลลัส และพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ เช่น ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และสารชะลอการเจริญเติบโต หากระดับของไซโตไคนินสูงกว่าระดับออกซินจะมีส่วนสำคัญในการชักนำให้เกิดต้น ในทางตรงข้ามหากระดับออกซินสูงกว่าระดับไซโตไคนินจะมีผลในการชักนำ

ให้เกิดราก นอกจากนี้ชิ้นส่วนของพืช อายุ ชนิดพืชเองก็มีระดับฮอร์โมนอยู่ภายในที่ไม่เหมือนกันมีผลทำให้พืชมีความแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าจะเลี้ยงในสภาพเดียวกันและอาหารชนิดเดียวกัน กลุ่มของฮอร์โมนไซโตไคนินที่นิยมใช้คือ 6-benzylaminopurine (BAP), 6-furfurylaminopurine (kinetin) เป็นต้น ในกลุ่มของออกซิน เช่น indole-3-acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA) และ naphthaleneacetic acid (NAA) เป็นต้น

5) สารอินทรีย์จากธรรมชาติ ได้มาจากผลิตภัณฑ์ของพืช เช่น น้ำมะพร้าวอ่อน น้ำมะเขือเทศ กล้วย มันฝรั่ง และสารที่สกัดจากยีสต์ เป็นต้น

2.1.3 น้ำ เนื่องจากคุณภาพของน้ำมีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นน้ำที่ใช้เตรียมอาหารจึงต้องมีความสะอาด สำหรับการขยายพันธุ์พืชทั่วๆ ไปนั้น ใช้น้ำกลั่นธรรมดาหรือน้ำกรองที่มีคุณภาพก็เพียงพอแล้ว

2.1.4 วุ้น เป็นสาร polysaccharide ที่มีมวลโมเลกุลสูง สกัดจากสาหร่ายทะเล ละลายน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ใช้สำหรับการเตรียมอาหารแข็ง ความเข้มข้นที่ใช้ทั่วไป 6-10 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร

2.1.5 สารอื่น ๆ ได้แก่

1) อะดีนีนซัลเฟต เป็นสารที่ใส่เพื่อช่วยกระตุ้นการเกิดยอดในพืชบางชนิดที่เกิดยอดได้ค่อนข้างยาก ปริมาณที่ใช้ประมาณ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ผงถ่าน ได้มาจากการเผาคาร์บอนที่อุณหภูมิสูง และมีรูพรุนขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกันอย่างมากมายทำให้พื้นที่ภายในเพิ่มขึ้น จึงสามารถดูดซับสารต่างๆ ได้ดี ผสมลงในอาหารเพื่อดูดซับสารพิษที่มีสีน้ำตาลหรือสีดำ หรือเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากที่สว่างเป็นที่มืดเพื่อชักนำให้พืชเกิดรากและการเจริญเติบโตของรากดีขึ้น และช่วยให้ pH ของอาหารคงที่มากขึ้น ความเข้มข้นที่ใช้ประมาณ 0.2-0.3 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2.2 เทคนิคพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำงานภายใต้สภาพปลอดเชื้อ เนื่องจากอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นอาหารที่มีความสมบูรณ์สูง ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว หากมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ย่อมเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ ทักษะ ในเรื่องที่เป็นพื้นฐานของเทคนิคการปลอดเชื้อ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญในควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อขึ้นอยู่กับเทคนิคในการทำให้สิ่งแวดล้อม และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงานให้ปลอดเชื้อ ได้แก่ ฝุ่นละอองที่อยู่ในอากาศ อยู่บนผิวของขวดอาหารหรือเครื่องมือต่างๆ จุลินทรีย์ที่ติดมากับผม มือ เสื้อผ้า ดังนั้นก่อน

เริ่มปฏิบัติงานจึงต้องมีขั้นตอนปฏิบัติให้ถูกต้องเพื่อควบคุมและป้องกันให้สิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนมีผลกระทบต่อการปฏิบัติงานให้เกิดน้อยที่สุด ดังนี้

2.2.1 การเตรียมตัวก่อนปฏิบัติงาน

1) เตรียมตัวผู้ปฏิบัติงานให้อยู่ในสภาพร้อมทำงาน คือ ให้ล้างทำความสะอาดมือ แขน ด้วยสบู่และเช็ดมือด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ทุกครั้งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน รวบผมไว้ด้านหลังหรือสวมผ้าคลุมผม ใส่ถุงมือ ผ้าปิดปาก จมูก และสวมชุดปฏิบัติการ เป็นต้น

2) เตรียมตู้ถ่ายเชื้อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยเช็ดทำความสะอาดภายในตู้ก่อนใช้งานด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เปิดหลอดอัลตราไวโอเลตก่อนใช้งาน 15 นาที และเปิดเครื่องก่อนใช้งานประมาณ 5-10 นาที

3) การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดเนื้อเยื่อ ให้จัดวางเครื่องมืออุปกรณ์ในตู้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งาน ได้แก่ กระดาษ หรือจานแก้วรองตัด ปากคีบ ด้ามมีดพร้อมใบมีดที่อบฆ่าเชื้อแล้ว ตะเกียงไฟ ขวดแอลกอฮอล์สำหรับแช่เครื่องมือ ให้เช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ทุกครั้งก่อนเข้าตู้และขณะทำงาน

2.2.2 การเตรียมชิ้นส่วนพืชและการฟอกฆ่าเชื้อ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การเลือกชิ้นส่วนของพืชที่จะนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อให้สามารถพัฒนาไปเป็นต้นพืชได้ ขึ้นอยู่กับอายุหรือระยะของพืชที่นำมาเลี้ยง ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเลี้ยงควรเลือกที่เป็นข้อปลายยอด ตายอด ตาข้าง เนื่องจากจะสามารถชักนำยอดได้จำนวนมาก

2) การฟอกฆ่าเชื้อบริเวณผิวพืช เพื่อทำให้ชิ้นส่วนพืชปลอดโรค เป็นการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับชิ้นส่วนพืชไม่ให้มามีผลยับยั้งการเจริญและพัฒนาการของชิ้นส่วนพืช เลือกส่วนของพืชที่จะนำมาใช้ในการขยายพันธุ์ ได้แก่ ปลายยอด ตาข้าง หน่อ ใบอ่อน ราก เป็นต้น ให้ตัดแต่งชิ้นส่วนพืชให้มีความยาวที่เหมาะสม นำมาล้างทำความสะอาด โดยการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของเนื้อเยื่อเพื่อให้ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อเยื่อพืช เช่น เนื้อเยื่อพืชที่อ่อนนิ่มและบาง ต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยแช่เนื้อเยื่อพืชลงในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือ คลอร็อกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10-15 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาให้ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง สำหรับเนื้อเยื่อพืชที่ผิวนอกแข็ง เช่น ไม้เนื้อแข็ง ฝักกล้วยไม้ เป็นต้น ให้นำเนื้อเยื่อไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาซักฟอก และน้ำ แล้วจุ่มเนื้อเยื่อลงในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ และลนไฟ ส่วนเนื้อเยื่อพืชที่มีสารประเภทขี้ผึ้งหรือขนปกคลุม ให้จุ่มเนื้อเยื่อลงในเอทิลแอลกอฮอล์ 70-95 เปอร์เซ็นต์ นาน 30 วินาที ถึง 1 นาที แล้วจึงนำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ หรือคลอร็อกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10-15 นาที เมื่อครบกำหนดเวลาให้ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง

2.2.3 การตัดชิ้นส่วนของพืชที่จะนำมาเลี้ยง เริ่มจากต้องนำชิ้นส่วนพืชมาล้างน้ำให้สะอาด และตัดส่วนที่ไม่ต้องการใช้ออกให้มากที่สุด นำชิ้นส่วนพืชที่ล้างแล้วมาตัดเป็นท่อนใหญ่ๆ พอประมาณ แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวตามขั้นตอน ต่อจากนั้นจึงตัดเนื้อเยื่อออกเป็นชิ้นเล็กๆ ให้มีขนาดตามต้องการ แล้วจึงนำไปเลี้ยงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การตัดเนื้อเยื่อ ให้ใช้มีดผ่าตัดที่คมและทำความสะอาดโดยการจุ่มแอลกอฮอล์ ลนไฟฆ่าเชื้อที่ผิว รอให้ใบมีดเย็นก่อนทำการตัดเนื้อเยื่อ ขนาดและรูปร่างของเนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงขึ้นอยู่กับลักษณะวัตถุประสงค์ และความพอใจของผู้ปฏิบัติงาน แต่ถ้าตัดเนื้อเยื่อชิ้นใหญ่เนื้อเยื่อมีโอกาสรอดชีวิตสูงแต่ก็มีโอกาสปนเปื้อนสูง แต่ถ้าตัดเนื้อเยื่อชิ้นเล็กก็มีโอกาสรอดชีวิตต่ำแต่ก็มีโอกาสปนเปื้อนน้อย

2.2.4 การย้ายเนื้อเยื่อ ก่อนนำเนื้อเยื่อที่ฟอกฆ่าเชื้อแล้วลงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ ควรเช็ดขวดอาหารเพื่อฆ่าเชื้อด้วยเอลทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำเข้าตู้ตัดเนื้อเยื่อ เมื่อจะย้ายเนื้อเยื่อลงขวดให้เปิดฝาและลนไฟที่คอขวด จากนั้นใช้ปากคีบที่ลนไฟฆ่าเชื้อและทิ้งให้เย็นแล้วคีบเนื้อเยื่อใส่ขวด ควรกดเนื้อเยื่อให้จมลงในอาหารเล็กน้อย แล้วจึงปิดฝาตามเดิม

2.3 การชักนำให้พืชออกราก

เมื่อเพิ่มปริมาณได้จำนวนมากแล้ว ตัดแบ่งเป็นต้นเดี่ยว จากนั้นชักนำให้ออกรากได้ซึ่งการชักนำให้พืชออกรากนั้นทำได้ 2 วิธี คือ

2.3.1 การชักนำให้พืชออกรากในสภาพปลอดเชื้อ มีปัจจัยหลายชนิดที่เอื้ออำนวยต่อการเกิดราก ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพ เช่น การทำให้เกิดความเครียดของน้ำ การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น การเติมผงถ่าน การเติมอากาศ และการลดความเข้มของแสง ปัจจัยทางเคมี ได้แก่ การเพิ่มปริมาณธาตุโบรอนแคลเซียม และแมงกานีส ในอาหาร การใช้สาร phenolics บางชนิดและวิตามินดี การเพิ่มปริมาณน้ำตาลในอาหารจากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ปกติจะช่วยให้พืชสร้างลิกนิน และทำให้พืชบางชนิดออกรากได้ดี การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน ได้แก่ IBA และ NAA จะมีประสิทธิภาพมากกว่า IAA เนื่องจาก IAA สลายตัวได้ง่าย การลดปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนินในอาหารที่ชักนำให้ออกราก พืชบางชนิดที่ออกรากได้ง่าย สามารถใช้อาหารสูตรมาตรฐานที่ไม่เติมฮอร์โมนเพื่อชักนำให้ออกรากได้ Ngomuo, Mneney and Ndakidemi (2013, pp. 2174-2180) ศึกษาการใช้ออกซินและไซโตไคนินในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การใช้ BAP 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ส่วนของต้นเจริญเพิ่มมากขึ้น และเมื่อใช้ร่วมกับ IAA 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยเพิ่มน้ำหนักสดของ *Musa* sp. แต่สำหรับรากการใช้ IBA 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่อนข้างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อจำนวนและความยาวของราก ซึ่งแตกต่างกันกับการใช้สารอื่นๆ อย่างชัดเจน

2.3.2 การชักนำพืชให้ออกรากนอกสภาพปลอดเชื้อ วิธีนี้ใช้กับพืชที่ออกรากยาก เช่น ไม้เนื้อแข็ง โดยการทำให้พืชที่อยู่ในระยะแตกกอซึ่งบางต้นมีความสมบูรณ์พร้อมทำการยืดต้นได้

เมื่อได้ต้นที่สมบูรณ์สูงประมาณ 2.5-4.0 เซนติเมตร ตัดให้เป็นต้นเดี่ยวๆ เลี้ยงไว้จนต้นแข็งแรง ล้างวุ้นออกให้สะอาด ตัดโคนออกเล็กน้อย จุ่มฮอร์โมนเพื่อชักนำให้ออกรากแล้วชำลงในภาชนะสำหรับเพาะชำที่ใส่วัสดุปลูกที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เช่น พีทมอส ขี้เถ้าแกลบ ใส่ถุงพลาสติกและปิดปากถุงเพื่อรักษาความชื้น คอยดูแลฉีดน้ำเพื่อให้ความชื้นอย่างสม่ำเสมอจนต้นพืชออกรากและพร้อมนำออกปลูก

2.3.3 เทคนิคที่อาจนำมาใช้กับพืชออกรากยากในสภาพปลอดเชื้อ ดังนี้

1) ฮอร์โมนในอาหารที่ชักนำให้เกิดยอด อาจมีผลต่อช่วงการเกิดราก อาจแก้ได้โดยย้ายยอดลงในอาหารที่ไม่มีฮอร์โมน ในกรณีที่มี GA_3 ในอาหารที่เกิดยอด อาจใส่ ancymidol ในอาหาร prerooting medium

2) การให้ออกซินเข้มข้นสูง ในระยะเวลาสั้นอาจมีประสิทธิภาพมากกว่าการให้ออกซินเข้มข้นต่ำแต่ระยะเวลานาน

3) การลด mineral nutrient ในอาหาร MS เป็น 25 เปอร์เซ็นต์ macro nutrient หรือการไม่ใช้ ammonia ในอาหาร จะทำให้การออกรากดีขึ้น

4) การเก็บยอดไว้ในที่มืดเพื่อให้ยอดยาวอาจช่วยให้เกิดรากดีขึ้น

5) การใส่ถ่าน ในอาหารอาจช่วยให้การออกรากดีขึ้น

6) เมื่อชักนำยอดให้เกิดราก ต้องเอา callus ออกให้หมด และต้องไม่ให้ใบพืชติดกับ medium เพราะเหตุว่ารากจากใบและ callus ไม่มี vascular tissue ที่ต่อกับ vascular ของลำต้น

2.4 เทคนิคการย้ายพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูก

ต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ จะมีลักษณะทางสรีระวิทยาที่แตกต่างจากต้นที่เกิดในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติหลายประการ ได้แก่ ส่วนของชั้นผิว บางลักษณะของใบจะบางอ่อน palisade mesophyll cell เล็ก แต่ spongy mesophyll cell ใหญ่กว่าพืชปกติ การควบคุมการปิดเปิดของปากใบยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้พืชมีการคายน้ำสูง การเชื่อมต่อระหว่างลำต้นและรากที่ส่วนของ vascular มีน้อย ทำให้การลำเลียงน้ำจากรากไปยังต้นได้น้อย รวมทั้งพืชมีการสังเคราะห์แสงน้อยมาก เนื่องจากพืชใช้คาร์บอนจากน้ำตาลที่ใส่ลงไปในอาหาร ดังนั้นพืชที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อจึงไม่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอก ทำให้เกิดความเครียด และปรับตัวไม่ทัน มักทำให้เกิดอาการเหี่ยวและตายในที่สุด ดังนั้นก่อนนำพืชออกปลูกในโรงเรือนจึงต้องฝึกให้พืชได้มีการปรับสภาพและเคยชินกับสภาพแวดล้อมใหม่ ซึ่งสามารถทำได้ตั้งแต่ต้นยังอยู่ในขวดหรือถุง เทคนิคการย้ายพืชออกปลูก ทำได้ดังนี้

2.4.1 นำต้นพืชที่พร้อมย้ายปลูกออกเลี้ยงไว้ภายนอกในสภาพโรงเรือนก่อนย้ายปลูก 3-5 วัน

2.4.2 คลายฝาขวดก่อนย้ายปลูก 1-2 วัน

2.4.3 การนำต้นออกจากอาหารวุ้นด้วยความระมัดระวัง แล้วล้างเอาวุ้นออกให้หมด เก็บในตะกร้าหรือภาชนะที่สามารถรักษาความชื้นได้จนกว่าจะนำออกปลูก

2.4.4 ป้องกันกำจัดศัตรูพืชทันทีที่ย้ายออกปลูก โดยการแช่สารป้องกันกำจัดเชื้อรา

2.4.5 นำออกปลูกในวัสดุปลูกที่มีขนาดค่อนข้างละเอียด และมีการระบายน้ำดี และผ่านการฆ่าเชื้อ

2.4.6 พืชที่ปลูกใหม่ในระยะแรกควรไว้ในโรงเรือนที่มีระบบการให้น้ำที่สม่ำเสมอ มีความชื้นสูง ควบคุมแสง และอุณหภูมิได้

2.4.7 หลังย้ายปลูก 7-14 วัน จึงให้ค่อยๆ ปรับสภาพแวดล้อม เช่น ความเข้มของแสง อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนพืชตั้งตัวได้ ปรับให้เหมาะสมกับลักษณะนิสัยของพืช หลังจากนั้นจึงให้ปุ๋ยในสัดส่วนที่ต่ำกว่าคำแนะนำประมาณครึ่งหนึ่ง

2.5 เทคนิคที่ทำให้ปลอดเชื้อ

เทคนิคที่ทำให้ปลอดเชื้อ ทำได้หลายวิธี จะต้องเลือกใช้วิธีและชนิดของสารเคมีให้เหมาะสม ดังนี้

2.5.1 อาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ นิยมใช้หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15-20 นาที เมื่อครบกำหนดนำขวดอาหารออกจากหม้อนึ่ง ทิ้งไว้ให้เย็นก่อนนำไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และควรเก็บไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ก่อนนำไปใช้เพื่อตรวจสอบอีกครั้งว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

2.5.2 เครื่องแก้ว เครื่องมือ ทำได้หลายวิธี ดังนี้ การใช้หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง แล้วแต่ปริมาณเครื่องมือ วิธีนี้สามารถใช้ฆ่าเชื้อเครื่องมือที่เป็นเครื่องแก้ว วัสดุทนร้อนและอุปกรณ์ได้ทุกชนิด รวมทั้งกระดาษ และสำลี การใช้ตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง วิธีนี้เหมาะสำหรับอบฆ่าเชื้อเครื่องแก้ว และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มีดผ่าตัด ปากคีบ การแช่อุปกรณ์ในการผ่าตัดและย้ายเนื้อเยื่อในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ นำมาลนไฟแล้วปล่อยให้เย็นก่อนนำไปใช้

2.5.3 ชิ้นส่วนของพืชใช้โซเดียมไฮโปคลอไรด์ 1-10 เปอร์เซ็นต์ และเอธิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์

2.5.4 ตู้ย้ายเนื้อเยื่อ การฆ่าเชื้อบริเวณต่างๆ ภายในตู้ให้เปิดหลอด UV ทิ้งไว้ 20-30 นาทีก่อนปฏิบัติงาน และแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เช็ดทำความสะอาดบริเวณที่ใช้ปฏิบัติงาน

2.6 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ในปัจจุบันเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้เข้ามามีบทบาทต่อการเกษตร การพัฒนาทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ยังมีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ทางด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะการพัฒนาพันธุ์พืชโดยใช้เทคนิคชีวภาพ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมด้านต่างๆ รวมถึงการรวบรวมพันธุ์ด้วย การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีการนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรมากขึ้น การศึกษาทางด้านนี้มุ่งเน้นไปที่ส่วนประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง สารควบคุมการเจริญเติบโต ไวตามิน กรดอมิโน และสถานภาพของอาหารเพาะเลี้ยง การปรับสภาพต่างๆ ของอาหารเพาะเลี้ยงให้เหมาะสม มีผลทำให้การเจริญเติบโตของพืชในส่วนของต้นและรากมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน (Kadhimi et al, 2014, pp. 484-493)

โดยเฉพาะในด้านการขยายพันธุ์พืช เนื่องจากสามารถขยายพันธุ์พืชได้อย่างรวดเร็ว มีความสม่ำเสมอ ได้ปริมาณมากในระยะเวลาสั้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีข้อดี ดังนี้

2.6.1 การขยายพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถขยายพันธุ์พืชที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่นได้ยาก หรือขยายได้ช้า เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถเพิ่มจำนวนต้นได้จำนวนมากอย่างรวดเร็ว สามารถผลิตต้นพันธุ์ได้ตลอดปี ซึ่งต้นพันธุ์ที่ได้จะมีลักษณะเหมือนเดิมทุกประการ และให้ผลผลิตคุณภาพดี พืชหลายชนิดที่มีปัญหาในการขยายพันธุ์แบบปกติแต่ปัจจุบันประสบความสำเร็จในการขยายพันธุ์โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เช่น กล้วยไม้ หน้าวัว หน่อไม้ฝรั่ง

2.6.2 การผลิตต้นพันธุ์ที่ปราศจากโรค พืชหลายชนิดจะมีเชื้อไวรัสแฝงตัวอยู่ในท่อลำเลียง จึงเป็นการยากต่อการผลิตพันธุ์พืชที่ปราศจากโรค ดังนั้นการเพาะเลี้ยงส่วนของปลายยอดที่ยังไม่มีท่อลำเลียงจะสามารถขจัดการปนเปื้อนของไวรัสเหล่านั้นได้

2.6.3 การผลิตสารสำคัญ พืชหลายชนิดสามารถผลิตสารสำคัญได้ ซึ่งสารสำคัญเหล่านี้ เช่น สารตัวยารักษาโรค สีที่ใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งการนำพืชเหล่านี้มาเพาะเลี้ยงในสภาวะที่ควบคุมได้จะสามารถชักนำให้เซลล์ของพืชผลิตสารในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

2.6.4 การอนุรักษ์พันธุกรรมและการแลกเปลี่ยนพันธุ์พืช เป็นการเก็บรวบรวมพันธุ์พืชโดยการเพาะเลี้ยงไว้ในขวดและบังคับให้เติบโตอย่างช้าๆ ซึ่งทำให้สามารถเก็บรักษาพันธุ์พืชไว้ได้นาน ประหยัดพื้นที่และแรงงาน นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการแลกเปลี่ยนพันธุ์พืชกับต่างประเทศ เพราะอยู่ในขวดและปราศจากเชื้อโรค

2.6.5 การปรับปรุงพันธุ์พืช เป็นการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาประยุกต์ใช้ เช่น การสร้างพืชโครโมโซมชุดเดียว การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ การรวมเซลล์พืช และพันธุวิศวกรรมของพืช

2.7 การใช้ประโยชน์การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทางด้านการเกษตร

สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายด้านดังนี้

2.7.1 เพื่อการขยายพันธุ์พืชให้ได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว ได้แก่ การเพาะเลี้ยงแคลลัส การเพาะเลี้ยงตายอด เป็นต้น เพื่อผลิตพันธุ์พืชซึ่งเราสามารถขยายหรือเพิ่มปริมาณพืชที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ในปริมาณมาก และรวดเร็ว โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชเป็นทวีคูณ (Kadhimi et al, 2014, pp. 484-493) สะดวกต่อการเก็บรักษารวบรวมพันธุ์ แนวทางนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไปในประเทศไทย มีพืชหลายชนิดที่เรานำมาขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ เช่น กล้วยไม้ ปาล์มน้ำมัน กล้วย สตรอเบอรี่ ไม้ดอกไม้ประดับต่างๆ เป็นต้น (Sarwar, Arshad, Martens and Frankenberger, 1992, pp. 207-215)

2.7.2 เพื่อการผลิตพืชที่ปราศจากโรค ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการผลิตพืช คือ การเกิดโรคพืชโดยเฉพาะโรคที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และไฟโตพลาสมา ที่ติดมากับเมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์ต่างๆ ที่มีความสำคัญมากต่อการผลิตพืช เนื่องจากทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก ทำโดยการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด จะสามารถผลิตพืชที่ปราศจากเชื้อได้

2.7.3 เพื่อการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมของพืช โดยเก็บรักษาในรูปแคลลัส หรือต้นที่สมบูรณ์ในหลอดทดลองสามารถทำได้คราวละมากๆ แต่ใช้เนื้อที่แรงงานต้นทุนน้อย ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นในแปลงรักษาพันธุ์ด้วย

2.7.4 เพื่อการผลิตยาหรือสารเคมีจากพืช โดยนำเนื้อเยื่อของพืชบางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นยาหรือสารเคมีที่มีประโยชน์ทางอุตสาหกรรม มาสกัดสารดังกล่าว การใช้เทคนิคด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อรากหญ้าแฝกใน MS medium และใส่ NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อสกัดน้ำมันหอมจากรากหญ้าแฝกลุ่ม (Esyanti, Iriawati, & Marisadora, 2013, pp.863-866)

2.7.5 เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทาน หรือต้านทานได้จากเงื่อนไขของอาหารและสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยง หรือการชักนำการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสีหรือสารเคมี

2.7.6 การศึกษาทางชีวเคมี สรีรวิทยา และพันธุศาสตร์ พืชที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถติดตามการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงในด้านเหล่านี้ได้ง่าย ชัดเจน และถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากการควบคุมตัวแปรต่างๆ ทำได้ดีกว่าในสภาพปลูกปกติ (นิตย์ศรี แสงเดือน, 2551)

3. ฮอร์โมนพืช

ฮอร์โมนพืช (plant hormones; phytomones) หมายถึง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเฉพาะที่พืชผลิตขึ้นเองเท่านั้น สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth regulators) หมายถึง สารเคมีใดๆ ที่พืชผลิตขึ้นเอง และไม่ได้ผลิตโดยพืช ซึ่งมีผลในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในทางส่งเสริมและยับยั้งการเจริญเติบโต และสามารถทำงานได้ที่ความเข้มข้นต่ำ แต่จะต้องไม่ใช่สารอาหารพืช

3.1 ประเภทสารฮอร์โมนพืช และคุณสมบัติ

แบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ 4 กลุ่ม คือ

3.1.1 ออกซิน (auxins)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มออกซิน มีอยู่หลายชนิด สารออกซินชนิดแรกที่ค้นพบคือ IAA (indol-3-acetic acid) ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นเอง โดยมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และยังมีผลกระตุ้นการเกิดราก รวมถึงมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆ ของพืช ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้หลายวิธีกับพืชทั้งต้น รวมทั้งวิธีที่ตัดอวัยวะเฉพาะส่วนมาทดสอบ สรุปได้ว่ากระบวนการต่างๆ หลายอย่างที่เกิดขึ้นในพืชนั้น ออกซินมีส่วนในการควบคุมกระบวนการนั้นๆ ด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงทำให้มีการสังเคราะห์สารต่างๆ ที่มีคุณสมบัติคล้ายออกซินเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สารสังเคราะห์เหล่านี้มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้ทั่วไปมีไม่มาก ได้แก่ 1-naphthaleneacetic acid (NAA), 3-indolebutyric acid (IBA), 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) และ 4-chlorophenoxyacetic acid (4-CPA) (พีรเดช ทองอำไพ, 2537, น. 196) ออกซินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1) ช่วยกระตุ้นการแบ่งเซลของเยื่อเจริญ (cambium) ทำให้พืชมีเนื้อไม้มากขึ้น เกิดการเจริญเติบโตด้านข้างเพิ่มขึ้น ทดลองใช้ NAA และ BAP ที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำมะพร้าวต่อการเจริญของเนื้อเยื่อพืช ช่วยส่งเสริมการเจริญของต้นพืช (Gbadamosi & Sulaiman, 2012, pp. 53-58).

2) ออกซินช่วยให้เซลล์ในส่วนต่างๆ ของพืชยืดยาวขึ้น โดยการกระตุ้นให้สร้างผนังเซลล์มากขึ้น การใช้ไซโตไคนิน 1.0-3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และออกซิน 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรในอาหารสูตร MS media มีผลต่อการเจริญของรากพืช จำนวนรากเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่ BAP 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร กับออกซิน IBA 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรกับสตรอเบอรี่ (Kadhimi et al, 2014, pp. 484-493)

3) ควบคุมการเจริญของตาข้างโดยตายอด ซึ่งเรียกว่า การข่มของตายอด โดยตายอดสร้างออกซินขึ้นมาในปริมาณที่สูงแล้วลำเลียงลงสู่ด้านล่าง ความเข้มข้นระดับนี้จะยับยั้งการเจริญเติบโตของตาและใบด้านข้างไม่ให้เจริญเติบโต พืชจึงสูงขึ้นมากแต่ไม่เป็นพุ่ม แต่เมื่อเราตัดยอดออกความเข้มข้นของออกซินจะลดลง ทำให้ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของตาด้านข้างและใบได้ พืชจึงแตกตาด้านข้างได้ และทำให้ต้นพืชมีลักษณะเป็นพุ่ม

4) ออกซินในปริมาณที่พอเหมาะสามารถใช้กระตุ้นการเกิดรากสำหรับการตอนและการปักชำกิ่งได้

5) ควบคุมการตอบสนองของพืชโดยมีแสงเป็นสิ่งเร้า หรือมีแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นสิ่งเร้า

6) ควบคุมการออกดอกของพืชปกติ โดยทั่วไปถ้าพ่นออกซินให้แก่พืชที่ใกล้จะออกดอก จะทำให้พืชนั้นออกดอกช้าลง แต่ในสับปะรด มะม่วง ลิ้นจี่ เมื่อให้ออกซินจะทำให้ออกดอกเร็วขึ้น และออกดอกพร้อมๆ กัน อย่างไรก็ตาม พีรเดช ทองอำไพ (2537, น. 196) กล่าวว่า ถึงแม้เกษตรกรหลายท่านเข้าใจว่าสารในกลุ่มออกซินนี้ เร่งการเกิดดอกของพืชได้ แต่แท้จริงแล้วผลของออกซินในข้อนี้ยังค่อนข้างเลื่อนลอย เท่าที่มีงานทดลองสรุปได้แน่ชัดว่าออกซินเร่งการเกิดดอกได้เฉพาะในสับปะรดเท่านั้น การใช้ NAA หรือ IBA สามารถเร่งการเกิดดอกของสับปะรดได้ แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้ถ่านก๊าซและเอทธิฟอน แต่ก็เชื่อได้ว่าการเกิดดอกของสับปะรดไม่ได้เป็นผลของ NAA หรือ IBA โดยตรง แต่เป็นผลทางอ้อมที่สารดังกล่าวไปกระตุ้นให้ต้นสับปะรดสร้างเอทธิลีนขึ้นมา และเอทธิลีนเป็นตัวกระตุ้นให้สับปะรดเกิดดอก สำหรับในประเทศไทยเคยมีการแนะนำให้ใช้ NAA ผสมกับโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เพื่อฉีดเร่งดอกมะม่วง แต่ยังไม่มีข้อมูลใดๆ ยืนยันว่าวิธีการดังกล่าวใช้ได้ผล

7) เปลี่ยนเพศดอก พืชหลายชนิดที่มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่ต่างดอกหรือต่างต้นกัน เช่น ต้นเงาะ ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ต้นตัวผู้ซึ่งมีแต่ดอกตัวผู้ ที่ไม่สามารถให้ผลผลิต จึงถูกตัดทิ้งเนื่องจากไม่สามารถให้ผลผลิตได้ และต้นตัวเมียซึ่งมีดอกตัวเมีย จากการที่ต้นตัวผู้ถูกตัดทิ้งทำให้มีเกสรตัวผู้ไม่เพียงพอในการผสมกับดอกตัวเมีย ผลผลิตจึงลดลงเพราะดอกตัวเมียไม่สามารถพัฒนาเป็นผลได้ การพ่นออกซิน ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร แก่ช่อดอกเงาะต้นตัวเมีย ในระยะดอกตูม สามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนเพศดอกจากดอกตัวตัวเมียเป็นดอกตัวผู้ได้

8) เพิ่มขนาดของผล และป้องกันผลร่วง มีรายงานว่าออกซินอาจช่วยขยายขนาดของผลไม้บางชนิดได้ เช่น การใช้ 4-CPA หรือ NAA กับสับปะรด ผลไม้บางชนิดสามารถใช้ออกซินเพื่อป้องกันผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวได้ เช่น มะม่วง ส้ม องุ่น และลางสาด เป็นต้น สารที่นิยมใช้คือ NAA และ 2,4-D

9) ควบคุมการเจริญเติบโตของผล เช่น แตงโม องุ่น มะเขือเทศ บวบ มะเดื่อ สตรอเบอรี่ เมื่อพ่นด้วยออกซินในปริมาณที่พอเหมาะก็จะทำให้รังไข่เจริญไปเป็นผลได้โดยไม่มีเมล็ด ซึ่งเรียกผลไม้ประเภทนี้ว่า ผลไม่มีเมล็ด หรือผลกระเทย พีรเดช ทองอำไพ (2537, น. 196) กล่าวว่า มีรายงานว่าออกซินอาจช่วยขยายขนาดของผลไม้บางชนิดได้ เช่น การใช้ 4-CPA หรือ NAA กับสับปะรด ผลไม้บางชนิดสามารถใช้ออกซินเพื่อป้องกันผลร่วงก่อนการเก็บเกี่ยวได้ เช่น มะม่วง ส้ม องุ่น และลางสาด สารที่นิยมใช้คือ NAA และ 2,4-D เป็นต้น

10) ควบคุมการหลุดร่วงของใบ ดอก และผล เมื่ออวัยวะดังกล่าวแก่ตัว การสร้างออกซิเจนจะน้อยลงกว่าส่วนอ่อนและลำต้นจึงทำให้ร่วงได้ ดังนั้นการพ่นออกซินให้ในปริมาณที่พอเหมาะส่วนต่างๆ เหล่านั้นก็จะไม่หลุดร่วงง่าย

11) สารประกอบต่าง ๆ ที่สังเคราะห์ขึ้นมาและนิยมใช้แทนออกซินธรรมชาติ ได้แก่ NAA, IBA และ NOA สารเหล่านี้มีผลเช่นเดียวกับออกซินในธรรมชาติ นอกจากนี้ยังใช้ออกซินสังเคราะห์สารบางชนิดในการกำจัดวัชพืชใบกว้าง หรือพืชใบเลี้ยงคู่ คือ 2,4-D และ 2,2-D ใช้ในการกำจัดวัชพืชใบแคบคือ พวกหญ้าและใบเลี้ยงเดี่ยวต่างๆ สำหรับสารที่ทำลายฤทธิ์หรือผลของออกซินหรือที่เรียกว่า แอนติออกซิน ได้แก่ 2,6-D และ transcinamic acid เมื่อใช้ร่วมกับออกซินแล้วจะไม่มีผลของออกซินให้เห็น

12) ออกซินมีสมบัติเป็นสารกำจัดวัชพืช (herbicides) ออกซินทุกชนิดถ้าใช้ความเข้มข้นสูงจะสามารถฆ่าพืชได้ ดังนั้นจึงมีการนำสารออกซินมาใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชอย่างกว้างขวาง ออกซินที่ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช อย่างกว้างขวางได้แก่ 2,4-D, 2,4,5-T , MCPA สารที่นิยมใช้คือ 2,4-D รองลงมาคือ 4-CPA สารทั้งสองชนิดนี้มีฤทธิ์ของออกซินสูงมาก จึงใช้ฆ่าวัชพืชได้แม้จะใช้ความเข้มข้นไม่สูงมากนักก็ตาม อนุพันธ์ของ picolinic acid เช่น picloram มีสมบัติที่ทำให้เป็นที่นิยมกว้างขวางเนื่องจากความเป็นพิษต่อพืช มีราคาถูกและการเลือกทำลายพืชใบเลี้ยงคู่มากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว 2,4,5-T ถูกห้ามใช้ในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีสารพิษที่ร้ายแรงคือ dioxin ปนเปื้อนอยู่ สารกำจัดวัชพืชเหล่านี้อาจอยู่ในรูปเกลือของด่างอ่อน เช่น ammonia (amines), กรด emulsifiable, ester และผสมกับน้ำมันหรือ detergent เพื่อให้มีการกระจายตัวและจับใบสามารถดูดซึมเข้าสู่ใบพืชได้ดีขึ้น และเมื่อดูดซึมเข้าไปแล้วจะถูกลำเลียงส่วนใหญ่ทาง phloem ไปกับสารที่เกิดจากการสังเคราะห์แสง ดังนั้นเวลาฉีดพ่นให้ได้ผลดีที่สุด คือตอนเช้ามืดของวันที่มีแดด กลไกที่แท้จริงของสารเหล่านี้ยังไม่กระจ่างเพียงแต่สันนิษฐานว่าออกซินเหล่านี้เข้าไปรบกวนการสร้าง DNA และการแปล RNA ดังนั้นจึงทำให้การสร้างเอนไซม์ต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตเหล่านี้ได้รับการสร้างอย่างผิดปกติ

3.1.2 ไซโตไคนิน (cytokinins)

ไซโตไคนินในพืชจะมีน้ำตาลเพนโทส (คาร์บอน 5 อะตอม) เกาะติดอยู่หรือมีฟอสเฟสอยู่ด้วย หมายความว่า ไซโตไคนินเกิดขึ้นแบบไรโบไซด์ (riboside) หรือไรโบไทด์ (ribotide) เช่นอนุพันธ์ของซีอะทินที่พบว่าในผลอ่อนข้าวไรโบไทด์ชนิดหนึ่ง นอกเหนือจากไซโตไคนินที่พบในพืชยังมีสารที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ทางเคมีที่สมบัติเช่นเดียวกับไซโตไคนิน ซึ่งเป็นสารไซโตไคนินสังเคราะห์ ได้แก่ benzyladenine (BA) และ tetrahydropyranyl (PBA) และใน t-RNA ของสัตว์และจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถสร้างสารกระตุ้นการแบ่งเซลล์นี้ได้ แหล่งของไซโตไคนินในพืชพบมากในบริเวณปลายราก และสามารถเคลื่อนย้ายไปในส่วนของใบ ลำต้น และส่วนต่างๆ ของพืชโดยผ่านทางท่อน้ำ (Kadhimi et al, 2014, pp. 484-493) ไซโตไคนินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1) ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ หน้าที่หลักของไซโตไคนิน คือ ช่วยให้ไซโตพลาสซึมของเซลล์ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ลำต้น และราก เกิดการแบ่งตัว (นิตย์ ศกุนรักษ์ 2541, น. 237)

2) เร่งการขยายตัวของเซลล์ จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อต้นยาสูบ พบว่าไซโตไคนินสามารถขยายขนาดของแวคิวโอลในเซลล์ ทำให้เซลล์ขยายใหญ่ขึ้นได้ และพบว่าในเซลล์ที่เจริญเต็มที่ของแผ่นใบและใบเลี้ยงซึ่งปกติจะไม่มีการขยายตัว ไซโตไคนินสามารถส่งเสริมการขยายตัวของเซลล์ในส่วนที่ตัดจากแผ่นใบและใบเลี้ยงได้

3) ส่งเสริมการสร้างและการเจริญของตา การเพิ่มไซโตไคนินให้กับตาข้างทำให้แตกออกมาเป็นใบได้ ทั้งนี้เพราะตาข้างจะดึงอาหารมาจากส่วนอื่น (ดนัย บุณยเกียรติ, 2539) ช่วยในการงอกของเมล็ด ไซโตไคนินเป็นสารช่วยเร่งการแบ่งเซลล์ จึงมีผลทำให้เมล็ด สามารถงอกได้เร็วขึ้น ในเมล็ดที่กำลังงอกจะพบไซโตไคนินในปริมาณสูง ไซโตไคนินยังสามารถกระตุ้นเมล็ดและตาข้างที่พักตัวให้เกิดการงอกได้

4) ส่งเสริมการสร้างโปรตีน ไซโตไคนินสามารถดึงสารและกรดอะมิโนชนิดต่างๆ เข้าใกล้ตัวและสามารถสร้าง RNA และ DNA ซึ่งทั้งกรดอะมิโน RNA และ DNA เป็นสารที่จำเป็นในการสร้างโปรตีนทำให้พืชทั้งต้นเจริญเติบโต

5) ชะลอกระบวนการเสื่อมสลายตัวของคลอโลฟิลล์ โดยเฉพาะ BAP สามารถชะลอการแก่ของพืช แต่สารนี้มีราคาสูงไม่นิยมใช้ในทางพาณิชย์

6) ควบคุมการเปิดปิดของปากใบ ในพืชทั่วไปปากใบจะเปิดในที่มีแสงและปิดในที่มืด ไซโตไคนินมีผลทำให้ปากใบเปิดในที่มืดได้

7) ส่งเสริมการพัฒนาของคลอโรพลาสต์และการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ส่วนของพืชที่มีไซโตไคนินจะสามารถดึงเอาอาหารมาจากส่วนอื่นๆได้ และยังช่วยให้ใบที่เปลี่ยนเป็น

สีเหลืองสามารถสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ขึ้นได้อีก ทำให้ส่วนของพืชที่ได้รับสารไซโตไคนินมีอายุได้นาน

8) ชักนำการสร้างตาดอกและพัฒนาตาดอก พบว่า ไซโตไคนินมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าออกซินและจิบเบอเรลลิน

9) ไซโตไคนินเพิ่มขนาดเซลล์ในใบเลี้ยงและในใบของพืชใบเลี้ยงคู่

3.1.3 จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

การค้นพบจิบเบอเรลลินเริ่มจากปี ค.ศ. 1890 โดยชาวนาญี่ปุ่นได้สังเกตต้นกล้าของข้าวที่มีลักษณะสูงผิดปกติจะอ่อนแอ มักไม่ออกดอกและตายก่อนที่จะเจริญเติบโตเต็มที่เรียกอาการผิดปกตินี้ว่า “โรคบาคาเน” (bakanae) ต่อมาในปี ค.ศ. 1926 นักพฤกษศาสตร์ชาวญี่ปุ่นได้ค้นพบว่าโรคข้าวชนิดนี้เกิดจากเชื้อราชื่อ *Gibberella fujikuroi* เชื้อรานี้สร้างสารที่มีผลกระตุ้นการยืดยาวของลำต้น ต่อมาในปี ค.ศ.1935 นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นประสบผลสำเร็จในการสกัดสารดังกล่าวจากเชื้อรานี้ จึงให้ชื่อสารนี้ว่า จิบเบอเรลลิน และในปี ค.ศ. 1955 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้สกัดสารจากเชื้อราชนิดนี้เช่นกัน แล้วให้ชื่อสารที่สกัดได้นี้ว่า กรดจิบเบอเรลลิก (gibberellic acid) (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2542, น. 222) จิบเบอเรลลิน เป็นชื่อที่ใช้เรียกทั่วไปของกลุ่มสารประเภทนี้ ตั้งชื่อเรียกเป็น gibberellin A_1 (GA_1), GA_2, GA_3 เป็นต้น โดยที่กรดจิบเบอเรลลิก คือ GA_3 เป็นชนิดที่พบมาก และมีการศึกษามากกว่าชนิดอื่น ปัจจุบันพบจิบเบอเรลลินมากกว่า 80 ชนิด (ดนัย บุณยเกียรติ, 2539, น. 216)

โดยทั่วไปในพืชชั้นสูงมีแหล่งสังเคราะห์สารจิบเบอเรลลินอย่างน้อย 3 แหล่ง ได้แก่ ในผลหรือเมล็ดที่กำลังเจริญพัฒนา บริเวณปลายยอด และปลายราก แต่ GA มีผลต่อการเจริญเติบโตของรากโดยตรงน้อยมาก และยังยับยั้งการสร้าง adventitious root อีกด้วย การลำเลียง GA เกิดขึ้นโดยการแพร่ผ่านทาง xylem และ phloem ซึ่งโดยมาก GA ในลำต้นส่วนมากลำเลียงมาจากรากผ่านทาง xylem สำหรับ GA_3 เป็นสารที่รู้จักกันมากที่สุดในกลุ่มของจิบเบอเรลลิน และนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรอย่างมาก สาร GA_3 อาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่ากรดจิบเบอเรลลิก ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวละลายได้ดีในแอลกอฮอล์ แต่ไม่ละลายน้ำ จิบเบอเรลลินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1) กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลินที่ได้จากภายนอก ซึ่งอาจเป็นเพราะพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว การศึกษาผลของ GA3 และ ABA ต่อการงอกของเมล็ดข้าวฟ่างเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่สารทั้ง 2 ชนิดนี้ พบว่า GA3 มีผลช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ด ในขณะที่ ABA ยับยั้ง

การงอกของเมล็ด และ GA3 ยังมีผลต่อการเพิ่มกิจกรรมเอ็นไซม์ phosphatase อย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากเอนไซม์ phosphatase มีบทบาทอย่างมากต่อกลไกการเจริญเติบโตของเซลล์พืช

2) กระตุ้นการเกิดดอก (flower initiation) โดยสาร GA สามารถทดแทนความยาวของวัน ที่จำเป็นต่อการออกดอกในพืชบางชนิด และทดแทนความต้องการความหนาวเย็นในการกระตุ้นการออกดอกในพืชบางชนิดอีกด้วย

3) ยับยั้งการออกดอกในพืช ในไม้ผลส่วนมากขณะที่เกิดการสร้างตาดอกปริมาณ GA ที่ปลายยอดจะอยู่ในปริมาณต่ำ

4) กระตุ้นการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุอาหารในเซลล์สะสมอาหารของเมล็ด

5) ช่วยทำให้พืชบางชนิดเกิดการพัฒนาของผลแบบ parthenocarpy (ไม่มีเมล็ด) เช่น มะเขือเทศ และ ส้ม

6) ช่วยให้องุ่นที่ไม่มีเมล็ดมีผลขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้องุ่นหลายพันธุ์มีขนาดใหญ่ขึ้น ช่อผลยืดยาว

7) การแสดงออกของเพศดอก GA_3 เข้มข้น 50-500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ช่อดอกของก่อ (chinese chestnut) มีจำนวนดอกตัวผู้น้อยลง และมีจำนวนดอกตัวเมียมากขึ้น แต่ในพืชตระกูลแตง เช่นแตงกวา ฟักทอง เป็นต้น กลับชักนำให้เกิดการสร้างดอกตัวผู้เพิ่มมากขึ้น

8) การชะลอการแก่ชรา (senescence) ในใบพืช

3.1.4 เอทธิลีน (Ethylene)

เอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซ เป็นสารอินทรีย์ที่มีสถานะเป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย จัดเป็นสารประเภทไฮโดรคาร์บอนมีสูตรทางเคมีคือ $CH_2=CH_2$ ติดไฟและเกิดการระเบิดได้ในช่วงความเข้มข้น 3.2 – 32.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทธิลีนจะไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช พืชและจุลินทรีย์หลายชนิดสามารถผลิตก๊าซเอทธิลีนได้ นอกจากนั้นมนุษย์ยังทำให้เกิดเอทธิลีนได้จากการเผาผลาญเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น ก๊าซใช้น้ำมันกับรถยนต์ เมื่อการสันดาปเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์จะได้เอทธิลีนออกมาทางท่อไอเสียอีกด้วย เอทธิลีนมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1) ทำให้เกิดการยืดยาวแบบโค้งงอของลำต้นและราก (epinasty) ของใบ โดยการส่งเสริมการยืดยาวของลำต้นและราก โดยเฉพาะในพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อการยืดยาวถูกยับยั้ง ลำต้นและรากจะมีความหนาขึ้นโดยมีการขยายขนาดของเซลล์ด้านข้าง ในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่นั้น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์จะเกิดขึ้น โดยจะมีการพอกพูนของ cellulose microfibrils ในทางด้านแนวตั้งของผนังเซลล์มากกว่าแนวนอน ในรากก็เกิดขึ้นในลักษณะเช่นเดียวกันนี้

2) กระตุ้นการออกดอกของมะม่วง สับปะรด และในผลไม้อื่นๆ

3) ควบคุมการสุกของผลไม้ เอทธิลีนจากภายนอกสามารถชักนำให้ผลไม้ประเภทที่บ่มให้สุกได้ ซึ่งสามารถสังเคราะห์เอทธิลีนขึ้นเองได้ในขณะที่มีการสุก โดยมีระบบการสังเคราะห์เป็นแบบ autocatalytic ethylene producing system ส่วนผลไม้ประเภทไม่สามารถบ่มให้สุกได้นั้นเอทธิลีนจากภายนอกไม่สามารถชักนำให้มีการสังเคราะห์เอทธิลีนขึ้นมาเอง เนื่องจากมีระบบการสังเคราะห์เอทธิลีนเป็นแบบ nonautocatalytic ethylene producing system จากการที่พบว่าเอทธิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่เกี่ยวข้องกับการสุกของผลไม้จึงเรียกเอทธิลีน ว่า fruit ripening hormone เอทธิลีนความเข้มข้นต่ำเพียง 1 ppm สามารถทำให้ผลไม้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น และชักนำให้เกิดการสุกของผลไม้

4) ควบคุมการตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงของโลก (geotropism) เอทธิลีนไปยับยั้งการเคลื่อนย้ายของออกซิน

5) ส่งเสริมการสูญเสียสีเขียว เอทธิลีนจะกระตุ้นให้เกิดการเสื่อมสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ในส้มสามารถใช้ในการทำให้ผลส้มมีสีเหลือง (degreening)

6) ส่งเสริมการร่วงของส่วนต่างๆ ทำให้ใบ ดอก ขั้ว หลุดออกง่าย

7) ทำให้เนื้อเยื่ออ่อนนุ่ม เอทธิลีนไปกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์หลายอย่าง เช่น pectinase และ cellulase เป็นต้น

8) รสชาติในผลไม้ เอทธิลีนช่วยกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลทำให้รสของผลไม้ดีขึ้น แต่ในแครอท กะหล่ำปลี เอทธิลีนจะกระตุ้นให้มีการสร้างสารพวกฟีนอลทำให้เกิดรสขม

9) การงอก เอทธิลีนจะทำลายการพักตัวของหัวมันฝรั่ง ทำให้เกิดการงอกขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็จะทำให้ยอดที่งอกออกมาใหม่นั้นมีการยืดตัวได้น้อยกว่าปกติ

10) การเกิดอาการผิดปกติ ผักกาดหอมห่อมีอาการเป็นแผลสีน้ำตาลตามบริเวณก้านใบหรือเส้นใบที่มีสีขาวเมื่อสัมผัสกับเอทธิลีน

11) การชราภาพของดอกไม้ ทำให้ดอกไม้หลายชนิดกลีบดอกม้วนตัวเข้าด้านในเหี่ยว สีซีดลง และหลุดร่วง ในคาร์เนชันเอทธิลีนทำให้ดอกไม่บานเรียกอาการนี้ว่า sleepiness

3.2 ประโยชน์ของฮอร์โมนหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

ประโยชน์ของฮอร์โมนหรือสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เกษตรกรบางรายอาจเข้าใจว่าฮอร์โมนมีประโยชน์ในการเร่งการออกดอกและเร่งการเกิดรากเท่านั้น แต่ความจริงแล้วฮอร์โมนยังมีประโยชน์อีกหลายด้าน เช่น เร่งการแตกตา ป้องกันการร่วงของดอกและผล ช่วยการเจริญของผล ช่วยเพิ่มผลผลิต และช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่จะนำ

ฮอร์โมนมาใช้ควรศึกษาให้ทราบถึงประโยชน์ของฮอร์โมนในแต่ละด้านเสียก่อน ซึ่งประโยชน์ของฮอร์โมนมีดังนี้

3.2.1 เร่งการเกิดราก การขยายพันธุ์โดยการตัดแต่งกิ่งปักชำและตอนกิ่งจะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการเกิดรากของกิ่งนั้นๆ กิ่งบางชนิดสามารถเกิดรากได้ง่ายและกิ่งบางชนิดเกิดรากได้ยากหรืออาจใช้เวลานาน ซึ่งนับเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของกิ่งปักชำและกิ่งตอน การเกิดรากของพืชเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่นฮอร์โมน ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นต้น ถ้าปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ไม่เหมาะสม การเกิดรากเป็นไปได้ช้า หรืออาจจะไม่เกิดขึ้นเลย ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนนั้นพบว่าฮอร์โมนหลายชนิดสามารถนำมาใช้เร่งการเกิดรากของพืชได้ เนื่องจากความสามารถในการเกิดรากของพืชแต่ละชนิดมีความยากง่ายไม่เท่ากัน เพราะฉะนั้นปริมาณฮอร์โมนที่พืชแต่ละชนิดต้องการจึงไม่เท่ากันด้วย ฮอร์โมนที่จำหน่ายโดยทั่วไป มักกำหนดไปเลยว่าสำหรับไม้เนื้ออ่อน ไม่กึ่งเนื้อแข็ง หรือไม้เนื้อแข็ง ฮอร์โมนที่ใช้ในการเร่งรากส่วนใหญ่เป็นฮอร์โมนในกลุ่มออกซินสังเคราะห์ เช่น IBA, NAA เป็นต้น

3.2.2 เร่งการแตกตา การติดตาของพืชจากต้นที่มีลักษณะดีไปยังต้นตอนั้น นับเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่รวดเร็วและได้ผลแน่นอนวิธีหนึ่ง เมื่อติดตากับต้นตอเรียบร้อยแล้ว จำเป็นที่จะต้องตัดกิ่งยอดต้นตอที่อยู่เหนือตานั้นทิ้งไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการข่มตาขึ้น โดยทั่วไปเมื่อตัดกิ่งยอดทิ้งไปแล้วตาที่ติดใหม่ก็จะเจริญไปเป็นกิ่งต่อไป สำหรับความสามารถของตาที่จะเจริญไปเป็นกิ่งได้รวดเร็วเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณของฮอร์โมนที่ตาได้รับ ดังนั้นการใช้ฮอร์โมนในกลุ่มไซโตไคนินป้ายที่ตาจะช่วยเร่งให้การแตกตาเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น

3.2.3 ช่วยในการออกดอก โดยธรรมชาติแล้วพืชจะมีการออกดอกตามฤดูกาลโดยไม่จำเป็นต้องได้รับฮอร์โมนจากภายนอกแต่อย่างใด แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าฮอร์โมนจะไม่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืช เพราะในธรรมชาตินั้นพืชได้สร้างฮอร์โมนมาเพื่อควบคุมการออกดอกอยู่แล้ว ฮอร์โมนสังเคราะห์บางชนิด เช่น จิบเบอเรลลิน สามารถกระตุ้นการออกดอกของพืช พวกที่มีปล้องสั้นหรือพืชที่ต้องการความเย็นสำหรับการออกดอกได้ นอกจากนี้ฮอร์โมนที่มีส่วนผสมเป็นออกซินสังเคราะห์ เช่น NAA เอทธิลีน ก็สามารถเร่งการออกดอกของพืชบางชนิดได้

3.2.4 ช่วยป้องกันการร่วงของดอกและผล ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการให้ผลผลิตต่ำของพืช คือ การร่วงหล่นของดอกและผล เนื่องจากการร่วงเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนหลายชนิด ดังนั้นเป็นการยากที่จะบอกว่าการร่วงเกิดขึ้นเนื่องจากพืชขาดฮอร์โมนชนิดใด ในธรรมชาติการร่วงของดอกและผลเป็นขบวนการปกติที่เกิดขึ้นกับพืช ทั้งนี้ก็เพื่อให้พืชสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนัก พืชที่มีดอกหรือผลมากเกินไปจะทำให้ต้นพืชหาอาหารมาเลี้ยงดอกและผลไม่เพียงพอ ดอกหรือผลที่เกิดขึ้นจึงไม่แข็งแรงหรือไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

4. เชื้อจุลินทรีย์ต่อสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

ในปัจจุบันการใช้สารเคมีในรูปของปุ๋ยเคมีและสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทั้งโรคและแมลง ในภาคเกษตรกรรมมีปริมาณมากขึ้นเป็นลำดับ สารเคมีดังกล่าวหลายชนิดมีผลกระทบและปัญหาต่อสภาพแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ ในกรณีของไนเตรทที่ปะปนลงน้ำใต้ดินบริเวณที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างมากและต่อเนื่อง ซึ่งพบว่าประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของตัวอย่างน้ำใต้ดิน มีปริมาณไนเตรทเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ทางองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) กำหนดไว้ (สำหรับน้ำดื่ม 50 กิโลกรัมของไนเตรทต่อลิตร) มลพิษจากสารไนเตรทที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (ปุ๋ยยูเรีย) ในปริมาณที่มากและต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมปริมาณสารไนเตรทในน้ำใต้ดิน เพราะสารประกอบไนโตรเจนสามารถจะละลายและเคลื่อนย้ายในชั้นดินได้ง่าย ด้วยสาเหตุจึงมีการพยายามศึกษาถึงการใช้ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากมีเชื้อจุลินทรีย์บางประเภทที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืช และมีกิจกรรมและบทบาทที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช รวมถึงเชื้อจุลินทรีย์อีกหลายประเภทที่ช่วยทำให้ธาตุอาหารพืชในดินมีความเป็นประโยชน์เพิ่มมากขึ้น นักวิจัยหลายคนจึงมุ่งเน้นไปที่เชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณรากพืช โดยคาดว่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีความสัมพันธ์ร่วมกันในเชิงพึ่งพาอาศัยกันอย่างอิสระ และส่งผลต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของพืช

สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ในพวกแบคทีเรียที่สร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (plant growth promoting rhizobacteria, PGPR) โดยธรรมชาติแล้วเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้จะเจริญและอาศัยอยู่บริเวณอิทธิพลของรากพืช และเชื้อแบคทีเรียช่วยส่งเสริมสารที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี เชื้อแบคทีเรียเหล่านี้ยังส่งผลให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้นด้วย ในบางครั้งเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวนี้อาจเรียกว่าเป็นพวกที่ส่งเสริมสุขภาพของพืช (plant health promoting rhizobacteria, PHPR) ทำหน้าที่เหมือนเป็นปุ๋ยชีวภาพ สารควบคุมทางชีวภาพ และสารส่งเสริมการเจริญทางชีวภาพ เชื้อแบคทีเรีย PGPR สามารถใช้ประโยชน์กับพืชเศรษฐกิจได้หลายชนิดในการเพิ่มการงอกของเมล็ด น้ำหนักต้นพืช และผลผลิตพืช รวมถึงการควบคุมเชื้อโรคพืชทางชีวภาพด้วย ลักษณะการส่งเสริมดังกล่าวอาจจะเกิดจากสารส่งเสริมการเจริญโดยตรงหรือโดยอ้อม บทบาทของ PGPR ประกอบด้วย การตรึงไนโตรเจนของพืช การเพิ่มความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในบริเวณรากพืช การเพิ่มมวลของราก การส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (ฮอร์โมนพืช) การควบคุมหรือยับยั้งกิจกรรมของเชื้อโรคพืช และการปรับปรุงสมบัติของดิน

การใช้ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR มีจุดประสงค์ที่สำคัญเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช และยังเป็นแนวทางเลือกสำหรับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และเชื้อจุลินทรีย์แทน

การใช้ปุ๋ยเคมีและสารฮอร์โมนพืช ในการสนับสนุนเกษตรอินทรีย์และการรักษาสภาพแวดล้อม เชื้อจุลินทรีย์ PGPR เป็นกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญบริเวณรากพืช ซึ่งมีกิจกรรมร่วมกันกับพืชและรากพืช โดยจุลินทรีย์บางสายพันธุ์สามารถผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตพืช ที่ส่งเสริมทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชและระบบรากพืชด้วย กลไกของเชื้อกลุ่มนี้ได้แก่

4.1 การผลิตหรือการเปลี่ยนสารในกลุ่มฮอร์โมนออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน และ เอทธิลีนที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

4.2 การมีกิจกรรมร่วมกับการตรึงไนโตรเจนของเชื้อจุลินทรีย์

4.3 การผลิตสารที่ช่วยยับยั้งเชื้อโรคพืชในบริเวณนั้น ได้แก่ การผลิต siderophores, ß 1-3 glucanase, chitinase, antibiotics และ cyanide

4.4 การผลิตและช่วยสร้างสารที่ส่งเสริมการละลายของสารประกอบฟอสเฟต และธาตุอาหารพืชชนิดอื่นๆ

อย่างไรก็ตามการทดลองเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR ได้ผลอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโตของรากและต้นพืช โดยเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการและในเรือนกระจกที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างดี การใช้เชื้อในกลุ่มนี้เมื่อใส่ลงในดินตามสภาพธรรมชาติ อาจจำเป็นต้องแข่งขันกับเชื้อจุลินทรีย์ดินชนิดอื่นๆ ด้วย ดังนั้นจึงควรพิจารณากลุ่มของเชื้อจุลินทรีย์ PGPR ที่มีแหล่งแยกเชื้อจากดินหรือบริเวณรากพืช ซึ่งจะทำให้เชื้อที่แยกได้มีความสามารถในการอยู่รอดและแข่งขันได้ในดินสภาพธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากเชื้อ PGPR ในลักษณะของปุ๋ยชีวภาพเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญต่อการลดต้นทุน การใช้ปุ๋ยเคมี การส่งเสริมเกษตรอินทรีย์ และการรักษาสภาพแวดล้อม

สำหรับความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชโดยเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอย่างอิสระในบริเวณรากพืชที่คัดแยกได้จากดินหลายชนิดมีความสามารถในการผลิตสารช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ซึ่ง Ryu, Hu, Locy, and Kloepper (2005, pp. 285-292) รายงานว่ามีกลไกอยู่หลายอย่างที่อธิบายการส่งเสริมการเจริญของพืช ซึ่งกลไกดังกล่าวมีทั้งทางตรงและทางอ้อม สำหรับกลไกทางตรงเชื้อแบคทีเรีย PGPR ผลิตสารฮอร์โมน เช่น IAA, GA_3, และไซโตไคนิน เป็นต้น และการละลายสารฟอสเฟต สำหรับกลไกทางอ้อมเป็นกลไกการยับยั้งเชื้อโรคพืชหรือเชื้อที่มีอันตรายต่อพืชบางชนิดในบริเวณรากพืช ซึ่งเป็นการควบคุมทางชีวภาพ สำหรับการศึกษากลไกของเชื้อแบคทีเรียมักจะเน้นการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มากกว่าการศึกษาชนิดของพืชที่มีผลต่อการใช้เชื้อดังกล่าว การเลือกพืชที่ทดลองก็ควรเป็นพืชที่เจริญได้รวดเร็วมีการแสดงลักษณะให้เห็นได้ชัดเจน แต่สำหรับการทดลองใช้เชื้อแบคทีเรียพวก PGPR จำนวน 8 สายพันธุ์ในกลุ่ม *Bacillus* sp., *Paenibacillus* sp., *Pseudomonas* sp. และ *Serratia* sp. กับต้นกล้า

Arabidopsis thaliana (L.) ทั้งในสภาพห้องทดลองและในเรือนกระจก พบว่าเชื้อแบคทีเรียที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นไปตามระยะห่างของจุดที่ใส่เชื้อกับพืช เนื่องจากสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ผลิตจากเชื้อ PGPR จะแพร่จากตัวเชื้อผ่านวุ้นไปยังต้นกล้าพืช ดังนั้นความเข้มข้นของสารฮอร์โมนจึงลดลงตามระยะทางที่เพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น เชื้อ *Pseudomonas* sp. บางชนิด เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารออกซินในกลุ่ม IAA ซึ่งจะมีผลต่อการส่งเสริมหรือการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช โดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารออกซินดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีเชื้อจุลินทรีย์อีกบางกลุ่ม สามารถเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชให้เป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น และส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่นสาร phytase ช่วยการละลายของสารประกอบฟอสเฟต เป็นต้น อย่างไรก็ตามผลการวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ PGPR ในสภาพห้องปฏิบัติการได้ผลดีมากต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช แต่เมื่อนำไปทดลองในสภาพเรือนกระจกกลับไม่เห็นผลของการส่งเสริมดังกล่าว ดังนั้นกลไกของเชื้อจุลินทรีย์ PGPR และสารส่งเสริมการเจริญเติบโต เมื่อทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการและเรือนกระจกจึงมีกลไกที่แตกต่างกัน สำหรับการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ เชื้อจุลินทรีย์ PGPR ที่นำมาทดสอบจะไม่ได้ถูกรบกวนจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ (ที่มีอยู่ในธรรมชาติ) ดังนั้นกลไกของสารส่งเสริมการเจริญเติบโตจึงเป็นแบบโดยตรงโดยเชื้อ PGPR ผลิตขึ้นและมีผลตรงต่อการเจริญของพืช นอกจากนี้ในสภาพห้องปฏิบัติการจะควบคุมสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มของแสง ช่วงเวลาการได้รับแสง และความชื้น ซึ่งจะมีความแตกต่างกับการทดลองในสภาพเรือนกระจก จึงทำให้กลไกและกระบวนการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชมีความแตกต่างกัน ในกรณีนี้การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพทางด้านนี้ จึงควรพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นของการทดลองในเรือนกระจกหรือในสภาพสนาม ซึ่งในสภาพดังกล่าวนี้สภาพแวดล้อมของการทดลองจะแตกต่างกันอย่างมาก โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ PGPR ที่ใช้จำเป็นต้องอยู่รอดและแข่งขันกับจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่อาศัยและเจริญอยู่นั้น

สำหรับการใช้ประโยชน์จากเชื้อจุลินทรีย์ ในกลุ่มที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช มีรายงานว่าได้ผลต่อการเจริญทั้งส่วนต้นและราก จากรายงานของ Akbari, Arab, Alikhani, Akkagdadu, and Arzanesh (2007, pp. 523-529) พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ในดิน ได้แก่ *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp. และ *Enterobacter* sp. แสดงถึงการเจริญเติบโตของพืชโดยส่งเสริมการงอกของรากพืช สำหรับเชื้อ *Azospirillum* sp. ที่แยกได้จากบริเวณรากพืช ซึ่งเชื้อเหล่านี้มีความสามารถผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช และการใส่เชื้อดังกล่าวลงในดิน ส่งผลให้พืชที่ปลูกในดินมีการเจริญเติบโตมากขึ้น มวลชีวภาพของราก โครงสร้างราก มีลักษณะที่เปลี่ยนไปอย่างเห็นได้ชัดเจน (ความยาวราก น้ำหนักของราก และเพิ่มปริมาณรากด้านข้าง นอกจากนี้ Khakipour, Khavazi, Mojallali, Pazira, and Asadirahmani (2008, pp. 687-692) รายงานว่าเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Pseudomonas* sp. มี

บทบาทสำคัญมากต่อการผลิตสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช การผลิตสารฮอร์โมนออกซินของเชื้อเหล่านี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช เมื่อมีการใส่เชื้อลงในดินในการทดลองใช้เชื้อจำนวน 50 สายพันธุ์และประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์ของสายพันธุ์ สามารถผลิตสารฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน และสามารถผลิตสาร IAA มากถึง 31.6 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้เชื้อที่ทำการทดลองมีความสามารถในการผลิตสารฮอร์โมนชนิดอื่นๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน และมีแนวโน้มว่าเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวมีศักยภาพในการผลิตสารฮอร์โมน ในปริมาณที่มากเพียงพอต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช จากรายงานการทอลองของ Gholami, Shahsavani, and Nezarat. (2009, pp. 53-58) ศึกษาผลของใช้เชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม plant growth promoting rhizobacteria ต่อการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด โดยใช้เชื้อ PGPR 6 สายพันธุ์ เป็น *Pseudomonas* sp. 4 สายพันธุ์ และ *Azospirillum* sp. 2 สายพันธุ์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใส่เชื้อพร้อมเมล็ดช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ด และการแข็งแรงของต้นกล้าข้าวโพดอย่างเห็นได้ชัดเจน การตรวจวัดน้ำหนักแห้งของใบและต้น รวมถึงพื้นที่ผิวของใบข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ PGPR ดังกล่าว (ทั้งในดินที่ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และไม่ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ผลการทดลองนี้พบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ส่งผลให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยสนับสนุนให้ความสูง น้ำหนักเมล็ด จำนวนเมล็ด และพื้นที่ผิวใบของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลพรรณ นามวงศ์พรหม, มาลี ณ นคร, วงศ์จันทร์ วงศ์แก้ว, และวีรชัย ณ นคร (2535) เนื่องจากความจำกัดของสภาพธรรมชาติ ฤดูกาล พื้นที่ปลูก ต้นทุนการผลิต น้ำและแรงงาน จึงมีการศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีชีวภาพ ที่สามารถนำชิ้นส่วนของพืชมาเลี้ยงในขวดแก้วที่บรรจุสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อ ในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมเป็นการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ ที่สามารถเพิ่มปริมาณต้นพันธุ์เป็นปริมาณมากในระยะเวลารวดเร็ว มีลักษณะเหมือนต้นแม่พันธุ์ทุกประการ อรดี สหวัชรินทร์ (2533, น. 17) และ Murashige and Skoog (1962) ได้คิดค้นสูตรอาหารสังเคราะห์ MS ซึ่งใช้ดัดแปลงเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้หลายชนิด ประศาสตร์ เกื้อมณี (2536) มีการศึกษานำส่วนข้อของหญ้าแฝกลุ่มมาจากอินโดนีเซีย มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร MS (1962) ที่เติม BAP 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงย้ายปลูกหญ้าแฝกมีเปอร์เซ็นต์รอดตายถึง 97 เปอร์เซ็นต์

วิฑูร ชินพันธุ์ และอาทิตย์ ศุขเกษม (2536) ทำการศึกษาการขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำชิ้นส่วนของหน่อแฝก 3 แหล่งพันธุ์ คือ ญี่ปุ่น ศรีลังกา และอินเดีย

มาชักนำให้เกิดต้นจำนวนมาก บนอาหารสูตร Ms ที่เติม BAP 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า สามารถชักนำให้หน่อแฝกเกิดต้นใหม่ได้เฉลี่ย 3-5 หน่อ และเมื่อย้ายชิ้นส่วนที่มีต้น 3 ต้น ลงเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ลดความเข้มข้นของ BAP ลงเป็น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติม IBA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าหญ้าแฝกจะเกิดต้นใหม่เพิ่มขึ้น 10-20 เท่าภายในเวลา 4-6 สัปดาห์ โดยต้นใหม่ที่ได้มีขนาดเล็กมาก หลังจากนั้นนำต้นที่ได้ไปชักนำให้เกิดรากบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต พบว่ามีรากเกิดขึ้น 5-10 รากในเวลา 3-4 สัปดาห์ และเมื่อทำการย้ายกล้าหญ้าแฝกออกปลูกในเรือนเพาะชำ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 80-90 เปอร์เซ็นต์ อาทิตย์ ศุขเกษม, วิฑูร ชินพันธุ์ และเล็ก มอญเจริญ (2537) ศึกษาการขยายพันธุ์หญ้าแฝกโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ บนสูตรอาหารสังเคราะห์ Murashige and Skoog (1962) ซึ่งเติม BAP ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสามารถชักนำให้หญ้าแฝกเกิดยอด 3-5 ยอด และกล้าหญ้าแฝกสามารถรอดตายได้ 80-90 เปอร์เซ็นต์

อนุพันธ์ กงบังเกิด, และพันธิตรา กมล (2549, น. 183-201) ทำการศึกษาผลของไซโตไคนินและออกซินต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงกระเจียวขาว โดยนำชิ้นส่วนกระเจียวขาวป่า มาเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BAP Kinetin และ TDZ ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าชิ้นส่วนที่เลี้ยงบนอาหาร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 สามารถชักนำให้เกิดการสร้างยอดได้มากที่สุด คือ 2.7 ยอดต่อชิ้นส่วน ในเวลา 6 สัปดาห์ และในการชักนำให้เกิดรากจากต้นใหม่ โดยเลี้ยงบนอาหารสูตรแข็งและเติมฮอร์โมนในกลุ่มออกซิน NAA, IAA และ IBA ความเข้มข้น 0.1, 1.0, 2.0 และ 5.0 พบว่า สามารถชักนำให้เกิดรากได้สูงสุด คือ 8.06 รากต่อชิ้นส่วน ในเวลา 6 สัปดาห์ และเมื่อทำการย้ายกล้าหญ้าแฝกออกปลูกในเรือนเพาะชำ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 75 เปอร์เซ็นต์

อภิชาต ชิดบุรี, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, และพิทักษ์ พุทธวรชัย (2551, น. 31-36) ได้ทำการศึกษาการขยายพันธุ์หนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณ พบว่ายอดจำนวนมากสามารถชักนำได้ผลจากส่วนของปลายยอดจากต้นหนอนตายหยากที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติมความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนการเพิ่มจำนวนยอดได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร คือ 3.33 ยอดต่อชิ้นส่วน สามารถชักนำให้เกิดรากของต้นในสภาพปลอดเชื้อได้เมื่อเลี้ยงบนอาหารสูตร MS และเติม NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากนั้นทำการย้ายออกปลูกมีการรอดตายสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะทางกายวิภาคของพืชที่ขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ มีลักษณะเหมือนกับต้นที่ขยายพันธุ์โดยวิธีแยกหน่อ

การทดลองของ สุรวิช วรรณไกรโรจน์ (2549) พบว่าการใช้ออกซินและไซโตไคนินร่วมกันในปริมาณและสัดส่วนต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานของชิ้นส่วนพืชที่นำมาเลี้ยง โดยผลจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดพืช กรณีที่ใช้ในปริมาณน้อยของออกซินร่วมกับไซโตไคนิน

ในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันมักใช้เพื่อชักนำแคลลัส แต่ถ้าสัดส่วนมีการเปลี่ยนแปลงไปก็จะทำให้มีการเกิดยอดหรือรากขึ้นมาได้ โดยถ้าสัดส่วนของไซโตไคนินต่อออกซินสูงขึ้นจะมีการกระตุ้นการเกิดและพัฒนาเป็นยอด แต่ถ้าสัดส่วนของไซโตไคนินต่อออกซินลดลงจะกระตุ้นการเกิดและพัฒนาเป็นราก นอกจากนี้ Sobhana and Rajeevan (1993) ได้นำตายอดของหวาย 5 ชนิด เพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร 4 สูตร ได้แก่ Vacin and Went, Knudson C, MS และ Morel โดยเติม BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสูตรอาหาร Vacin and Went สามารถทำให้เกิดจำนวนยอดต่อชิ้นพืชได้มากที่สุด

Kyte and Kleyn (1996, p. 91) รายงานว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ใช้ธาตุอาหารที่สร้างขึ้นเอง หรือเป็นสารที่ให้แก่พืชแล้วสารนั้นจะช่วยสร้างพลังงานหรือให้ผลในทางกระตุ้นประสิทธิภาพของสารต่างๆ ที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช และในปริมาณเล็กน้อยสามารถกระตุ้น ยับยั้งหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางสรีระบางอย่างของพืชได้ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโต เช่น ออกซิน และไซโตไคนิน เพื่อช่วยในการสร้างแคลลัส และ protocorm – like bodies โดย Arditti and Ernst (1993) รายงานว่าออกซินเป็นฮอร์โมนพืชที่มีอิทธิพลต่อการขยายขนาดของเซลล์ เพิ่มจำนวนยอด เพิ่มจำนวนตายอด และมีอิทธิพลต่อการขยายขนาดของเซลล์ การชักนำ การเกิดราก การยับยั้งการเกิดราก การยับยั้งการเกิดตาข้าง มักใช้ร่วมกับไซโตไคนิน เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตเติมลงในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มการแบ่งเซลล์ เพิ่มจำนวนยอด เพิ่มจำนวนตายอด และมีอิทธิพลต่อการขนส่งออกซิน การใช้ไซโตไคนินมีผลทำให้การเจริญของต้นลดลง แต่ทำให้รากเจริญเพิ่มมากขึ้น (Mazid, Khan, and Mohammad (2011, pp. 348-353) สำหรับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช Teng (1997) พบว่า เพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยที่ได้จากการปั่นใบอ่อนของ Staghorn fern ที่เพาะจากสปอร์ในสภาพปลอดเชื้อ นำเซลล์แขวนลอยที่ได้มาทำการกรองเพื่อแยกขนาดของกลุ่มเซลล์ แล้วจึงนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA 0.54 ไมโครโมล พบว่ากลุ่มเซลล์ที่ประกอบด้วยเซลล์จำนวน 500-1000 เซลล์หรือมากกว่าสามารถพัฒนาขึ้นเป็น sporophytes ได้โดยตรง

นอกจากนี้ auxin มีผลต่อการเจริญของรากในด้านการแบ่งเซลล์และยืดตัวของเซลล์ใน primary root ของ Arabidopsis thaliana (L.) Heynh เมื่อใส่ออกซิน นาน 48 ชั่วโมง สามารถยับยั้งอัตราการเจริญของรากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการทำงานของออกซินแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ ผลต่อการแบ่งเซลล์และผลต่อการยืดตัวของเซลล์ สำหรับสารประกอบในกลุ่ม Indole acetic acid (IAA) 1-naphthalene acetic acid (NAA) และ tri-iodobenzoic acid (TIBA) ยับยั้งการเจริญของรากโดยลดความยาวของบริเวณการเจริญมากกว่าการลดอัตราการยืดตัวของเซลล์และไม่ลดอัตราการเพิ่มของเซลล์ แต่สำหรับสารในกลุ่ม 2,4-dichlorophenoxy-acetic acid (2,4-D) และ naphthylphthalamic acid

(NPA) มีผลยับยั้งการเจริญของ primary root โดยลดอัตราการแบ่งเซลล์ (Rahman et al., 2007, pp. 514-528)

สำหรับการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชมีผลงานวิจัยที่รายงานการคัดแยกและตรวจสอบปริมาณและประสิทธิภาพของสารดังกล่าว เชื้อแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน *Azotospirillum brasilense* พบได้ในบริเวณรากหญ้าหลายชนิด โดย Tien, Gaskins, and Hubbell (1979, pp. 1016-1024) ตรวจสอบว่ามีความสามารถผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจากแบคทีเรียชนิดนี้ โดยสาร IAA ผลิตมาจากสาร tryptophan เมื่อมีการใส่สาร tryptophan มีผลทำให้สารในกลุ่ม IAA เพิ่มขึ้นตามปริมาณสารที่ใส่และระยะเวลาที่เลี้ยงอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ยังตรวจพบสารในกลุ่มจิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินในปริมาณที่ยังไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับสารในกลุ่ม IAA และเมื่อนำสารเหล่านี้ใส่ลงในดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของระบบรากของ pearl millet ต่อมา Sarwar, Arshad, Martens, and Frankenberger (1992, pp. 207-215) สามารถพบสารกลุ่มออกซินในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เมื่อมีการเติมสาร L-tryptophan ลงในดิน การใส่ปริมาณของสาร L-tryptophan เข้มข้น 5.3 กรัมต่อกิโลกรัม ลงในดิน ทำให้ปริมาณสารออกซินเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วภายในช่วง 12 ชั่วโมง (โดยการบ่มไว้ในดิน) สาร IAA ยืนยันว่าเป็นกิจกรรมและกลไกของจุลินทรีย์จากสาร L-tryptophan ในดิน สารออกซินในดินที่เกิดขึ้นประมาณ 18.2 ถึง 303.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยประชากรของเชื้อจุลินทรีย์ในดินมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตสารออกซินในดินมากกว่าสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพของดิน

Karadeniz, Topcuoglu, and Inan (2006, pp. 1061-1064) รายงานว่าในปัจจุบัน พบว่าสารประกอบหลายชนิดที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรีย มีความสำคัญและมีบทบาทต่อเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มของสารประกอบดังกล่าว ได้แก่ ฮอร์โมนพืชที่มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทางการเกษตร ฮอร์โมนที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่ผลิตในปริมาณน้อย แต่มีผลอย่างมากต่อการเจริญและการพัฒนาของพืช สารฮอร์โมนเหล่านี้ผลิตโดยพืชไลเคน มอส รา และแบคทีเรีย ซึ่งจุลินทรีย์หลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กับพืชและอาศัยอยู่ในดินสามารถผลิตสาร indole-3-acetic acid (IAA), gibberellic acid (GA_3), zeatin และ abscisic acid (ABA) การวิจัยส่วนใหญ่เน้นการผลิตฮอร์โมนพืชโดยแบคทีเรียที่ผลิตสารพวกออกซิน ในกลุ่ม IAA นอกจากนี้กลุ่มแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนยังสามารถผลิตสารพวก IAA, GA_3 และ kinetin สำหรับการวิจัยการใช้จุลินทรีย์กลุ่มนี้กับพืชตระกูลหญ้าหลายชนิด พบว่าฮอร์โมนที่ผลิตโดยเชื้อจุลินทรีย์ทำให้การเจริญเติบโตของหญ้าเพิ่มมากขึ้น

Abdel-Azeem, Mehana, and Shabayek (2007, pp. 1517-1525) รายงานว่าจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR สามารถกระตุ้นและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้งกลไกทางตรงและทางอ้อม เชื้อ PGPR จำนวน 81 สายพันธุ์แยกได้จากจุลินทรีย์ในดินบริเวณรากพืชชนิดต่างๆ โดยศึกษา

ประสิทธิภาพของการผลิตสาร IAA และสารช่วยละลายฟอสเฟตทั้งด้านปริมาณการผลิตและคุณภาพของสาร 2 กลุ่มดังกล่าว ผลของการศึกษาพบว่าจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาดังกล่าว มีประสิทธิภาพในการผลิตสาร IAA ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีสาร L-tryptophan และยังสามารถละลายสารประกอบฟอสเฟตด้วย โดยการใช้เทคนิคทางด้านการทดสอบในจานเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์อีกหลายชนิดที่มีความสามารถในการผลิตสารในกลุ่มนี้

Lim and Kim (2009, pp. 531-538) ศึกษาการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช (PGPR) ของเชื้อ *Bacillus subtilis* และ *B. licheniformis* เชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถผลิตสารออกซิน สารยับยั้งรา ß 1-3 glucannase และ siderophores ซึ่งเป็นสารช่วยละลายฟอสเฟต โดยศึกษาถึงสมบัติของสารออกซินที่ผลิตจากเชื้อทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว

สำหรับการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR กับการเจริญและการตั้งตัวของกล้าไม้ยืนต้น โดย Erturk, Ercisli, and Cakamkci (2010, pp. 91-98) ศึกษาจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR ต่อการเกิดและการเจริญของรากไม้ยืนต้น เชื้อ PGPR ที่ทดลองส่วนใหญ่เป็นกลุ่ม *Bacillus* sp., *Paenibacillus* sp. และ *Comamonas* sp. มีความสามารถในการผลิตสาร IAA และเมื่อใช้จุลินทรีย์ดังกล่าวทำให้ระบบรากเพิ่มมากกว่าการไม่ใช่จุลินทรีย์ 42.50 เปอร์เซ็นต์ และแนะนำไว้ว่าจุลินทรีย์เหล่านี้มีศักยภาพในการใช้สำหรับเกษตรอินทรีย์ โดยเป็นวัสดุที่มีสาร IAA เมื่อมีการใส่เชื้อดังกล่าวในวัสดุแล้วนำไปใช้กับไม้ยืนต้นเพื่อการขยายพันธุ์ แทนการใช้สารออกซินที่ผลิตจากกระบวนการทางเคมี ซึ่งไม่สามารถใช้ได้ในเกษตรอินทรีย์ การทดลองของ Lee, Ka, and Song (2012, pp. 45-49) แยกจุลินทรีย์จากดินบริเวณรากของไม้ยืนต้นที่เจริญในดินที่เสื่อมโทรม แบคทีเรียที่แยกได้มีความสามารถในการย่อยละลายสารประกอบฟอสเฟต (insoluble calcium phosphate) และบางสายพันธุ์ของ *Bacillus* sp. สามารถผลิตฮอร์โมนพืชพวกออกซินเมื่อมีการเติมสารตั้งต้นพวก L-tryptophan และเกือบทุกสายพันธุ์สามารถผลิตฮอร์โมนพืชพวก indole-3-butyric acid, gibberellins และ abscisic acid เมื่อคัดเลือกแบคทีเรียที่มีความสามารถผลิตฮอร์โมนพืชเหล่านี้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด นำมาทดสอบการเจริญเติบโตและความงอกของเมล็ด โดยการใส่แบคทีเรียในตำรับที่มีการเพาะกล้าไม้ยืนต้น พบว่าการเจริญเติบโตของต้นและราก รวมทั้งความงอกของเมล็ดพืชเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อดังกล่าว ซึ่งเชื้อกลุ่ม *Bacillus aryabhattai* มีศักยภาพที่จะใช้ประโยชน์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้และยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมด้วย

การทดลองใช้ประโยชน์ของเชื้อในกลุ่ม PGPR ต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดย Samuel and Muthukkaruppan (2011, pp. 22-25) ทดลองใช้เชื้อกลุ่ม PGPR มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายชนิด โดยมีผลต่อพืชทั้งกลไกทางตรงและทางอ้อม เชื้อ PGPR อยู่ในกลุ่มแบคทีเรีย *Bacilius* sp., *Pseudomonas* spp., *Azotobacter* sp., *Penicillium* spp. และ *Glucanacetobacter* spp.

และในพวกเชื้อรา *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* spp. โดยจุลินทรีย์เหล่านี้แยกมาจากแหล่งของดินที่ปลูกข้าว มะม่วง และพืชชนิดอื่นๆ จุลินทรีย์ที่แยกได้มีความสามารถในการผลิตสาร IAA และมักพบกิจกรรมการผลิตสาร ammonia ด้วย นอกจากนี้ Mia, Shamsuddin, and Mahmood (2012, pp. 3758-3765) ศึกษาเชื้อในกลุ่ม PGPR ที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยผลิตสารพวกฮอร์โมนพืช ซึ่งมีผลต่อกิจกรรมทางด้านสรีระวิทยาของพืช แต่เดิมนั้นเชื้อกลุ่ม *Rhizobium* sp. จัดอยู่ในพวก PGPR สำหรับพืชตระกูลถั่ว แต่มีศักยภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช สำหรับการทดลองนี้ใช้เชื้อ PGPR ร่วมกับ *Rhizobium* sp. ต่อการงอกของเมล็ด ความแข็งแรงของต้นกล้า การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของข้าว (ที่ปลูกแบบขังน้ำ) พบว่า การใส่เชื้อ 2 กลุ่มดังกล่าวช่วยส่งเสริมการงอกเมล็ด ความแข็งแรงของกล้าข้าว เพิ่มการเจริญของรากทั้งในด้านความยาว พื้นที่ผิว และปริมาณของรากข้าวอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อและยังพบว่าบางสายพันธุ์ของ PGPR ส่งเสริมการงอกของเมล็ดข้าว และบางสายพันธุ์ส่งเสริมการแตกแขนงของรากข้าว ซึ่งเชื้อดังกล่าวน่าจะมีประโยชน์อย่างมากต่อการเจริญเติบโตของข้าวในช่วงแรกของการปลูก ซึ่งข้าวเป็นพืชในกลุ่มที่มีความใกล้ชิดกับหญ้าแฝกที่ใช้ในการทดลองนี้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลอง แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง โดยทำการวิจัยในพื้นที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก ศูนย์ปฏิบัติการหญ้าแฝก กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีรายละเอียดการทดลอง ดังนี้

1. แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

สำหรับการทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมีปัจจัยการทดลอง ดังนี้

1.1.1 ชนิดของหญ้าแฝก 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝกลุ่ม (พันธุ์สุราษฎร์ธานี) และหญ้าแฝกดอน (พันธุ์ราชบุรี)

1.1.2 ชนิดสารควบคุม 2 ชนิด ได้แก่ ออกซิน และไซโตคินิน

1.1.3 ความเข้มข้นของสารควบคุม

1) ออกซิน ที่ระดับ 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

2) ไซโตคินิน ที่ระดับ 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.1.4 ตำรับการทดลอง รวม 12 ตำรับ จำนวน 3 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไม่ใส่สารฮอร์โมน

ตำรับที่ 2 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไซโตคินิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 3 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไซโตคินิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 4 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 5 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 + ไซโตคินิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 6 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 + ไซโตคินิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 7 = หญ้าแฝกดอน + ไม่ใส่สารฮอร์โมน

ตำรับที่ 8 = หญ้าแฝกดอน + ไซโตคินิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 9 = หญ้าแฝกดอน + ไซโตคินิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 10 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 11 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 + ไซโตคินิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 12 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 + ไซโตคินิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

สำหรับการทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) โดยมีปัจจัยการทดลอง ดังนี้

1.2.1 ชนิดของหญ้าแฝก 4 ชนิด ได้แก่

1) หญ้าแฝกลุ่ม ได้แก่ พันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี

2) หญ้าแฝกดอน ได้แก่ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์ราชบุรี

1.2.2 ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย 5 ชนิด ได้แก่ AF, AF 104/3.1, AF 115/1.4, AF 146/2 และ 100/1-2

1.2.3 ตำรับการทดลองสำหรับแต่ละพันธุ์หญ้าแฝก จำนวน 6 ตำรับ 3 ซ้ำ

ตำรับที่ 1 = หญ้าแฝก + ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์

ตำรับที่ 2 = หญ้าแฝก + เชื้อ รหัส AF

ตำรับที่ 3 = หญ้าแฝก + เชื้อ รหัส AF 104/3.1

ตำรับที่ 4 = หญ้าแฝก + เชื้อ รหัส AF 115/1.4

ตำรับที่ 5 = หญ้าแฝก + เชื้อ รหัส AF 146/2

ตำรับที่ 6 = หญ้าแฝก + เชื้อ รหัส AF 100/1-2

สำหรับการทดลองนี้จะใช้เชื้อทั้งหมด 5 ชนิด เปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อเป็น control และทดลองกับหญ้าแฝก 4 พันธุ์ดังกล่าว ดังนั้นตำรับการทดลองทั้งหมดรวม 24 ตำรับการทดลอง

2. อุปกรณ์

2.1 พืชทดลองใช้หญ้าแฝกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

2.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด

2.2.2 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง

2.2.3 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ

2.2.4 เครื่องกลั่น/กรองน้ำ

2.2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการย้ายเนื้อเยื่อ เช่น ตู้ย้ายเนื้อเยื่อ มีดผ่าตัด ปากคีบ เป็นต้น

2.2.6 ตู้อบอุณหภูมิสูง

2.2.7 ตู้เย็น

2.2.8 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น บีกเกอร์ ขวดแก้วชมพู่ แท่งแก้วคนสาร ขวดแก้วบรรจุอาหารขนาด 4 ออนซ์ พร้อมฝาปิด ปิเปต กระบอกตวง

2.2.9 เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเนื้อเยื่อ

2.3 สารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์

2.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารสูตร Murashige และ Skoog MS (1962)

2.3.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ ออกซิน และไซโตคินิน

2.3.3 เชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรียบริสุทธิ์ (จำนวน 5 ชนิด)

2.3.4 สารเคมีอื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในห้องปฏิบัติการเนื้อเยื่อ

3. วิธีการทดลอง

สำหรับการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก และวิธีการเตรียมหน่อหญ้าแฝกที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 การทดอง ดำเนินการดังนี้

3.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เติมน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร ลงในบิกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิกรัม เติมสารละลายเข้มข้นสูตร MS กวนให้เข้ากัน แล้วใส่ฮอร์โมนตามที่กำหนดในตำรับการทดลอง ได้แก่ ฮอร์โมนออกซิน (NAA) 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและฮอร์โมนไซโตคินิน (BAP) 2 ระดับ ได้แก่ 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรโดยเติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ของอาหารให้อยู่ในช่วง 5.7-5.8 นำใส่ขวดทำการปิดฝาและหุ้มด้วย aluminum foil นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที

3.2 การเตรียมหน่อหญ้าแฝกและการฆ่าเชื้อ

ดำเนินการคัดเลือกต้นพันธุ์ ตัดใบ ราก และส่วนที่ไม่ต้องการออก นำมาล้างด้วยน้ำแช่ด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 3 นาที ตามด้วยสารละลายคลอรอคซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 5 นาที ตัดชิ้นส่วนพืชให้เหลือ 1.5 -2.5 เซนติเมตร ภายใต้สภาพที่ปลอดเชื้อ นำชิ้นส่วนที่ตัดใส่ในขวดอาหารที่มีสูตร MS และฮอร์โมนตามตำรับทดลอง

ภาพที่ 3.1 การตัดท่อนพันธุ์ และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

3.3 วิธีการทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

นำหน่อหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และพันธุ์ราชบุรี ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว มาเลี้ยงโดยดัดแปลงสูตรอาหาร Murashige and Skoog, 1962 (MS) โดยเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตออกซิน ระดับ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไซโตคินินที่ความเข้มข้น 2 ระดับ ได้แก่ 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นำไปเลี้ยงภายใต้สภาพที่ได้รับแสงความเข้ม 40 $\mu mol/m^2/s$ นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน และช่วงมืด 8 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 เดือน สำหรับการทดลองนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และทดลองในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

3.4 วิธีการทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

สำหรับการทดลองนี้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และทำการทดลองผลของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม ได้แก่ พันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกดอน ได้แก่ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์ราชบุรี โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นเชื้อแบคทีเรียในพวก *Azotobacter* sp.จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ รหัสเชื้อ AF, AF 104/3, AF 115/1.4, AF 146/2 และ 100/1-2 ซึ่งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 ชนิดที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้รับสนับสนุนจากกองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน

การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง โดยนำเชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ของแต่ละชนิดมาเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว nutrient broth จำนวน 100 มิลลิลิตร ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ในสภาพที่มีการเขย่าที่ความเร็ว 180 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง นาน 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำสารละลายของเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด ใส่ลงในขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกในแต่ละพันธุ์

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

ดำเนินการเก็บข้อมูลและบันทึกผล เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตในด้านความสูงของต้น จำนวนการแตกหน่อ จำนวนใบ และจำนวนรากของหญ้าแฝกในแต่ละตำรับการทดลอง ดังนี้

4.1.1 ความสูงของต้นหญ้าแฝก (จากโคนถึงปลาย โดยวัดเฉพาะยอดที่มีความสูงตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป) โดยวัดความสูงของต้นหญ้าแฝกแต่ละตำรับการทดลองที่อายุ 3 เดือนของการทดลอง

4.1.2 นับจำนวนหน่อ จำนวนใบ และจำนวนราก ทำการนับในแต่ละตำรับทดลองที่อายุ 3 เดือนของการทดลอง

4.1.3 เก็บรวบรวมข้อมูลของการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.2 การทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

ดำเนินการเก็บข้อมูลและบันทึกผล เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตในด้านความสูงของต้น จำนวนการแตกหน่อ และจำนวนใบของหญ้าแฝกในแต่ละตำรับการทดลองดังนี้

4.21 ความสูงของต้นหญ้าแฝก (จากโคนถึงปลาย โดยวัดเฉพาะยอดที่มีความสูงตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไป) โดยทำการวัดในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทุก 7 วัน ตลอดช่วงเวลา 42 วันของการทดลอง

4.2.2 นับจำนวนใบของต้นหญ้าแฝก ที่เลี้ยงในขวดเนื้อเยื่อทุก 7 วัน ตลอดช่วง 42 วันของการทดลอง

4.2.3 นับจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝก แต่ละตำรับการทดลอง ทุก 7 วัน ตลอดช่วง 42 วันของการทดลอง บันทึกข้อมูลเพื่อนำมาศึกษาเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด

4.2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลของการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์สถิติโดยใช้วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละตำรับการทดลองโดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

6. สถานที่และระยะเวลาที่ทำการวิจัย

การทดลองในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการเขียนรายงานผลการวิจัยนี้ในพื้นที่ศูนย์ปฏิบัติการหญ้าแฝก กรมพัฒนาที่ดิน 2003/61 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2556 ถึง เดือนสิงหาคม 2558

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมน 2 ชนิด คือ ออกซินและไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก โดยสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการขยายพันธุ์และเก็บรักษาพันธุ์ต่อหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน และศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียบางชนิดที่มีความสามารถในการผลิตสารช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตต่อหญ้าแฝก การวิจัยนี้จึงได้แบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยมีรายละเอียดของผลการทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

สำหรับผลการทดลองเปรียบเทียบความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมน 2 ชนิด ได้แก่ ออกซินและไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ประกอบด้วย 12 ตำรับ จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งใช้ความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซิน (NAA) 2 ระดับ คือ 0, 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนิน (BAP) 3 ระดับ คือ 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และใช้หญ้าแฝกลุ่ม (พันธุ์สุราษฎร์ธานี) หญ้าแฝกดอน (พันธุ์ราชบุรี) ในการทดลองนี้ ทำการทดลองที่ศูนย์ปฏิบัติการหญ้าแฝก กรมพัฒนาที่ดิน โดยมีรายละเอียดของตำรับการทดลองดังนี้

ตำรับที่ 1 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไม่ใส่สารฮอร์โมน
ตำรับที่ 2 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไซโตไคนิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 3 = หญ้าแฝกลุ่ม + ไซโตไคนิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 4 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 5 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 + ไซโตไคนิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 6 = หญ้าแฝกลุ่ม + ออกซิน 0.5 + ไซโตไคนิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 7 = หญ้าแฝกดอน + ไม่ใส่สารฮอร์โมน
ตำรับที่ 8 = หญ้าแฝกดอน + ไซโตไคนิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 9 = หญ้าแฝกดอน + ไซโตไคนิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
ตำรับที่ 10 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 11 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 + ไซโตไคนิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตำรับที่ 12 = หญ้าแฝกดอน + ออกซิน 0.5 + ไซโตไคนิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยการทดลองนี้ใช้กล้าหญ้าแฝกในขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อ และสารฮอร์โมน 2 ชนิด ตามความเข้มข้นที่กำหนดไว้ใส่ในสูตรอาหาร สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในแต่ละตำรับการทดลอง และนำกล้าหญ้าแฝกในแต่ละตำรับการทดลองไปใส่ไว้ในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และควบคุมแสงสว่างที่ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน (เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช) ตลอดการทดลองนาน 3 เดือน

1.1.1 ความสูงของต้นหญ้าแฝก

สำหรับการเจริญเติบโตโดยการวัดความสูง (เซนติเมตร) ของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าหญ้าแฝกดอนมีความสูงของต้น 9.43 เซนติเมตร มากกว่าหญ้าแฝกลุ่ม 7.0 เซนติเมตร เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตำรับที่ 1, 2 และ 3) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลงจาก 7.0 เซนติเมตร เหลือ 4.17 และ 4.10 เซนติเมตร ตามลำดับ ความสูงของต้นหญ้าแฝกดอนลดลงในแนวทางเดียวกันกับความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่ม กล่าวคือความสูงของต้นหญ้าแฝกดอนลดลงจาก 9.43 เซนติเมตร เหลือ 8.17 และ 7.00 เซนติเมตร (ตำรับที่ 7, 8 และ 9) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่เพิ่มขึ้นจาก 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนลดลงอย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.1)

อย่างไรก็ตามการใส่ฮอร์โมนออกซิน ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินเป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินจาก 7.00 เซนติเมตร เป็น 11.17 เซนติเมตร (ตำรับที่ 1 และ 4) สำหรับความสูงของต้นหญ้าแฝกดอนเมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซิน ในระดับความเข้มข้นดังกล่าวเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มขึ้นจาก 9.43 เซนติเมตร เป็น 12.00 เซนติเมตร (ตำรับที่ 7 และ 10) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกทั้งลุ่มและดอนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.1)

สำหรับการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน (ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับออกซิน (ความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) กับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลงจาก 11.17 เซนติเมตร เหลือ 4.40 และ 4.27 เซนติเมตร (ในตำรับที่ 4, 5 และ 6) ในขณะที่หญ้าแฝกดอนก็มีผลเช่นเดียวกันกับหญ้าแฝกลุ่ม โดยความสูงของ

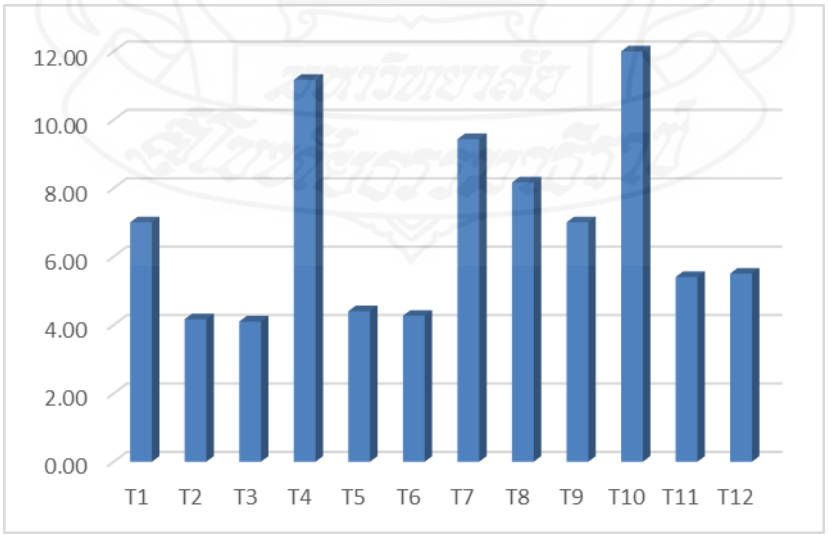
ต้นหญ้าแฝกดอนลดลงจาก 12.00 เซนติเมตร เหลือ 5.40 และ 5.50 เซนติเมตร ตามลำดับ (ในตำรับที่ 10 , 11 และ 12) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า การใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกทั้งลุ่มและดอนเพิ่มขึ้น เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมกับการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าผลของฮอร์โมนไซโตไคนินสามารถควบคุมให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกทั้ง 2 ชนิด ลดลง ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรก็ตาม แต่เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวเพียงอย่างเดียวมีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกทั้ง 2 ชนิด เพิ่มขึ้นตามที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น (หญ้าแฝกลุ่ม ตำรับที่ 1 และ 4 และหญ้าแฝกดอน ตำรับที่ 7 และ 10)

เมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินต่อความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลงมากกว่าหญ้าแฝกดอน เนื่องจากความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลง 41.00 และ 41.43 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในขณะที่ความสูงของต้นหญ้าแฝกดอนลดลง 13.36 และ 25.77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินที่ความเข้มข้นดังกล่าวก็ยังมีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลดลงเช่นเดิม โดยความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลง 60.61 และ 61.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ในขณะที่ความสูงของต้นหญ้าแฝกดอนลดลง 55.00 และ 54.17 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลของการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตโดยเฉพาะความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มมากกว่าหญ้าแฝกดอน และเมื่อพิจารณาถึงผลของฮอร์โมนออกซิน พบว่าฮอร์โมนออกซินมีผลทำให้ส่งเสริมการเจริญเติบโต โดยเฉพาะของต้นหญ้าแฝกลุ่มที่เพิ่มขึ้น 59.57 เปอร์เซ็นต์มากกว่าหญ้าแฝกดอน ที่ความสูงของต้นเพิ่มขึ้น 46.88 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบความสูงของต้นหญ้าแฝก (เซนติเมตร) ของแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	หญ้าแฝกลุ่ม	7.00 [c]
2	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	4.17 [de]
3	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	4.10 [de]
4	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	11.17 [a]
5	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	4.40 [de]
6	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	4.27 [de]
7	หญ้าแฝกดอน	9.43 [b]
8	หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	8.17 [bc]
9	หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	7.00 [c]
10	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	12.00 [a]
11	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	5.40 [de]
12	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	5.50 [d]
	F- Test	*
	CV (%)	12.00

หมายเหตุ ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นหญ้าแฝก (เซนติเมตร) ของแต่ละตำรับการทดลอง

1.1.2 จำนวนหน่อของหญ้าแฝก

สำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกโดยการนับจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนินที่ความเข้มข้นแตกต่างกันตามแต่ละตำรับการทดลอง พบว่า จำนวนหน่อของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนที่ไม่มีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือมีจำนวนหน่อ 1.33 หน่อ การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตำรับที่ 1, 2 และ 3) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากเดิม 1.33 หน่อ เป็น 5.00 และ 6.33 หน่อตามลำดับ สำหรับหญ้าแฝกดอนพบว่าจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกดอนก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันเมื่อมีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว โดยจำนวนหน่อของหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้นจาก 1.33 หน่อ เป็น 6.33 และ 5.0 หน่อ ตามลำดับ (ในตำรับที่ 7, 8 และ) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรช่วยกระตุ้นให้จำนวนหน่อเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินดังกล่าวทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน (ตารางที่ 4.2)

สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรกับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินในสูตรอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซิน จาก 1.33 หน่อ เป็น 7.00 หน่อ (ตำรับที่ 1 และ 4) สำหรับจำนวนหน่อในการทดลองกับหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินในระดับความเข้มข้นดังกล่าว มีผลทำให้จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มขึ้นจาก 1.33 เป็น 3.00 หน่อ (ตำรับที่ 7 และ 10) และการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.2)

ในกรณีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน (ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับออกซิน (ความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) กับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อมีการใช้ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มมากขึ้นจาก 7.00 หน่อ เป็น 12.00 และ 11.00 หน่อตามลำดับ (ตำรับที่ 4, 5 และ 6) ตามที่แสดงในตารางที่ 2 ในขณะที่หญ้าแฝกดอนก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับในหญ้าแฝกลุ่มโดยจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจาก 3.00, 2.33 และ 3.33 หน่อ ตามลำดับ (ตำรับที่ 10, 11 และ 12) ผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการใส่ฮอร์โมนออกซินเมื่อใช้ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนิน

มีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มมากยิ่งขึ้นกว่าการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมด้วย ซึ่งผลดังกล่าวเห็นผลอย่างชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่ม แต่ไม่เห็นผลดังกล่าวเมื่อทำการทดลองในหญ้าแฝกดอน

เมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินต่อจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับในหญ้าแฝกดอน โดยจำนวนหน่อของต้น หญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้น 275.94 และ 375.94.เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้น 375.94 และ 275.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซิน ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินที่ความเข้มข้นดังกล่าว ในหญ้าแฝกลุ่มมีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่ม ยังเพิ่มมากขึ้นจากเดิมอีก 140.00 และ 73.78 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในหญ้าแฝกดอนเมื่อมีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดร่วมกันในระดับความเข้มข้นดังกล่าวไม่มีผลทำให้จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นมากนัก ซึ่งค่อนข้างแตกต่างกันกับในหญ้าแฝกลุ่ม (ตารางที่ 4.2)

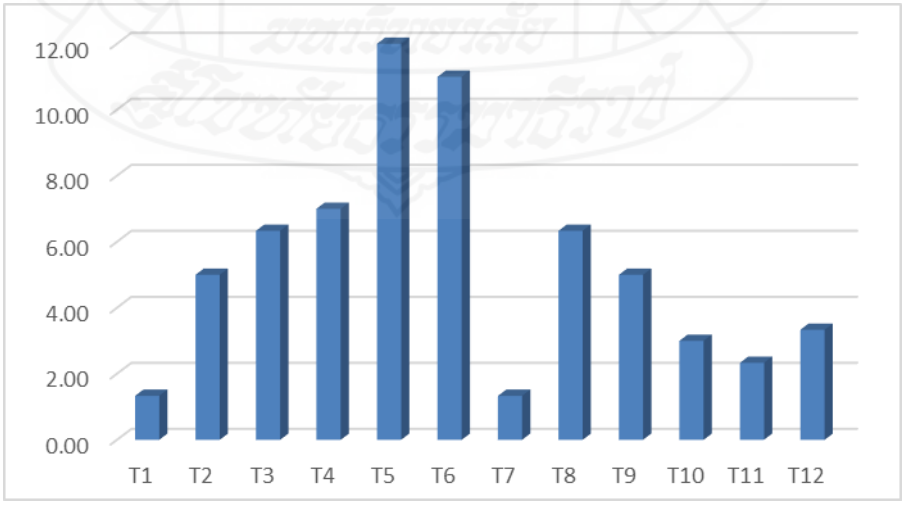
1.1.3 จำนวนใบของหญ้าแฝก

สำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก โดยการนับจำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนิน ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันตามแต่ละตำรับการทดลอง พบว่าจำนวนใบของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนที่ไม่มีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตำรับที่ 1, 2 และ 3) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนิน ทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากเดิม 10.33 ใบ เป็น 25.67 และ 31.67 ใบ ตามลำดับ สำหรับหญ้าแฝกดอน พบว่า จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกดอนก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว โดยจำนวนใบของหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจาก 9.00 ใบ เป็น 19.67 และ 30.33 ใบ ตามลำดับ (ตำรับที่ 7, 8 และ 9) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยกระตุ้นให้จำนวนใบเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินดังกล่าว ทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝก (หน่อ) ของแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	หญ้าแฝกลุ่ม	1.33 ^{d}
2	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	5.00 ^{bc}
3	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	6.33 ^{b}
4	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	7.00 ^{b}
5	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	12.00 ^{a}
6	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	11.00 ^{a}
7	หญ้าแฝกดอน	1.33 ^{d}
8	หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	6.33 ^{b}
9	หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	5.00 ^{bc}
10	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	3.00 ^{cd}
11	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	2.33 ^{d}
12	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	3.33 ^{cd}
	F- Test	*
	CV (%)	24.59

หมายเหตุ: ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยจำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝก (หน่อ) ของแต่ละตำรับการทดลอง

สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินในสูตรอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินจาก 10.33 ใบ เป็น 32.67 ใบ (ตำรับที่ 1 และ 4) สำหรับจำนวนใบในการทดลองกับหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินในระดับความเข้มข้นดังกล่าว มีผลทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มขึ้นจาก 9.00 ใบ เป็น 20.33 ใบ (ตำรับที่ 7 และ 10) และการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.3)

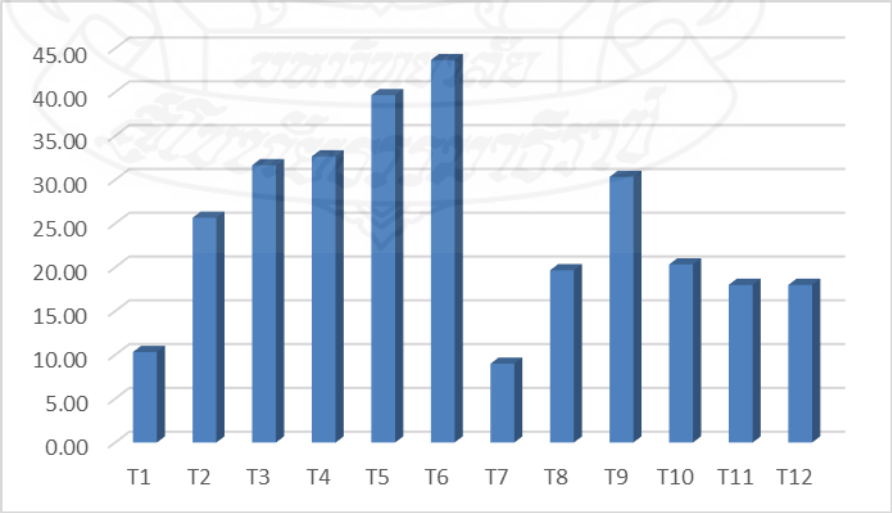
ในกรณีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน (ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับออกซิน (ความเข้มข้น 0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) กับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อมีการใส่ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มมากขึ้นจาก 32.67 ใบ เป็น 39.67 และ 43.67 ใบตามลำดับ (ตำรับที่ 4, 5 และ 6) ในขณะที่หญ้าแฝกดอนก็มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับในหญ้าแฝกลุ่ม โดยจำนวนใบของต้นหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจาก 20.33, 18.00 และ 18.00 ใบตามลำดับ (ตำรับที่ 10, 11 และ 12) ผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าการใส่ฮอร์โมนออกซิน เมื่อใส่ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินมีผลทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่ม เพิ่มมากยิ่งขึ้นกว่าการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมด้วย ซึ่งผลดังกล่าวเห็นผลอย่างชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่ม แต่ไม่เห็นผลดังกล่าวเมื่อทำการทดลองในหญ้าแฝกดอน (ตารางที่ 4.3)

เมื่อเปรียบเทียบผลการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินต่อจำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับในหญ้าแฝกดอน โดยจำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้น 148.50 และ 206.58 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้น 118.56 และ 237.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินที่ความเข้มข้นดังกล่าวในหญ้าแฝกลุ่ม มีผลทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มยังเพิ่มมากขึ้นจากเดิมอีก 54.54.และ 70.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่ในหญ้าแฝกดอนเมื่อมีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดร่วมกันในระดับความเข้มข้นดังกล่าวไม่มีผลทำให้จำนวนใบเพิ่มขึ้นมากนัก ซึ่งค่อนข้างแตกต่างกันในหญ้าแฝกลุ่ม (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบจำนวนใบของต้นหญ้าแฝก (ใบ) ของแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	หญ้าแฝกลุ่ม	10.33 ^{ef}
2	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	25.67 ^{cd}
3	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	31.67 ^{bc}
4	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	32.67 ^{bc}
5	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	39.67 ^{ab}
6	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	43.67 ^{a}
7	หญ้าแฝกดอน	9.00 ^{f}
8	หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	19.67 ^{d}
9	หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	30.33 ^{c}
10	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	20.33 ^{d}
11	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	18.00 ^{de}
12	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	18.00 ^{de}
	F- Test	*
	CV (%)	20.94

หมายเหตุ ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยจำนวนใบของต้นหญ้าแฝก (ใบ) ของแต่ละตำรับการทดลอง

1.1.4 จำนวนรากของหญ้าแฝก

สำหรับการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก โดยการนับจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันตามแต่ละตำรับการทดลอง พบว่าจำนวนรากของหญ้าแฝกลุ่มมีน้อยกว่าในหญ้าแฝกดอนที่ไม่มีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด โดยจำนวนรากของหญ้าแฝกลุ่มมีจำนวน 3.00 ราก แต่จำนวนรากของหญ้าแฝกดอนมีจำนวน 4.33 ราก การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตำรับที่ 1, 2 และ 3) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินทั้ง 2 ระดับ ทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มไม่พบรากเจริญเติบโตเลย สำหรับหญ้าแฝกดอนพบว่าจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกดอน ก็ไม่พบการเจริญของรากเลย เช่นเดียวกันกับในหญ้าแฝกลุ่ม เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว (ตำรับที่ 7, 8 และ 9) (ตารางผที่ 4.4) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและการงอกของราก จนทำให้ไม่พบจำนวนรากของหญ้าแฝกเลย เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินดังกล่าว ทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน (ตารางที่ 4.4)

สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินในสูตรอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้รากของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินจาก 3.00 ราก เป็น 10.00 ราก (ตำรับที่ 1 และ 4) จำนวนรากในการทดลองกับหญ้าแฝกดอน เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินในระดับความเข้มข้นดังกล่าว มีผลทำให้จำนวนรากเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเพิ่มขึ้นจาก 4.33 ราก เป็น 10.00 ราก (ตำรับที่ 7 และ 10) และการทดลองนี้แสดงให้เห็นชัดเจนว่าการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน (ตารางที่ 4.4)

ในกรณีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน (ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ร่วมกับออกซิน (ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อมีการใช้ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มลดลงจนกระทั่งไม่มีการเจริญเติบโตของรากจาก 10.00 ราก เป็น 0.00 รากตามลำดับ (ตำรับที่ 4, 5 และ 6) ในขณะที่จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกดอนพบว่าไม่มีการงอกและเจริญของรากเช่นเดียวกับในหญ้าแฝกลุ่ม โดยจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกดอนลดลงจาก 10.00 เป็น 0.00 รากตามลำดับ (ตำรับที่ 10, 11 และ 12) ผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า

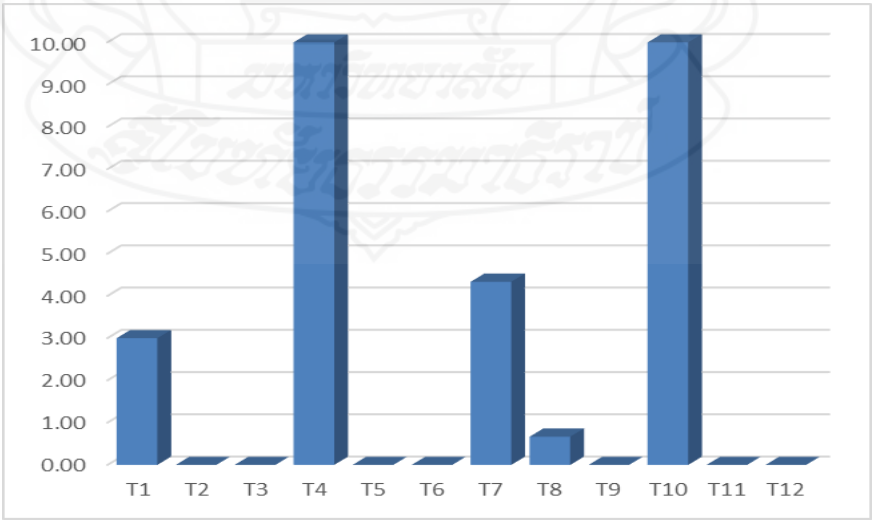
การใส่ฮอร์โมนออกซิน เมื่อใช้ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินมีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนลดลง จนกระทั่งไม่มีการงอกและการเจริญเติบโตของรากอย่างเห็นได้ชัดเจน (ตารางที่ 4.4)

เมื่อเปรียบเทียบผลของการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินต่อจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน พบว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน ไม่มีการงอกและการเจริญของรากให้เห็นเลย แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าฮอร์โมนไซโตไคนิน มีผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกทั้งลุ่มและดอน แต่เมื่อมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น แสดงว่าฮอร์โมนออกซินมีผลต่อการช่วยส่งเสริมการงอก และการเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกทั้งลุ่มและดอนอย่างชัดเจน สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนินที่ความเข้มข้นดังกล่าวในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน ไม่พบการงอกและการเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกให้เห็นเลย แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าฮอร์โมนไซโตไคนินมีผลต่อการยับยั้ง การงอก และการเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝกลุ่มและดอน ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ร่วมกับฮอร์โมนออกซินก็ตาม แสดงว่าผลของฮอร์โมนไซโตไคนินยังมีผลไปควบคุมฮอร์โมนออกซิน ไม่ให้มีผลต่อการกระตุ้นและส่งเสริมการงอกและการเจริญเติบโตของรากหญ้าแฝก

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบจำนวนรากของต้นหญ้าแฝก (ราก) ของแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับที่	ตำรับทดลอง	ค่าเฉลี่ย
1	หญ้าแฝกลุ่ม	3.00 [c]
2	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	0.00 [d]
3	หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	0.00 [d]
4	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	10.00 [a]
5	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	0.00 [d]
6	หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	0.00 [d]
7	หญ้าแฝกดอน	4.33 [b]
8	หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	0.67 [d]
9	หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	0.00 [d]
10	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	10.00 [a]
11	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	0.00 [d]
12	หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	0.00 [d]
	F- Test	*
	CV (%)	24.74

หมายเหตุ ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT)



ภาพที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยจำนวนรากของต้นหญ้าแฝกของแต่ละตำรับการทดลอง

การทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญของหญ้าแฝก

การศึกษาผลของการใช้เชื้อจุลินทรีย์จำนวน 5 ชนิด ที่มีความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ รหัส AF, AF104/3, AF115/1.4, AF146/2 และ 100/1-2 ที่ได้คัดเลือกจากกองเทคโนโลยีชีวภาพทางดิน กรมพัฒนาที่ดิน โดยนำเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดมาใส่ในเนื้อเยื่อหญ้าแฝกพันธุ์ลุ่ม 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี ส่วนหญ้าแฝกพันธุ์ดอน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี ตามลำดับ ทำการติดตามการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกทั้ง 4 พันธุ์ ดังกล่าวทางด้านความสูง (เซนติเมตร) จำนวนใบ (ใบ) และจำนวนหน่อ (หน่อ) ทุก 7 วัน ตลอดช่วงการทดลอง 42 วัน โดยมีรายละเอียดของผลการทดลอง ดังนี้

2.1 ความสูงของกล้าหญ้าแฝก

สำหรับความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 5.60 เซนติเมตร เป็น 9.37 เซนติเมตร ในช่วง 42 วัน ของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 มีผลทำให้ความสูงของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 4.77 เป็น 11.33 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ จุลินทรีย์ AF 146/2 และ AF (ตารางที่ 4.5) โดยจุลินทรีย์ที่มีผลน้อยต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ได้แก่ 100/1.2 และ AF 115/1.4 ตามลำดับ

ความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 146/2 และ AF 104/3.1 ในช่วงเวลาดังกล่าว (ภาพที่ 4.5) หลังจาก 7 วัน การทดลองพบว่าการเจริญของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เพิ่มขึ้นไม่มากนักแต่ก็ยังคงมีความสูงที่มากกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น แต่สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ 100/1-2, AF 115/1.4 และ AF ที่ใส่มีความสูงของกล้าหญ้าแฝกไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อมากนัก (ภาพที่ 4.5)

สำหรับความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 4.8 เป็น 10.07 เซนติเมตรในช่วง 42 วัน ของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี มีความสูงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ โดยมีความสูงของหญ้าแฝกไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF104/3.1 และ AF 146/2 มีแนวโน้มที่ทำให้ความสูงของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่น แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนักตลอด 42 วัน ของการทดลอง (ตารางที่ 4.5) การใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิดดังกล่าวมีผลทำให้การเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7-14 วันของการทดลองแสดงในภาพ 4.6 และหลังจากวันที่ 14 ของการทดลอง ความสูงของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นเป็น

ลำดับ โดยที่การใส่เชื้อจุลินทรีย์มีผลทำให้ความสูงของหญ้าแฝกมีมากกว่าการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ 1

สำหรับความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ ความสูงเพิ่มขึ้นจาก 6.37 เป็น 10.17 เซนติเมตรในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้ความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เพิ่มขึ้นสูงกว่าการไม่ใส่เชื้อ แต่ก็ยังไม่เห็นความชัดเจนนักเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่ได้ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม AF, AF 146/2 มีผลทำให้ความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์เพิ่มสูงกว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ทดลองอื่นๆ ความสูงเพิ่มขึ้นจาก 6.37 เป็น 13.10 เซนติเมตร เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF และความสูงเพิ่มขึ้นจาก 6.13 เป็น 11.70 เซนติเมตร เนื่องจากหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์เป็นพันธุ์ดอน ที่มีความสามารถในการเจริญเติบโตน้อยกว่าพันธุ์ลุ่ม และมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีกว่า (ภาพที่ 4.7)

สำหรับความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 5.43 เป็น 8.13 เซนติเมตร ในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ ทั้ง 5 ชนิดดังกล่าวไม่เห็นผลที่ชัดเจนนักในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรีที่ใช้ในการทดลองนี้ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเป็นพันธุ์ราชบุรี ซึ่งเป็นหญ้าแฝกพันธุ์ดอน ที่มีการเจริญเติบโตไม่รวดเร็วนัก แต่มีความทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี (ตารางที่ 4.5) และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตด้านความสูงของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อมีการใส่และไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด (ภาพที่ 4.8)

2.2 จำนวนใบของหญ้าแฝก

สำหรับจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 4.67 เป็น 9.00 ใบ ในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF 146/2 มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 8.67 เป็น 13.33 ใบ รองลงมาได้แก่ การใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 และ AF ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) โดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลน้อยต่อจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ได้แก่ 100/1-2 และ AF 115/1.4 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับการทดลองที่ 1 จำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตำรับการทดลองมีอัตราการเพิ่มขึ้นค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดช่วง 42 วันของการทดลอง แต่ก็มีแนวโน้มว่าเชื้อจุลินทรีย์ AF 146/2 และ 104/3.1 มีผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบโดยเฉพาะในช่วงหลังจาก 7 วันแรกของการทดลอง (ภาพที่ 4.9)

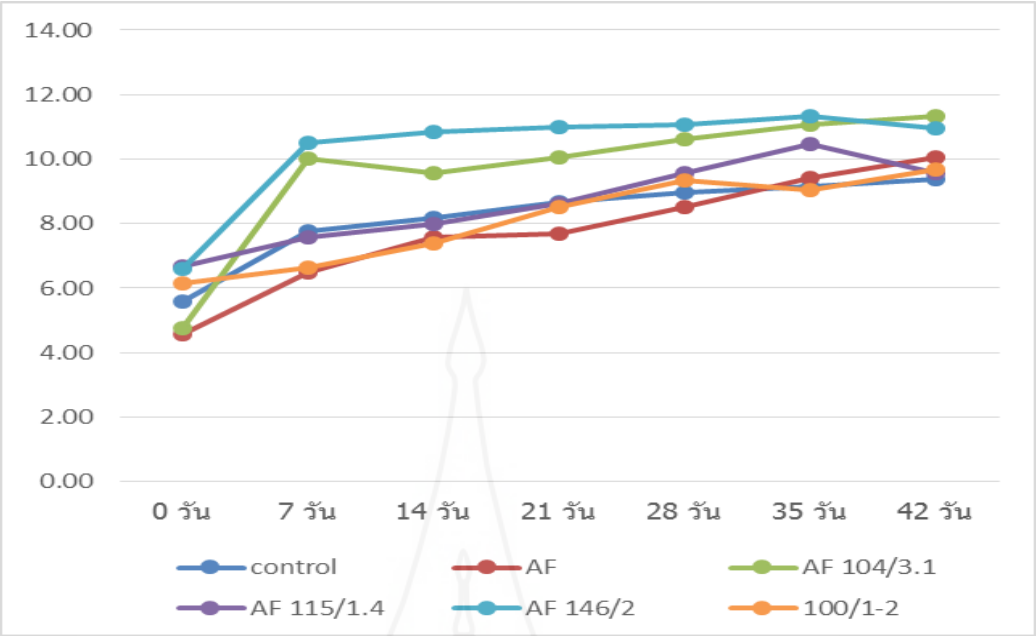
ตารางที่ 4.5 ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วัน ของการทดลอง

พันธุ์สงขลา 3	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	5.60	7.77	8.17	8.67	8.97	9.17	9.37
AF	4.57	6.50	7.57	7.70	8.53	9.43	10.07
AF 104/3.1	4.77	10.00	9.57	10.07	10.63	11.07	11.33
AF 115/1.4	6.67	7.57	8.00	8.63	9.57	10.47	9.57
AF 146/2	6.60	10.50	10.83	11.00	11.07	11.33	10.97
100/1-2	6.17	6.63	7.40	8.50	9.33	9.03	9.67
F Test	--	--	--	--	ns	ns	ns
CV (%)	--	--	--	--	14.98	13.39	9.68
พันธุ์สุราษฎร์ธานี	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	4.80	6.33	7.53	8.23	9.03	9.67	10.07 [c]
AF	4.83	7.33	8.33	9.03	11.00	11.27	12.10 [a]
AF 104/3.1	5.50	9.37	9.50	10.50	11.97	11.33	11.77 [a]
AF 115/1.4	4.90	8.00	8.83	9.93	10.23	10.67	10.10 [bc]
AF 146/2	4.67	8.10	9.83	9.67	10.70	11.17	11.13 [ab]
100/1-2	4.53	7.33	8.00	8.70	10.77	10.50	10.63 [bc]
F Test	--	--	--	--	ns	ns	*
CV (%)	--	--	--	--	17.51	10.98	5.22

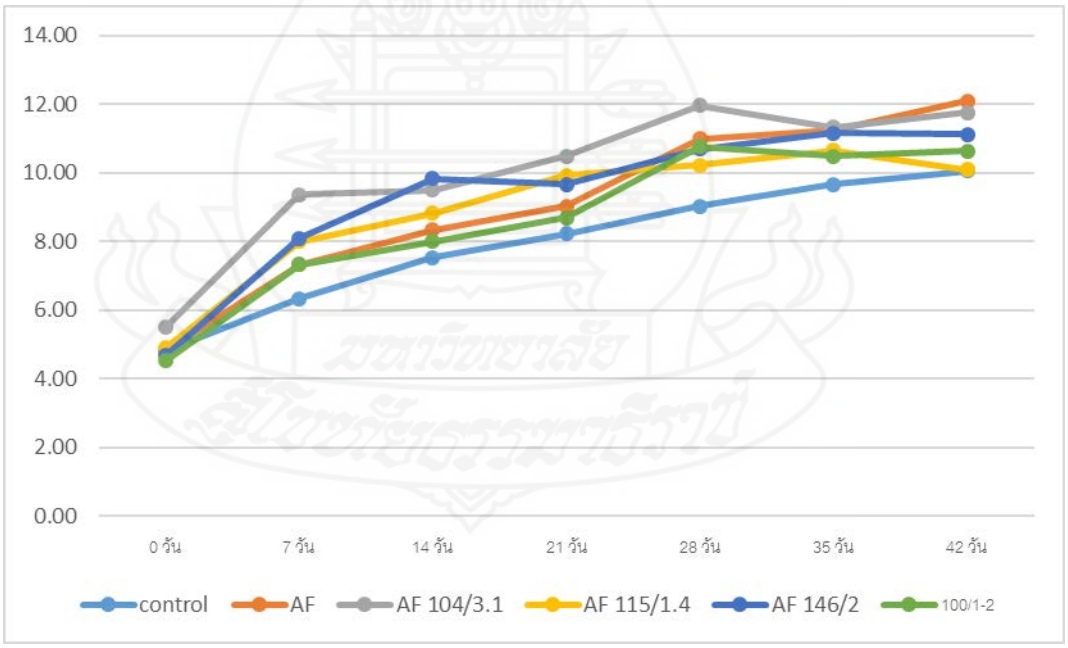
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
control	6.37	7.03	7.37	7.97	8.57 [c]	9.20 [d]	10.17 [c]
AF	6.37	8.33	9.17	10.93	11.40 [a]	12.80 [a]	13.10 [a]
AF 104/3.1	6.67	9.50	9.50	10.07	10.00 [abc]	10.60 [bc]	11.33 [b]
AF 115/1.4	6.83	8.53	9.33	9.73	9.90 [bc]	10.13 [cd]	10.37 [c]
AF 146/2	6.13	7.83	8.23	9.83	10.73 [ab]	11.27 [b]	11.70 [b]
100/1-2	4.85	7.03	7.33	8.17	9.00 [c]	9.83 [cd]	10.17 [c]
F Test	--	--	--	--	*	*	*
CV (%)	--	--	--	--	8.09	5.64	4.39
พันธุ์ราชบุรี							
control	5.43	5.90	6.20	6.63	7.07	7.83 [c]	8.13 [bc]
AF	5.53	7.10	7.33	7.43	8.03	8.83 [ab]	10.10 [a]
AF 104/3.1	4.63	5.83	6.00	6.60	8.13	9.50 [a]	10.00 [a]
AF 115/1.4	6.10	6.70	6.40	6.90	7.03	7.53 [c]	7.67 [c]
AF 146/2	5.83	6.30	7.20	7.40	7.97	8.13 [bc]	8.73 [b]
100/1-2	6.23	6.93	7.00	7.27	7.67	7.73 [c]	8.03 [bc]
F Test	--	--	--	--	ns	*	*
CV (%)	--	--	--	--	9.65	5.06	6.54

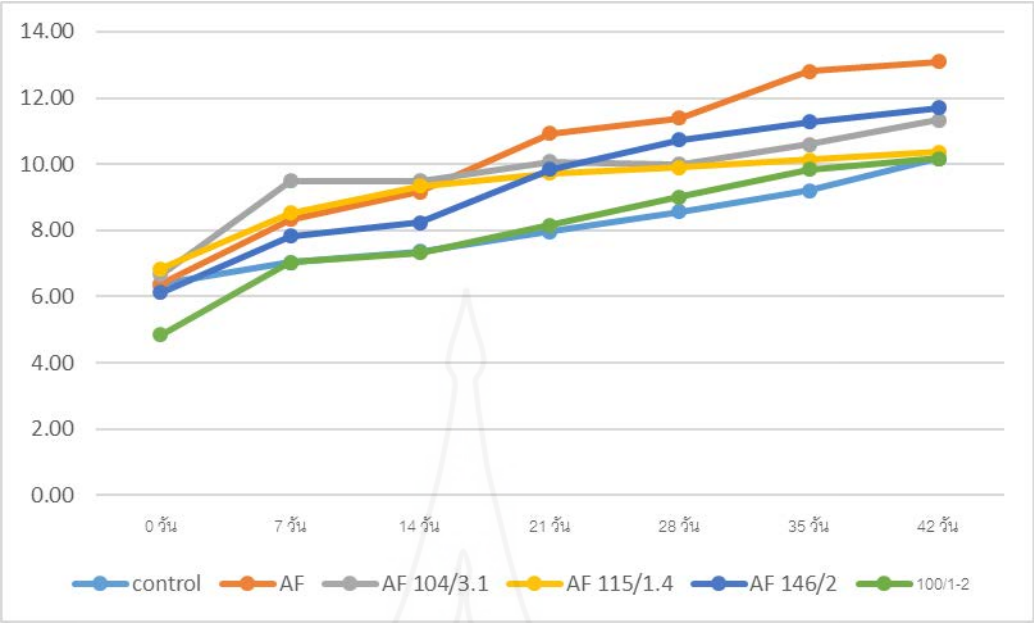
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หมายเหตุ: ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ โดยวิธี Duncan Multiple Range Tent (DMRT)



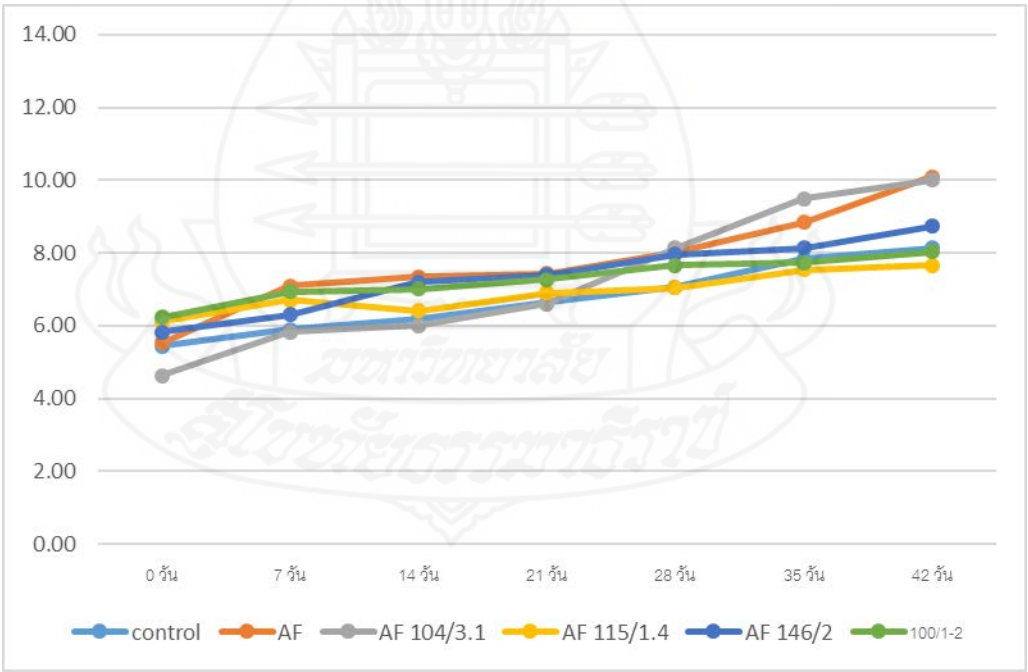
ภาพที่ 4.5 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.6 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.7 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.8 ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง

สำหรับจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 3.67 เป็น 8.67 ใบ ในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นจาก 5.00 เป็น 12.33 ใบ รองลงมาได้แก่ การใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF และ AF 146/2 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6) สำหรับการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 100/1-2 และ 115/1.4 ให้ผลเช่นเดียวกับที่พบในพันธุ์สงขลา 3 คือจำนวนใบไม่แตกต่างกันมากนักกับตำรับที่ไม่ได้ใส่เชื้อจุลินทรีย์ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF จำนวนใบมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังจาก 21 วัน ของการทดลอง ลักษณะอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบยังคงเห็นได้ในการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 และ AF 146/2 ด้วยเช่นกัน (ภาพที่ 4.10) เมื่อเปรียบเทียบลักษณะอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี และสงขลา 3 พบว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF มีผลทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจาก 21 วันของการทดลอง ผลทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าถึงแม้หญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ก็มีการตอบสนองต่อการใส่เชื้อจุลินทรีย์ในอัตราที่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มในแนวทางเดียวกัน(ภาพที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.10)

สำหรับจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 3.33 เป็น 8.33 ใบ ในช่วง 42 วันของการทดลองการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF 146/2 มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 3.67 เป็น 14.67 ใบ รองลงมาได้แก่การใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1, AF และ AF 115/1.4 ตามลำดับ โดยที่การใส่เชื้อจุลินทรีย์ 100/1-2 ไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.6) เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มของจำนวนใบหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พบว่า เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 146/2 มีผลทำให้อัตราการเพิ่มของจำนวนใบหญ้าแฝกค่อนข้างรวดเร็วในช่วงหลังจาก 14 วันของการทดลอง ลักษณะอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบจะเห็นอัตราเพิ่มขึ้นในช่วงหลังจาก 21 วันของการทดลอง เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 (ภาพที่ 4.11)

สำหรับจำนวนใบของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์พบว่าเพิ่มขึ้นจาก 4.00 เป็น 9.00 ใบในช่วง 42 วันของการทดลองการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนใบ ของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยเฉพาะการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกเพิ่มขึ้นสูงสุดจาก 5.33 เป็น 14.33 ใบ รองลงมาได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ 146/2, AF และ AF 115/1.4 ตามลำดับ แต่การใส่เชื้อจุลินทรีย์ 100/1.2 ไม่แตกต่างจาก

การไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.6) เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มของจำนวนใบหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี พบว่าเมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 และ AF 146/2 มีผลให้อัตราการเพิ่มของจำนวนใบหญ้าแฝกแตกต่างจากตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างชัดเจนตลอดช่วง 42 วัน ของการทดลอง ลักษณะอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบ เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF และ AF 115/1.4 มีผลเช่นเดียวกับการใส่เชื้อ AF 146/2 แต่อัตราการเพิ่มลดลงเล็กน้อยในช่วง 28 วันของการทดลอง (ภาพที่ 4.12)

2.3 จำนวนหน่อของหญ้าแฝก

สำหรับจำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 0.67 เป็น 5.00 หน่อในช่วง 42 วันของการทดลอง การใช่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1, AF และ AF 146/2 มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เพิ่มขึ้นสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 115/1.4 และ 100/1-2 ตามลำดับ โดยจะเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนหลังจาก 14 วันของการทดลอง (ตารางที่ 4.7) เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 พบว่าอัตราการเพิ่มของจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังจาก 14 วันของการทดลอง โดยเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1, AF และ AF 146/2 แสดงให้เห็นว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว มีผลทำให้จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นในช่วงหลังจาก 14 วัน ของการทดลอง (ภาพที่ 4.13)

สำหรับจำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นจาก 0.67 เป็น 5.00 หน่อในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อจุลินทรีย์ AF, AF104/3.1 และ AF 146/2 มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเพิ่มขึ้นสูงกว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 115/1.4 และ 100/1-2 ตามลำดับ ซึ่งเห็นความแตกต่างกับตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างชัดเจนหลัง 14 วันของการทดลอง (ตารางที่ 4.14) สำหรับอัตราการเพิ่มของจำนวนหน่อหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานี พบว่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนและแตกต่างกับในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในช่วงหลังจาก 14 วันของการทดลอง โดยเฉพาะการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF, AF 104/3.1 และ AF 146/2 แสดงให้เห็นว่าการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว มีผลทำให้อัตราการเพิ่มของจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นในช่วงหลังจาก 14 วัน ของการทดลอง (ภาพที่ 4.14)

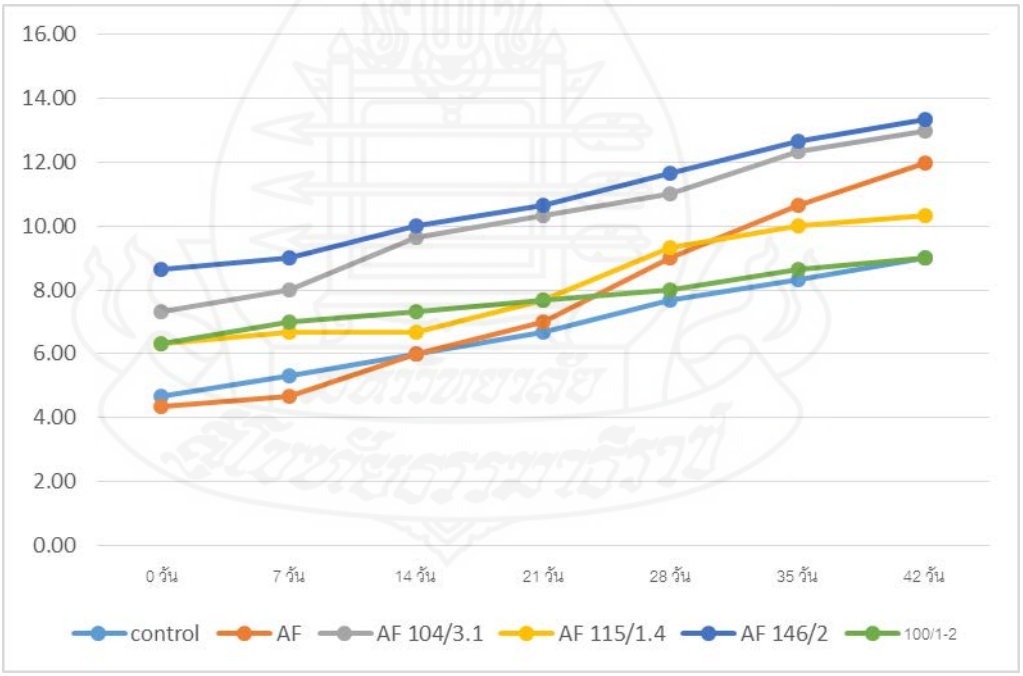
ตารางที่ 4.6 จำนวนใบเฉลี่ยของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิดในช่วง 42 วันของการทดลอง

พันธุ์สงขลา 3	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	4.67	5.33	6.00	6.67	7.67 ^{c}	8.33 ^{c}	9.00 ^{c}
AF	4.33	4.67	6.00	7.00	9.00 c	10.67 ^{ab}	12.00 ^{ab}
AF 104/3.1	7.33	8.00	9.67	10.33	11.00 ^{ab}	12.33 ^{a}	13.00 ^{a}
AF 115/1.4	6.33	6.67	6.67	7.67	9.33 ^{bc}	10.00 ^{bc}	10.33 ^{bc}
AF 146/2	8.67	9.00	10.00	10.67	11.67 ^{a}	12.67 ^{a}	13.33 ^{a}
100/1-2	6.33	7.00	7.33	7.67	8.00 ^{c}	8.67 ^{bc}	9.00 ^{c}
F Test	--	--	--	--	*	*	*
CV (%)	--	--	--	--	9.79	10.73	10.73
พันธุ์สุราษฎร์ธานี							
control	3.67	4.33	5.33	6.33	7.00 ^{c}	7.67 ^{c}	8.67 ^{c}
AF	2.33	4.67	6.00	7.00	8.67 ^{bc}	10.67 ^{ab}	12.00 ^{ab}
AF 104/3.1	5.00	6.00	7.00	8.67	11.33 ^{a}	11.67 ^{a}	12.33 ^{a}
AF 115/1.4	2.67	4.67	5.67	6.00	8.67 ^{bc}	9.00 ^{bc}	10.00 ^{bc}
AF 146/2	1.67	5.00	5.67	7.67	9.33 ^{ab}	10.33 ^{ab}	11.33 ^{ab}
100/1-2	2.67	6.00	5.00	6.33	7.33 ^{bc}	7.67 ^{c}	8.33 ^{c}
F Test	--	--	--	--	*	*	*
CV (%)	--	--	--	--	14.45	12.89	11.28
พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	3.33	4.67	5.33	6.00	6.67 ^{c}	7.67 ^{cd}	8.33 ^{c}
AF	5.33	7.00	8.33	9.67	10.33 ^{b}	11.33 ab	12.67 ^{ab}
AF 104/3.1	4.00	6.33	8.00	9.00	10.33 ^{b}	12.67 ab	13.00 ^{ab}
AF 115/1.4	6.67	7.67	8.33	9.00	9.67 ^{b}	10.67 bc	10.67 ^{bc}
AF 146/2	3.67	6.67	8.33	11.67	13.33 ^{a}	14.33 ^{a}	14.67 ^{a}
100/1-2	2.33	5.00	5.33	5.67	6.33 ^{c}	7.33 ^{d}	8.67 ^{c}
F Test	--	--	--	--	*	*	*
CV (%)	--	--	--	--	14.55	15.59	16.11

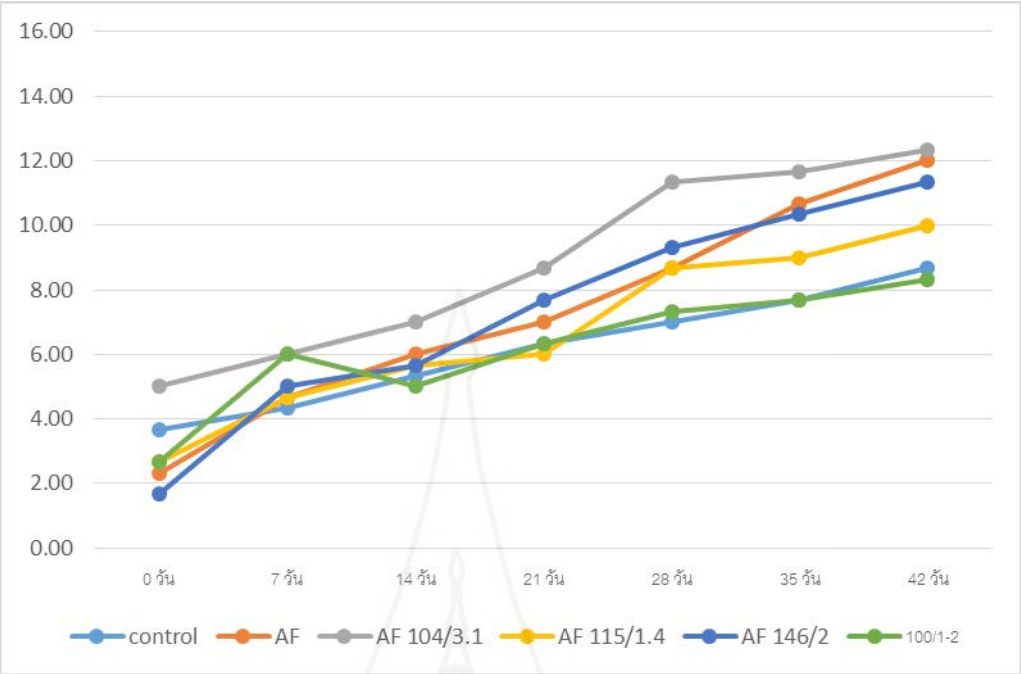
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

พันธุ์ราชบุรี	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
control	4.00	5.00	5.67	6.67	7.33 ^{d}	8.33 ^{c}	9.00 ^{b}
AF	4.33	5.33	7.00	8.33	9.67 ^{abc}	11.00 ^{b}	12.67 ^{a}
AF 104/3.1	5.33	8.00	9.67	10.33	11.67 ^{a}	13.67 ^{a}	14.33 ^{a}
AF 115/1.4	4.33	6.67	8.00	8.67	9.33 ^{bcd}	9.33 ^{c}	10.00 ^{b}
AF 146/2	5.00	6.67	7.00	9.00	10.00 ^{ab}	11.67 ^{b}	12.33 ^{a}
100/1-2	2.67	4.67	6.00	6.67	7.67 ^{cd}	8.00 ^{c}	9.67 ^{b}
F Test	--	--	--	--	*	*	*
CV (%)	--	--	--	--	12.39	8.83	10.56

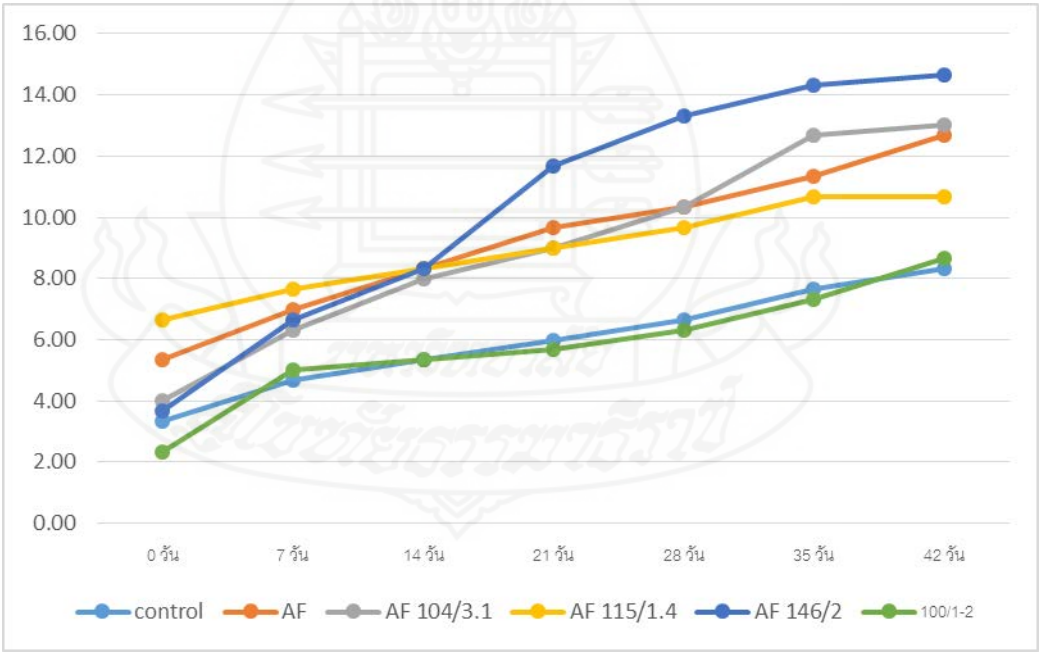
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หมายเหตุ: ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ โดยวิธี Duncan Multiple Range Tent (DMRT)



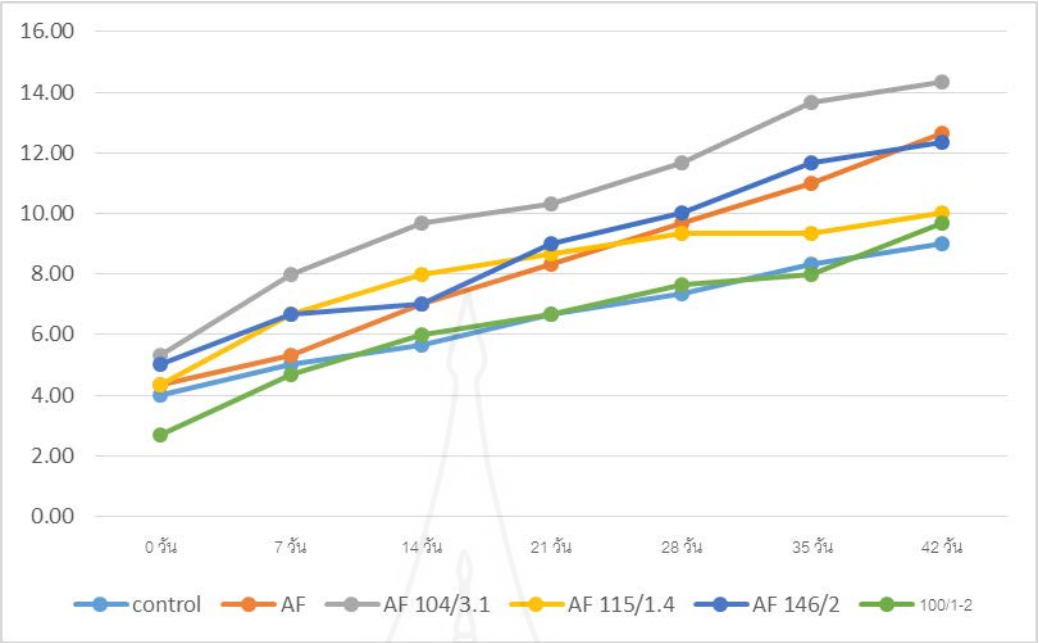
ภาพที่ 4.9 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.10 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.11 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.12 ค่าจำนวนใบเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง

สำหรับจำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 0.67 เป็น 6.33 หน่อในช่วง 42 วันของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เพิ่มขึ้นสูงสุดโดยเพิ่มขึ้นจาก 0.67 เป็น 9.67 หน่อ รองลงมาได้แก่ การใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF และ AF 146/2 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) สำหรับการใส่เชื้อจุลินทรีย์อีก 2 ชนิด ได้แก่ AF 115/1.4 และ 100/1-2 พบว่าจำนวนหน่อยังคงเพิ่มขึ้นสูงกว่าในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พบว่า หลังจาก 21 วัน ของการทดลอง มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนในตำรับที่มีการเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1 , AF และ AF 146/2 และการใส่เชื้อจุลินทรีย์ AF 115/1.4 และ100/1.2 ยังเห็นผลของการเชื้อจุลินทรีย์ต่ออัตราการเพิ่มจำนวนหน่อ โดยความแตกต่างกับตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างชัดเจนในช่วงหลังจาก 21 วัน ของการทดลอง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเพิ่มจำนวนหน่อของหญ้าแฝก พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ค่อนข้างแตกต่างกับหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นหญ้าแฝกพันธุ์ลุ่ม (ภาพที่ 4.15)

สำหรับจำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อไม่มีการใส่เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นจาก 0.67 เป็น 5.00 หน่อ ในช่วง 42 วัน ของการทดลอง การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด มีผลทำให้จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เพิ่มมากขึ้นแตกต่างกัน โดยสามารถจัดแบ่งเป็นกลุ่มที่มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ได้แก่เชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1, AF 146/2 และ AF ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7) แต่สำหรับอีกกลุ่มได้แก่ AF 115/1.4 และ 100/1-2 แตกต่างกับตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย โดยในช่วง 21 วันแรกของการทดลอง พบว่า จำนวนหน่อของหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรีไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด และการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนหน่อหญ้าแฝกเมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ มีผลช่วยส่งเสริมการเพิ่มจำนวนหน่อหลังจาก 21 วัน ของการทดลองของกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ AF 104/3.1, AF 146/2 และ AF (ภาพที่ 4.16)

จากผลการทดลองนี้ พบว่า การใส่เชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะ AF 104/3.1 และ AF 146/2 ค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม 2 พันธุ์ และพันธุ์หญ้าแฝกดอน 2 พันธุ์ โดยความสูงของหญ้าแฝกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง ลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ แต่สำหรับหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี ไม่เห็นผลที่แตกต่างกันชัดเจนนักของการใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด แต่สำหรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบจะเห็นผลของการใส่เชื้อจุลินทรีย์หลังจาก 14-21 วันของการทดลอง ซึ่งจะเห็นความแตกต่างกันได้ชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ ในกรณีของจำนวนหน่อหญ้าแฝกทั้งพันธุ์ลุ่มและพันธุ์ดอน มีความแตกต่างกับจำนวนหน่อในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างชัดเจน โดยในหญ้าแฝกลุ่ม (ทั้งพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี) จำนวนหน่อเพิ่มขึ้นในช่วงหลังจาก 14 วัน ของการทดลอง ในขณะที่หญ้าแฝก (ทั้งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์ราชบุรี) มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้น ในช่วงหลังจาก 21 วัน ของการทดลอง ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใส่ในการทดลองนี้ (โดยเฉพาะ AF 146/2 และ AF 104/3.1) อาจจะสร้างสารประกอบที่ช่วยกระตุ้นให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยการเจริญเติบโตทางความสูงจะเห็นผลในช่วง 7 วัน แรกของการทดลอง ส่วนการเจริญเติบโตด้านการแตกใบและการแตกหน่อจะเห็นผลในช่วง 14-21 วันของการทดลอง แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในช่วงของการเลี้ยงกล้าหญ้าแฝก และการขยายพันธุ์หญ้าแฝกต่อไป

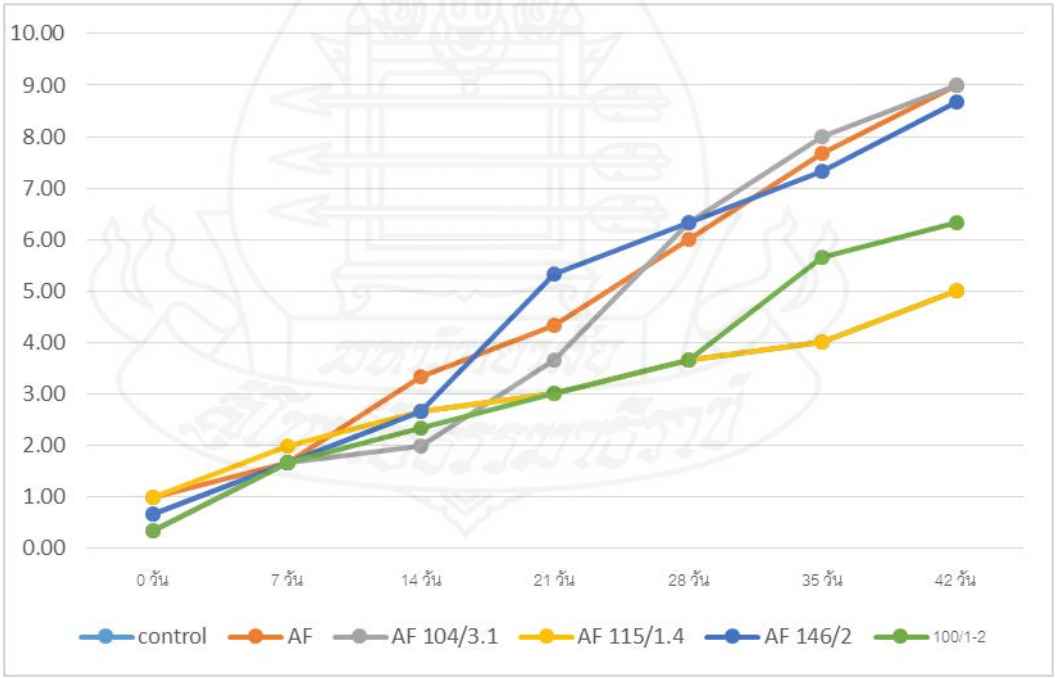
ตารางที่ 4.7 จำนวนหน่อเฉลี่ยของหญ้าแฝก เมื่อใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วัน ของการทดลอง

พันธุ์สงขลา 3	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	0.67	1.67	2.67	3.00	3.67	4.00 ^{b}	5.00 ^{b}
AF	1.00	1.67	3.33	4.33	6.00	7.67 ^{a}	9.00 ^{a}
AF 104/3.1	0.33	1.67	2.00	3.67	6.33	8.00 ^{a}	9.00 ^{a}
AF 115/1.4	1.00	2.00	2.67	3.00	3.67	4.00 ^{b}	5.00 ^{b}
AF 146/2	0.67	1.67	2.67	5.33	6.33	7.33 ^{a}	8.67 ^{a}
100/1-2	0.33	1.67	2.33	3.00	3.67	5.67 ^{ab}	6.33 ^{b}
F Test	--	--	--	--	ns	*	*
CV (%)	--	--	--	--	28.52	23.46	17.09
พันธุ์สุราษฎร์ธานี	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	0.67	1.67	2.33	2.67	3.33 ^{c}	4.00 ^{c}	5.00^{c}
AF	0.33	2.00	3.00	4.33	5.67 ^{a}	7.67 ^{a}	9.00^{a}
AF 104/3.1	0.67	1.00	2.33	4.33	5.00 ^{ab}	6.67 ^{ab}	8.67^{a}
AF 115/1.4	0.67	1.67	2.33	2.67	3.33 ^{c}	5.00 ^{bc}	5.67^{c}
AF 146/2	1.33	1.67	2.33	4.00	6.00 ^{a}	6.67 ^{ab}	7.67^{ab}
100/1-2	0.67	1.00	1.67	2.67	4.00 ^{bc}	5.00 ^{bc}	6.00^{bc}
F Test	--	--	--	--	*	*	ns
CV (%)	--	--	--	--	17.32	16.26	14.35
พันธ์ประจวบคีรีขันธ์	**0 วัน**	**7 วัน**	**14 วัน**	**21 วัน**	**28 วัน**	**35 วัน**	**42 วัน**
control	0.67	1.67	2.33	3.67	4.67	5.67 ^{d}	6.33 ^{c}
AF	1.33	2.33	3.00	3.67	7.00	8.00 ^{ab}	8.33 ^{b}
AF 104/3.1	0.67	1.33	2.33	3.67	7.33	8.67 ^{a}	9.67 ^{a}
AF 115/1.4	1.33	2.33	3.67	4.33	6.33	7.00 ^{bcd}	7.33 ^{bc}
AF 146/2	1.33	2.33	3.50	5.00	6.33	7.33 ^{abc}	8.33 ^{b}
100/1-2	1.00	1.67	3.00	3.67	5.67	6.33 ^{cd}	7.33 ^{bc}
F Test	--	--	--	--	ns	*	*
CV (%)	--	--	--	--	15.43	11.10	8.56

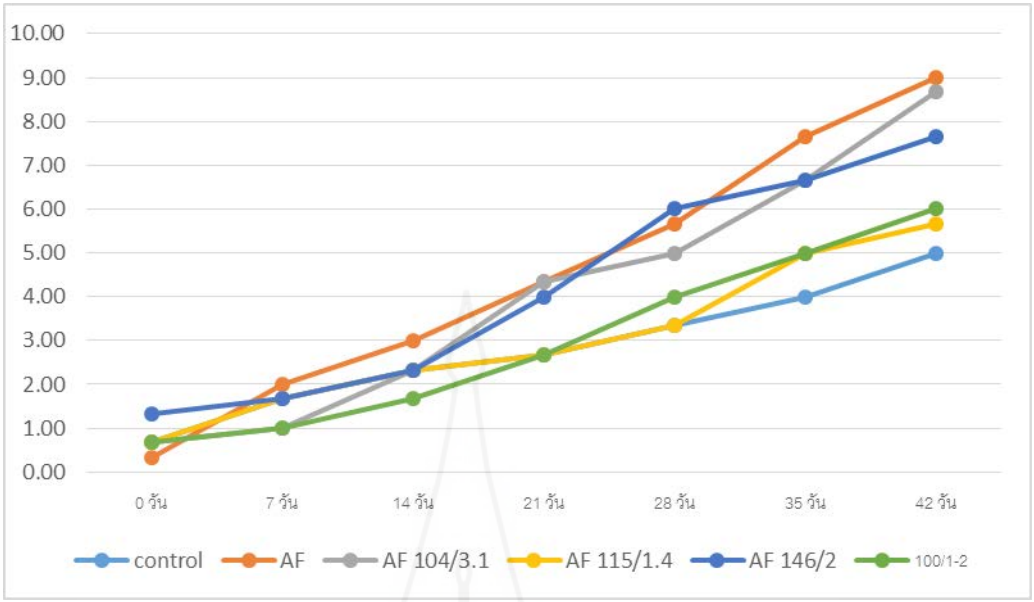
ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

พันธุ์ราชบุรี	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
control	0.67	1.33	2.00	2.67	3.67	4.33 ^{c}	5.00 ^{c}
AF	0.67	1.33	2.00	2.67	5.00	6.33 ^{ab}	8.00 ^{ab}
AF 104/3.1	1.00	1.67	2.33	3.00	5.00	6.67 ^{a}	8.33 ^{a}
AF 115/1.4	1.33	1.33	2.33	2.67	4.00	5.00 ^{bc}	6.33 ^{bc}
AF 146/2	0.33	1.67	2.33	3.67	5.67	7.00 ^{a}	8.00 ^{ab}
100/1-2	1.33	1.67	2.00	2.33	4.00	4.67 ^{c}	5.67 ^{c}
F Test	--	--	--	--	ns	*	*
CV (%)	--	--	--	--	21./83	14.04	14.68

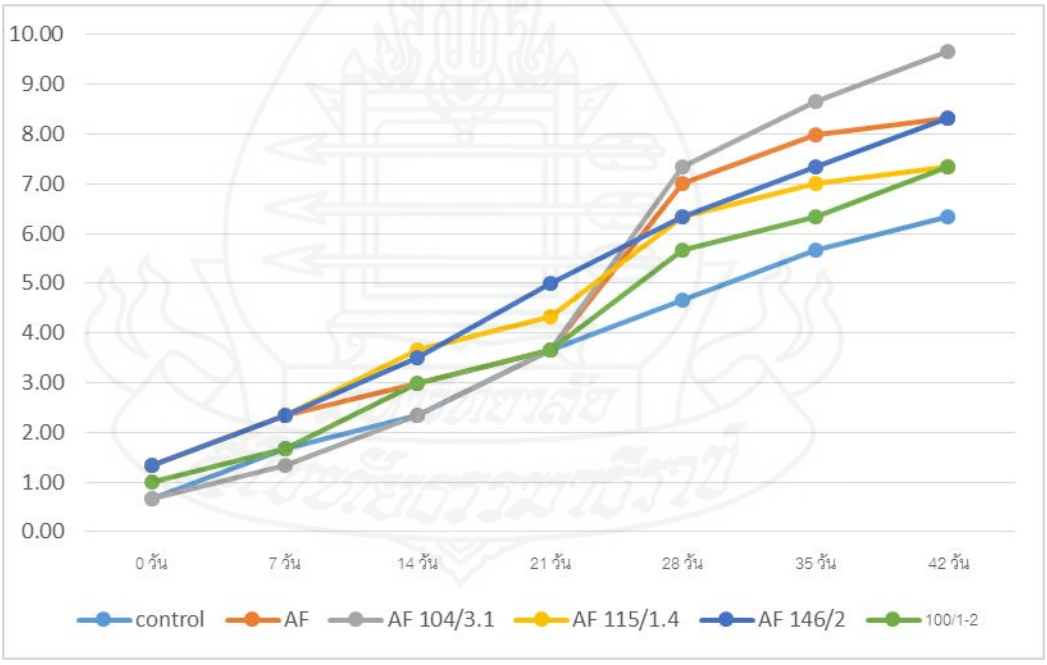
หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ หมายเหตุ: ตัวเลขค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ โดยวิธี Duncan Multiple Range Tent (DMRT)



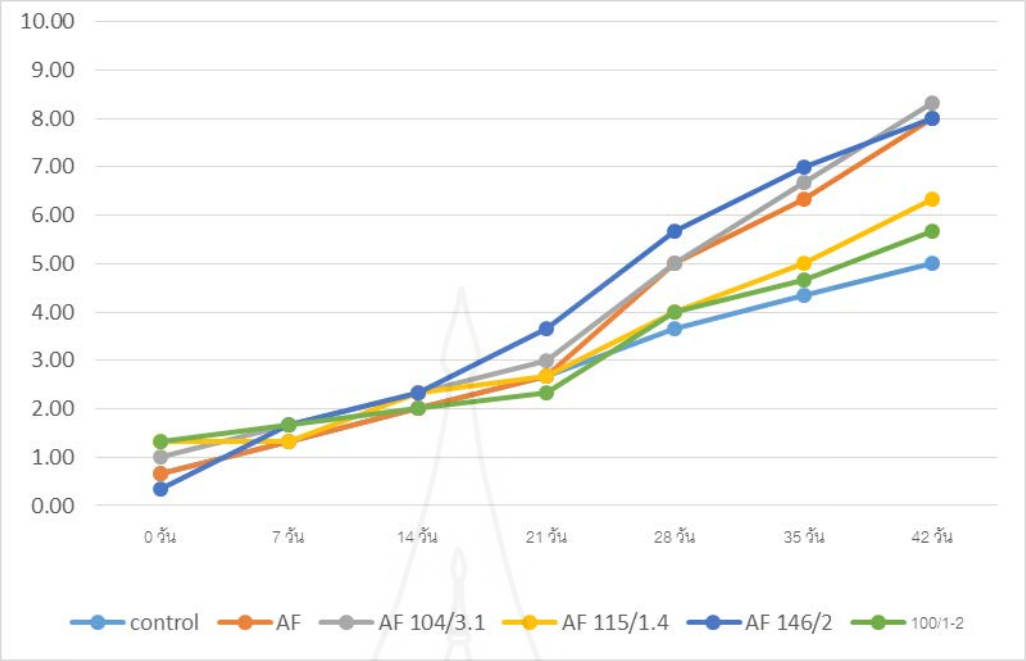
ภาพที่ 4.13 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สงขลา 3 เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.14 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกลุ่ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.15 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง



ภาพที่ 4.16 ค่าจำนวนหน่อเฉลี่ยของต้นหญ้าแฝกดอน พันธุ์ราชบุรี
เมื่อมีการใส่เชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด ในช่วง 42 วันของการทดลอง

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์ และเพื่อการขยายพันธุ์หญ้าแฝก ส่วนใหญ่มีการเจริญเติบโตเร็ว การนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการรักษาพันธุ์ เกิดปัญหาคือ ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายขวดเนื้อเยื่อตลอด ดังนั้นการศึกษาฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนิน เพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่มให้มีการเจริญช้าลง ก็จะทำให้มีการเก็บรักษาเนื้อเยื่อได้ในเวลาที่นานกว่า หญ้าแฝกดอนที่มีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าหญ้าแฝกลุ่มก็มีความจำเป็นที่จะต้องเปรียบเทียบความเข้มข้นของฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด เช่นกัน การวิจัยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) ศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นที่เหมาะสมของฮอร์โมน 2 ชนิด คือ ออกซินและไซโตไคนินต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก (2) ศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตต่อหญ้าแฝก สามารถสรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะของการวิจัย ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 การทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน ที่เพิ่มขึ้นจาก 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนลดลงอย่างชัดเจน สำหรับการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินร่วมกับออกซินกับหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน พบว่าความสูงของต้นหญ้าแฝกลุ่มและดอนลดลง แสดงให้เห็นว่าฮอร์โมนไซโตไคนินสามารถควบคุมให้ความสูงของต้นหญ้าแฝกทั้ง 2 ชนิดให้ลดลงได้ ถึงแม้ว่าจะมีการใส่ฮอร์โมนออกซินที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

จำนวนหน่อของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนที่ไม่มีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยกระตุ้นให้จำนวนหน่อเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินดังกล่าวทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้น จากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน การใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนิน มีผลทำให้จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มมากยิ่งขึ้นกว่าการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมด้วย แต่ไม่เห็นผลดังกล่าวในหญ้าแฝกดอน

ส่วนใบของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนที่ไม่มีการใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ไม่แตกต่างกัน การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยกระตุ้นให้จำนวนเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนใบของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้น จากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน การใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนิน มีผลทำให้จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มเพิ่มมากยิ่งขึ้นกว่าการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมด้วย แต่ไม่เห็นผลดังกล่าวในหญ้าแฝกดอน

การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตและการงอกของราก จนทำให้ไม่พบจำนวนรากของหญ้าแฝกทั้งในหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน การใส่ฮอร์โมนออกซินที่ระดับความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่ฮอร์โมนออกซินอย่างชัดเจน การใส่ฮอร์โมนออกซินร่วมกับฮอร์โมนไซโตไคนิน มีผลทำให้จำนวนรากของต้นหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนลดลงจนกระทั่งไม่มีการงอก และการเจริญเติบโตของรากอย่างเห็นได้ชัดเจน

1.2 การทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญของหญ้าแฝก

การใช้เชื้อจุลินทรีย์พวก *Azotobacter* sp. จำนวน 5 ชนิด ที่มีความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ รหัส AF, AF 104/3.1, AF 115/1.4, AF 146/2 และ 100/1-2 กับเนื้อเยื่อหญ้าแฝกพันธุ์ลุ่ม 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์สงขลา 3 และสุราษฎร์ธานี ส่วนหญ้าแฝกพันธุ์ดอน 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และราชบุรี ติดตามการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกทั้ง 4 พันธุ์ ดังกล่าวทางด้านความสูง จำนวนใบ และจำนวนหน่อ ทุก 7 วัน ตลอดช่วงการทดลอง 42 วัน ดังนี้

การใส่เชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะ AF 104/3.1 และ AF 146/2 ค่อนข้างมีประสิทธิภาพในการเพิ่มการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกลุ่ม 2 พันธุ์ และพันธุ์หญ้าแฝกดอน 2 พันธุ์ โดยความสูงของหญ้าแฝกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 7 วันแรกของการทดลอง ลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3 และหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ การใส่เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดในหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรีไม่เห็นผลที่แตกต่างกันชัดเจนนัก แต่สำหรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนใบจะเห็นผลของการใส่เชื้อจุลินทรีย์หลังจาก 14-21 วันของการทดลอง จะเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี และหญ้าแฝกดอนพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ ในกรณีของจำนวนหน่อหญ้าแฝกทั้งพันธุ์ลุ่มและพันธุ์ดอน มีความแตกต่างกับจำนวนหน่อในตำรับที่ไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์อย่างชัดเจน โดยในหญ้าแฝกลุ่มทั้งพันธุ์สงขลา 3 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี จำนวนหน่อ

เพิ่มขึ้นในช่วงหลังจาก 14 วัน ของการทดลอง ในขณะที่หญ้าแฝก ทั้งพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ และพันธุ์ราชบุรี มีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้น ในช่วงหลังจาก 21 วันของการทดลอง

เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้ (โดยเฉพาะ AF 146/2 และ AF 104/3.1) อาจจะสร้างสารประกอบที่ช่วยกระตุ้นให้หญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นกว่าการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยการเจริญเติบโตทางความสูงจะเห็นผลในช่วง 7 วัน แรกของการทดลอง สำหรับการเจริญเติบโตด้านการแตกใบและการแตกหน่อจะเห็นผลในช่วง 14-21 วันของการทดลอง แสดงให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกในช่วงของการเลี้ยงกล้าและการขยายพันธุ์หญ้าแฝก

2. อภิปรายผล

2.1 การทดลองที่ 1: ผลของฮอร์โมนพืชบางชนิดต่อการเจริญของหญ้าแฝก

การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก มีผลทำให้ความสูงและจำนวนรากของหญ้าแฝกลดลงอย่างชัดเจน การเพิ่มความเข้มข้นของฮอร์โมนไซโตไคนินจาก 0.5 เป็น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ยิ่งทำให้ความสูงและจำนวนรากลดลงเป็นลำดับ เช่นเดียวกับการทดลองของ Mazid, Khan, and Mohommad (2011, pp. 348-353) แต่การใส่ฮอร์โมนไซโตไคนินมีผลทำให้การแตกหน่อของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน เพิ่มมากขึ้นกว่าการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน แสดงให้เห็นว่าไซโตไคนินมีผลกระตุ้นให้เกิดการแตกหน่อแต่กลับยับยั้งการเจริญทางด้านต้นและรากของหญ้าแฝกทั้งลุ่มและดอน

สำหรับการใส่ฮอร์โมนออกซินในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก มีผลช่วยส่งเสริมการเจริญทั้งทางด้านความสูง การแตกหน่อ และจำนวนรากของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอน Ngomuo, Mnene, and Ndakidemi (2013, pp. 2174-2180) พบว่าการใช้ออกซินและไซโตไคนินมีผลต่อการเจริญของต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อใช้ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดร่วมกัน พบว่า ฮอร์โมนที่ใส่มีผลให้ความสูงและจำนวนรากลดลง เช่นเดียวกับผลของฮอร์โมนไซโตไคนิน แสดงว่าไซโตไคนินมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกมากกว่าออกซิน แต่สำหรับการแตกหน่อของหญ้าแฝกเมื่อใช้ไซโตไคนินร่วมกับออกซิน ทำให้การแตกหน่อยิ่งเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวจะแตกต่างกันกับหญ้าแฝกดอน ดังนั้นการเลือกใช้ชนิดของฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก และยังขึ้นกับชนิดของหญ้าแฝกลุ่มและหญ้าแฝกดอนด้วย

ในกรณีที่มีวัตถุประสงค์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกเพื่อการขยายพันธุ์ ซึ่งควรเร่งให้มีการแตกหน่ออย่างรวดเร็ว Esyanti, Iriawati, and Marisadora, (2013, pp. 863-866) ใช้ฮอร์โมนเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในกรณีผลิตน้ำหอมจากรากหญ้าแฝก รวมถึงช่วงต่อมาให้มีการเจริญเติบโตของต้นและรากตามมา และเมื่อมีการเจริญเติบโตที่ระดับหนึ่งแล้วควรมีการพัฒนาระบบของราก ทั้งนี้เพราะเมื่อมีจุดประสงค์ในการขยายพันธุ์ จำเป็นต้องนำต้นหญ้าแฝกที่เจริญสมบูรณ์แล้วจากในภาชนะเลี้ยงเนื้อเยื่อย้ายไปปลูกในวัสดุปลูก เพื่อให้ต้นกล้ามีความแข็งแรงและพร้อมที่จะปลูกลงดินต่อไป ในกรณีนี้จึงควรมีการใส่ฮอร์โมนไซโตไคนิน 0.5-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงแรกของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จากนั้นอาจต้องเปลี่ยนเป็นใช้ฮอร์โมนออกซิน เพื่อกระตุ้นให้มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ต้น และรากหญ้าแฝก

ในกรณีที่มีวัตถุประสงค์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์ ให้สามารถเก็บได้อย่างยาวนาน โดยมีการเจริญเติบโตไม่มากนัก และไม่ควรให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และในช่วงแรกควรเป็นการเจริญของราก เพื่อให้เกิดการตั้งตัวแล้วจึงเป็นการเจริญของต้น ในกรณีนี้ก็ไม่ควรเร่งให้เกิดการแตกหน่อที่รวดเร็วนัก จึงควรเลือกใช้ฮอร์โมนออกซินในช่วงแรก และอาจใช้ฮอร์โมนไซโตไคนินในระดับต่ำ เพื่อไม่ให้มีการเจริญเติบโตมากนักแต่สามารถเก็บรักษาให้สามารถอยู่ได้นาน

2.2 การทดลองที่ 2: ผลของเชื้อจุลินทรีย์ต่อการเจริญของหญ้าแฝก

ถึงแม้ว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกแล้วว่า มีความสามารถในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 5 ชนิด กับหญ้าแฝกลุ่ม 2 พันธุ์ และหญ้าแฝกดอน 2 พันธุ์ โดยผลการทดลองมีแนวโน้มให้เห็นว่าเชื้อจุลินทรีย์อย่างน้อย 2 ชนิด ได้แก่ AF146/2 และ AF104/3-1 มีศักยภาพที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกทั้ง 4 พันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นลักษณะของเชื้อสดมีชีวิต จึงเป็นการทดลองในช่วงแรกเพื่อคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพดีในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก Samuel and Muthukkaruppan (2011, pp. 22-25) ทดลองใช้เชื้อจุลินทรีย์กลุ่ม PGPR มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชหลายชนิด โดยมีผลต่อพืชทั้งกลไกทางตรงและทางอ้อม เชื้อ PGPR อยู่ในพวกแบคทีเรีย *Bacillus* sp., *Pseudomonas* spp., *Azotobacter* sp., *Penicillium* spp. และ *Glucanacetobacter* spp. ดังนั้นควรนำไปใช้ในการทดลองที่มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้นต่อไป นอกจากนี้เชื้อทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว ยังสามารถขยายผลของการใช้ประโยชน์กับพืชชนิดอื่นๆ ต่อไป โดยเฉพาะพืชที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ และการฟื้นฟูทรัพยากรดิน Lee, Ka, and Song (2012, pp. 45-49) แยกเชื้อจุลินทรีย์จากดินบริเวณรากของไม้ยืนต้น และบางสายพันธุ์ของ *Bacillus* sp. สามารถผลิตฮอร์โมนพืชพวก auxin เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lim และ Kim (2009: 531-538) ศึกษาการสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโต

ของพืช (PGPR) ของเชื้อ *Bacillus subtilis* และ *B. licheniformis* ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถผลิตสารออกซินโดยศึกษาถึงสมบัติของสารออกซินที่ผลิตจากเชื้อทั้ง 2 ชนิด ลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนในหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สงขลา 3

การใช้เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ในการทดลองนี้ถึงแม้ว่าจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝกทางด้านความสูง จำนวนใบ จำนวนหน่อ จะเห็นไม่มากนัก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ก็เห็นความแตกต่างกัน แต่การทดลองของ Akbari, Arab, Alikhani, Akkagdadu, and Arzanesh (2007, pp. 523-529) พบว่าการใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่แยกได้ในดิน ได้แก่ *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp. และ *Enterobacter* sp. แสดงถึงการส่งเสริมการงอกของรากพืช ดังนั้นจึงควรมีการทดลองเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความชัดเจนของประสิทธิภาพเชื้อจุลินทรีย์ โดยมุ่งเน้นเฉพาะเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพจำนวน 2 ชนิด ดังกล่าวแล้วข้างต้น Mia, Shamsuddin, and Mahmood (2012, pp. 3758-3765) ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและ Erturk, Ercisli, Haznedar, and Cakamkci, (2010, pp.91-98). ศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม PGPR ต่อการเกิดและการเจริญของรากพืช

การเลือกใช้จุลินทรีย์ในกระบวนการกระตุ้นให้การเจริญเติบโตของกล้าหญ้าแฝกในภาชนะเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ทางชีวภาพที่อาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาจากธรรมชาติ เช่นเดียวกับ Karadeniz, Topcuoglu, and Inan (2006, pp.1061-1064) รายงานว่าในปัจจุบันพบว่าสารประกอบหลายชนิดที่ผลิตจากเชื้อแบคทีเรีย มีความสำคัญและมีบทบาทต่อเทคโนโลยีชีวภาพ กลุ่มของสารประกอบดังกล่าว ได้แก่ ฮอร์โมนพืชที่มีการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทางการเกษตร ดังนั้นกระบวนการนี้สามารถพัฒนาไปใช้ในการส่งเสริมให้กล้าหญ้าแฝกมีการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำไปขยายพันธุ์ในวัสดุปลูกนอกห้องปฏิบัติการ และเป็นแนวทางในการใช้เชื้อจุลินทรีย์เพื่อทดแทนการใส่ฮอร์โมนพืช ซึ่งเป็นสารเคมีสังเคราะห์ และยังเป็นการเพิ่มศักยภาพในการขยายพันธุ์หญ้าแฝกในอนาคต

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

3.1.1 ผลการวิจัยมีความชัดเจนในการกำหนดชนิดและอัตราการใส่ฮอร์โมนในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝก สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกเพื่อการเก็บรักษาพันธุ์และเพื่อการขยายพันธุ์ จึงควรนำไปใช้ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทางด้านนี้จะทำให้กิจกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น

3.1.2 หญ้าแฝกแต่ละพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในสภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จึงควรพิจารณาฮอร์โมนที่มีชนิดและอัตราการใช้ที่เหมาะสม สำหรับกลุ่มพันธุ์หญ้าแฝกที่มีการเจริญเติบโตช้าและเพาะเลี้ยงได้ยาก

3.1.3 ห้องปฏิบัติการหญ้าแฝก กลุ่มวิจัยและพัฒนาการจัดการหญ้าแฝก เพื่อการพัฒนาที่ดินในกิจกรรมการเก็บรักษาพันธุ์หญ้าแฝก สามารถกำหนดชนิดและอัตราของฮอร์โมนในสูตรอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อได้อย่างเหมาะสม เพื่อการเร่งการเจริญเติบโตในช่วงแรก โดยเฉพาะการงอกของราก และเมื่อตั้งตัวได้แล้ว ควรต้องมีการเจริญเติบโตไม่รวดเร็วนัก เพื่อการเก็บรักษาพันธุ์ได้ยาวนานกว่าที่เคยปฏิบัติกันมา

3.1.4 เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้ เป็นกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช การนำมาใช้ในการทดลองส่งเสริมการเจริญของหญ้าแฝกลุ่มและดอน ทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าเชื้อจุลินทรีย์ 1-2 ชนิด มีศักยภาพสูงที่จะพัฒนาให้เป็นแนวทางหนึ่ง ในการใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่อการเพิ่มการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกเพื่อการขยายพันธุ์

3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 กิจกรรมการเก็บรักษาพันธุ์หญ้าแฝก ควรมีการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากการใช้ชนิดและอัตราของฮอร์โมนในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ถึงระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานเท่าไร โดยสามารถรักษาลักษณะทางกายภาพของต้นหญ้าแฝกที่ยังคงมีความสมบูรณ์อยู่

3.2.2 กิจกรรมการขยายพันธุ์หญ้าแฝก ควรมีการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลต่อเนื่อง เมื่อมีการเร่งการเจริญเติบโตแล้ว หลังจากนำไปขยายพันธุ์โดยการตัดหน่อตัดพันธุ์เพื่อขยายเป็นหน่อใหม่ในการเก็บรักษาพันธุ์ในสภาพเนื้อเยื่อ และการนำต้นตอพันธุ์ไปใช้เป็นต้นกล้าพันธุ์ในวัสดุปลูกในภาคสนาม

3.2.3 ถึงแม้จะทราบชนิดและอัตราการใส่ฮอร์โมนที่เหมาะสม ต่อกิจกรรมการเก็บรักษาพันธุ์หญ้าแฝกในสภาพเนื้อเยื่อแล้วก็ตาม แต่งานวิจัยต่อไปควรมีการวิจัยที่มุ่งเน้นจะใช้ฮอร์โมนพืชที่น้อยลง แต่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินงานของกิจกรรมด้านนี้

3.2.4 สำหรับผลการทดลองของเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารส่งเสริมการเจริญของพืชต่อหญ้าแฝก แสดงให้เห็นว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแฝก โดยเฉพาะเชื้อ 1-2 ชนิด ที่ใช้ทดลองมีศักยภาพต่อการนำมาใช้ในการส่งเสริมการเจริญของหญ้าแฝก ที่เพาะเลี้ยงในสภาพเนื้อเยื่อ จึงควรมีการวิจัยเพื่อเติมของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ดังกล่าวต่อแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจังในสภาพการนำไปใช้เพาะเลี้ยงกล้าหญ้าแฝก เพื่อการขยายพันธุ์ในวัสดุปลูกที่เหมาะสม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลพรรณ นามวงศ์พรหม, มาลี ณ นคร, วงจันทร์ วงศ์แก้ว และวีรชัย ณ นคร. (2535). *การขยายท่อนพันธุ์หญ้าแฝกหอม (Vetivera zizanioides L.) ในหลอดทดลอง*. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น. 725-729.

กรมพัฒนาที่ดิน และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (2555). *คู่มือการขยายพันธุ์และปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. (พิมพ์ครั้งที่ 4) กรุงเทพฯ: บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน).

_____. (2552). *คู่มือปฏิบัติงาน การขยายพันธุ์และการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ*.

_____. (2541). *ความรู้เรื่องหญ้าแฝก*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. (2537). *คู่มือการดำเนินงานเกี่ยวกับหญ้าแฝก*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. คณะวนเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณรงค์ โฉมเฉลา. (2553). *ชื่อสกุลของหญ้าแฝก*. รวบรวมบทความเรื่องหญ้าแฝก สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

ดนัย บุณยเกียรติ. (2539). *สรีรวิทยาของพืช*. เชียงใหม่:ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิตย์ ศกุนรักษ์. (2541). *สรีรวิทยาของพืช*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นิตย์ศรี แสงเดือน. (2551). *พันธุศาสตร์พืช*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือมหาวิทลัยเกษตรศาสตร์.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2551). เทคนิคเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปอล เตรือง, วีรชัย ณ นคร, ตราน ตาน วาน, และ เอลีส พินเนอร์ค์. (2556). *การใช้ประโยชน์หญ้าแฝก*. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ. : สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

ปัณรสี ศรีสม, มาลี ณ นคร, และกมลพรรณ นามวงศ์พรหม. (2543). เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ครั้งที่ 38. “การศึกษาความทนทานของหญ้าแฝกต่อสารกำจัดวัชพืชไกลฟอเสทโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ”.

พิทยากร ลิ่มทอง. (2551). *หญ้าแฝก: การใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พีรเดช ทองอำไพ. (2537). *ฮอร์โมนพืชและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ:ไดนามิคการพิมพ์.

วิฑูร ชินพันธุ์ และอาทิตย์ ศุขเกษม. (2536). *การผลิตกล้าหญ้าแฝกที่มีคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

วีระชัย ณ นคร. (2536). *หญ้าแฝก Vetivera* spp. *สายพันธุ์ในประเทศไทย*. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาเรื่องการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมส่งเสริมการเกษตรระหว่างวันที่ 6-10 พฤษภาคม 2536. โรงแรมหัวหินแกรนด์โฮเทลพลาซ่า จ.ประจวบคีรีขันธ์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2544). *สรีรวิทยาพืช*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพร ประเสริฐส่งสกุล. (2552). *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์พืช*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โฟร์เพช.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2549). *แผนแม่บทการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริ* (ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2550-2554). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

สุรวิช วรรณไกรโรจน์. (2549). *วิชาหลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. กรุงเทพฯ:ภาควิชาพืชสวน

อนุพันธ์ กงบังเกิด, และพันธิตรา กมล. (2549). ผลของไซโตไคนินและออกซินต่อการพัฒนาของเนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงกระเจียวขาว. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 2(2), 183-201.

อภิชาต ชิดบุรี, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง, และพิทักษ์ พุทธวรชัย. (2551). การขยายพันธุ์แบบจุลภาคของหนอนตายหยากในสภาพปลอดเชื้อ. *วารสารเกษตร*, 24(1), 31-36.

อรดี สหวัชรินทร์. (2533). *เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. ภาควิชาพืชสวน คณะวนเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาทิตย์ ศุขเกษม, วิฑูร ชินพันธุ์ และเล็ก มอญเจริญ. (2537). *เทคนิคการเพิ่มปริมาณต้นพันธุ์หญ้าแฝกโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. กรุงเทพฯ: กลุ่มปรับปรุงดินเสื่อมโทรม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.

Abdel-Azeem, S. A. M., Mehana, T. A. and Shabayek, A. A. (2007). Some plant growth promoting traits of rhizobacteria isolated from Suez Canal region, Egypt. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1517-1525.

Akbari, G. A., Arab, S. M., Alikhani, H. A., Akkagdadu, I. and Arzanesh, M. H. (2007). Isolation and selection of indigenous *Azospirillum* spp. and the IAA of superior strains effects on wheat roots. *World Journal of Agricultural Sciences,* 3(4), 523-529.

Arditti, J., and Ernst, R. (1993). *Micropropagation of Orchids*. John Wiley & Sons, New York.

Bevan, O., and Troung, P. (2000). E*ffecliveness of Vertiver grass in erosion and sediment control at a bentonite mine in Queensland, Australia*. In proceedings of the second international conference on Vetiver and the environment (pp. 292-295). Phechaburi, Thailand.

Cull, R., Hunter, H., Hunter, M. and Troung, P. (2000). *Application of Vetiver grass technology in off-site pollution control II*: *Tolerance to herbicides under selected wetland conditions.* In proceedings of the second international conference on Vetiver and the environment (pp. 404-411). Phechaburi, Thailand.

Erturk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A. and Cakamkci, R. (2010). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biol Res*, 43, 91-98.

Esyanti, R. R., Iriawati, and Marisadora, O. (2013). Vetiver oil production from root culture of *Vetivaria zizanioides*. *International Scholarly and Scientific Research and Innovation,* 7(9), 863-866.

Gbadamosi, I.T. and Sulaiman, M. O. (2012). The influence of growth hormones and Cocos nucifera water on the in vitro propagation of *Irvingin gabonensis* (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) baill. *Nature and Science,* 10(9), 53-58.

Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. (2009). The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of Maize. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, (25), 19-24.

Kadhimi, A. A., Alhasnawi, A. N., Mohamad, A., Yusoff, W. M. W., Binti, C. R. and Zain, C. M. (2014). Tissue culture and some of the factors affecting them and the micropropagation of strawberry. *Life Science Journal,* 11(8), 484-493.

Karadeniz, A., Topcuoglu, S. F. and Inan, S. (2006). Auxin, gibberelin , cytokinnin and abscisic acid production in some bacteria. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22, 1061-1064.

Khakipour, N., Khavazi, K., Mojallali, H., Pazira, E. and Asadirahmani, H. (2008). Production of Auxin hormone by fluorescent Pseudomonads. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.,* 4(6), 687-692.

Khan, A. G. (2003). *Vetiver grass as an ideal phytosymbiont for Glomalian fungi for ecological restoration of heavy metal contaminated derelict land*. In proceedings of the third international conference on Vetiver and water (pp. 466-474). Guangzhou, P.R. China.

Kong, X., Lin, W., Wang, B., and Luo, F. (2003). *Study on Vetiver's purification for wastewater from pig farm*. In proceedings of the third international conference on Vetiver and water (pp. 181-185). Guangzhou, P.R. China.

Kyte, L., and Kleyn, J. (1996). *Plant from testubes: an introduction to micropropagation.* Third Edition. Timber Press, Porland. 91p.

Lee, S., Ka, J. O. and Song, H. G. (2012). Growth promotion of *Xanthium italicum* by application of rhizobacterial isolates of *Bacillus aryabhattai* in Microcosm soil. *The Journal of Microbiolog,* 50(1), 45-49.

Lim, J. H. and Kim, S. D. (2009). Synergistic plant promotion by the indigenous auxins-producing PGPR *Bacillus subtilis* AH18 and *Bacillus licheniforims* K11. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem*., 52, 531-538.

Mazid, M., Khan, T. A., Mohammad, F. (2011). Cytokinins, a classical multifaceted hormone in plant system. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 7 (4), 348-353.

Mia, M. A. B., Shamsuddin, Z. H. and Mahmood, M. (2012). Effects of rhizobia and plant growth promoting bacteria inoculation on germination and seeding vigor of lowland rice. *African Journal of Biotechnology*, 11(16), 3758-3765.

Murashige, T. and Skoog, F. (1962). Arevised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 15: 473-479.

Ngomuo, M., Mneney, E. and Ndakidemi, P. (2013). The Effects of Auxins and Cytokinin on growth and development of (*Musa* sp.) var. "Yangambi" explants in tissue culture. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 2174-2180.

Pinthong, J., Impithuksa, S., Udomchoke, M., and Ramlee, A. (1996). *The capability of Vetiver hedgerow in decontamination of agrochemical residual: a case study on the production of cabbage at Nong Hoi development centre*. In proceedings of the first international conference on Vetiver: Miracle grass (pp.91-98). Chiang Rai, Thailand.

Rahman, A., Bannigan, A., Sulaman, W., Pechter, P., Blancaflor, B. E., and Baskin, I., T. (2007). Auxin, actin and growth of the Arabidopsis thaliana primary root. *The Plant Journal* 50, pp. 514-528.

Ryu, C. M., Hu, C. H., Locy, R. D. and Kloepper, J. E. (2005). Study of mechanisms for plant growth promotion elicited by rhizobacteria in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Soi*l, 268, 285-292.

Samuel, S. and Muthukkaruppan, S. M. (2011). Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. *Current Botany*, 2(3), 22-25.

Sarwar, M., Arshad, M., Martens, D. A. and Frankenberger, W.T. (1992). Tryptophan-dependent biosynthesis of auxins in soil. *Plant and Soil*, 147, 207-215.

Shobhana A, Rajeevan PK. (1993). In vitro multiple shoot production in Dendrobium as influenced by cytokinins. *J. Ornamental Hort*., 1: 1-5.

Shu, W. (2003). Exploring the potential utilization of Vetiver in treating acid mine drainage (AMD). In proceedings of the third International conference on Vetiver and water (pp. 215-221). Guangzhou, P.R. China.

Srisatit, T. and Sengsai, W. (2003). *Chromium removal efficiency by Vetiveria zizanioides and Vetiver nemaralis in constructed wetland for tannery post-treatment wastewater*. In proceedings of the third international conference on Vetiver and water (pp. 171-180). Guangzhou, P.R. China.

Ta-oun, M., Therajindakajorn, P., Panchaban, S. and Pruangka, S. (2003). *Vetiver grass research: Primary management of wastewater from community*. In proceedings of the third international conference on Vetiver and water (pp. 162-170). Guangzhou, P.R. China.

Teng, W. L. (1997). Activated charcoal affects morphogenesis and enhances saprophyte regeneration during leaf cell suspension culture of *Platycerium bifurcatum*. *Plant Cell Reports*, 17, 7.

Tien, T. M., Gaskins, M. H. and Hubbell, D. H. (1979). Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of Pearl Millet (*Pennisetum americanum* L.). *Applied and Environmental Microbiology,* p, 1016-1024.

Troung, P. (2003). *Vetiver system for water quality improvement*. In proceedings of the third international conferenc on Vetiver and water (pp. 64-78). Guangzhou, P.R. China.

Vacin, E.F. and Went, F.W. Some pH changes in nutrient solutions. *Botany Gazatte*. 110(1949): 6405-613.

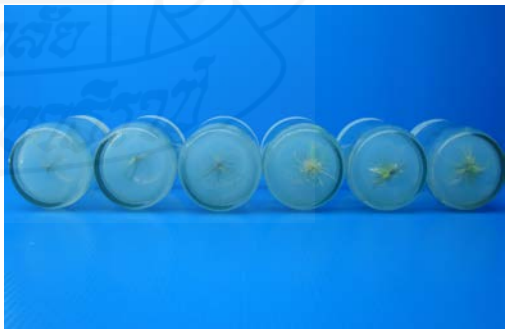
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

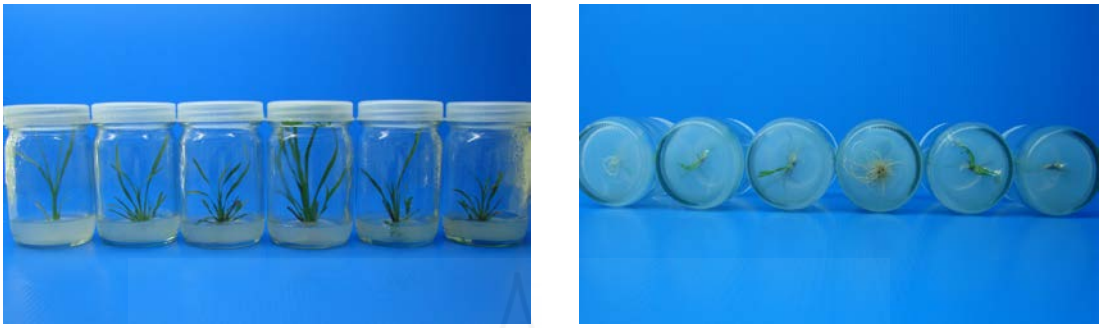
ภาพการทดลองแต่ละขั้นตอน

ภาพที่ 1 การใส่ต้นหญ้าแฝกลงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความเข้มข้นของฮอร์โมน
ในแต่ละตำรับการทดลอง

ภาพที่ 2 สภาพขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าแฝกในห้องควบคุมอุณหภูมิและแสง



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์สุราษฎร์ธานี
เมื่อใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดที่ความเข้มข้นต่อตำรับการทดลอง



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝกลุ่มพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้นในแต่ละดับต่อตำรับการทดลอง

ภาพที่ 5 การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ Azotobacter sp. ในหลอดทดสอบ

ภาพที่ 6 การเตรียมสารละลายของเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 7 การเตรียมเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิดเพื่อใส่ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ภาพที่ 8 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝก 4 ชนิด เมื่อเจริญในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อมีการใส่เชื้อแต่ละชนิดกับพันธุ์สงขลา 3

ภาพที่ 9 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝก 4 ชนิด เมื่อเจริญในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อมีการใส่เชื้อแต่ละชนิดกับพันธุ์สุราษฎร์ธานี

ภาพที่ 10 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝก 4 ชนิด เมื่อเจริญในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อมีการใส่เชื้อแต่ละชนิดกับพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์

ภาพที่ 11 เปรียบเทียบการเจริญของหญ้าแฝก 4 ชนิด เมื่อเจริญในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อมีการใส่เชื้อแต่ละชนิดกับพันธุ์ราชบุรี

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA)

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงต้นหญ้าแฝกลุ่ม และดอน เมื่อใส่ออกซินและไซโตคินิน ในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับทดลอง	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
หญ้าแฝกลุ่ม	7.5	6.5	7	7.00 c
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	4.2	4	4.3	4.17 de
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	4.3	3.5	4.5	4.10 de
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	10	11.5	12	11.17 a
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	5	4.5	3.7	4.40 de
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	4.9	4.4	3.5	4.27 de
หญ้าแฝกดอน	10	8.8	9.5	9.43 b
หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	6.5	8	10	8.17 bc
หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	8	6	7	7.00 c
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	12	11	13	12.00 a
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	5	5.2	6	5.40 de
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	5	5	6.5	5.50 d

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	11	254.877	23.1706	33.97	0.0000
Replication	2	3.087	1.5433		
Error	22	15.007	0.6821		
Total	35	272.970			

Grand Mean 6.8833 CV 12.00

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.4768

Std Error (Diff of 2 Means) 0.6743

ตารางภาคผนวกที่ 2 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกหญ้าแฝกลุ่มและดอน เมื่อใส่ออกซินและไซโตคินินในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับทดลอง	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
หญ้าแฝกลุ่ม	1	2	1	1.33 [d]
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	4	5	6	5.00 [bc]
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	7	6	6	6.33 [b]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	7	9	5	7.00 [b]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	11	12	13	12.00 [a]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	10	11	12	11.00 [a]
หญ้าแฝกดอน	2	1	1	1.33 [d]
หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	6	7	6	6.33 [b]
หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	5	2	8	5.00 [bc]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	2	3	4	3.00 [cd]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	3	1	3	2.33 [d]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	3	4	3	3.33 [cd]

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	11	396.000	36.0000	20.93	0.0000
Replication	2	2.167	1.0833		
Error	22	37.833	1.7197		
Total	35	436.000			

Grand Mean 5.3333 CV 24.59

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.7571

Std Error (Diff of 2 Means) 1.0707

ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกลุ่มและดอน เมื่อใส่ออกซินและไซโตคินินในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับทดลอง	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
หญ้าแฝกลุ่ม	8	13	10	10.33 ^{ef}
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	23	25	29	25.67 ^{cd}
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	37	28	30	31.67 ^{bc}
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	35	39	24	32.67 ^{bc}
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	36	40	43	39.67 ^{ab}
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	44	42	45	43.67 ^{a}
หญ้าแฝกดอน	11	8	8	9.00 ^{f}
หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	11	24	24	19.67 ^{d}
หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	36	20	35	30.33 ^{c}
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	17	18	26	20.33 ^{d}
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	20	21	13	18.00 ^{de}
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	15	20	19	18.00 ^{de}

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	11	3944.75	358.614	13.17	0.0000
Replication	2	7.17	3.583		
Error	22	598.83	27.220		
Total	35	4550.75			

Grand Mean 24.917 CV 20.94

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 3.0122

Std Error (Diff of 2 Means) 4.2599

ตารางภาคผนวกที่ 4 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนราก ของต้นหญ้าแฝกลุ่มและดอน เมื่อใส่ออกซินและไซโตคินิน ในแต่ละตำรับการทดลอง

ตำรับทดลอง	R1	R2	R3	ค่าเฉลี่ย
หญ้าแฝกลุ่ม	5	2	2	3.00 [c]
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 0.5	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกลุ่ม + BAP 1.0	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5	10	10	10	10.00 [a]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 0.5	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกลุ่ม + NAA 0.5 + BAP 1.0	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกดอน	5	4	4	4.33 [b]
หญ้าแฝกดอน + BAP 0.5	2	0	0	0.67 [d]
หญ้าแฝกดอน + BAP 1.0	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5	10	10	10	10.00 [a]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 0.5	0	0	0	0.00 [d]
หญ้าแฝกดอน + NAA 0.5 + BAP 1.0	0	0	0	0.00 [d]

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	11	488.667	44.4242	133.27	0.0000
Replication	2	2.000	1.0000		
Error	22	7.333	0.3333		
Total	35	498.000			

Grand Mean 2.3333 CV 24.74

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.3333

Std Error (Diff of 2 Means) 0.4714

ตารางภาคผนวกที่ 5 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	13.9583	2.79167	0.81	0.5695
Replication	2	6.5100	3.25500		
Error	10	34.5567	3.45567		
Total	17	55.0250			

Grand Mean 10.617 CV 17.51

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 1.0733

Std Error (Diff of 2 Means) 1.5178

ตารางภาคผนวกที่ 6 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	6.0667	1.21333	0.87	0.5346
Replication	2	2.7633	1.38167		
Error	10	13.9700	1.39700		
Total	17	22.8000			

Grand Mean 10.767 CV 10.98

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6824

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9651

ตารางภาคผนวกที่ 7 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	10.8733	2.17467	6.64	0.0056
Replication	2	3.6133	1.80667		
Error	10	3.2733	0.32733		
Total	17	17.7600			

Grand Mean 10.967 CV 5.22

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.3303

Std Error (Diff of 2 Means) 0.4671

ตารางภาคผนวกที่ 8 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	36.2778	7.25556	4.57	0.0198
Replication	2	5.4444	2.72222		
Error	10	15.8889	1.58889		
Total	17	57.6111			

Grand Mean 8.7222 CV 14.45

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.7278

Std Error (Diff of 2 Means) 1.0292

ตารางภาคผนวกที่ 9 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	41.1667	8.23333	5.49	0.0109
Replication	2	4.3333	2.16667		
Error	10	15.0000	1.50000		
Total	17	60.5000			

Grand Mean 9.5000 CV 12.89

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.7071

Std Error (Diff of 2 Means) 1.0000

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	43.7778	8.75556	6.30	0.0068
Replication	2	4.7778	2.38889		
Error	10	13.8889	1.38889		
Total	17	62.4444			

Grand Mean 10.444 CV 11.28

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6804

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9623

ตารางภาคผนวกที่ 11 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) หน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	20.4444	4.08889	6.57	0.0059
Replication	2	1.7778	0.88889		
Error	10	6.2222	0.62222		
Total	17	28.4444			

Grand Mean 4.5556 CV 17.32

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.4554

Std Error (Diff of 2 Means) 0.6441

ตารางภาคผนวกที่ 12 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) หน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	28.5000	5.70000	6.33	0.0067
Replication	2	3.0000	1.50000		
Error	10	9.0000	0.90000		
Total	17	40.5000			

Grand Mean 5.8333 CV 16.26

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5477

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7746

ตารางภาคผนวกที่ 13 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) หน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สุราษฎร์ธานีเมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	42.0000	8.40000	9.33	0.0016
Replication	2	3.0000	1.50000		
Error	10	9.0000	0.90000		
Total	17	54.0000			

Grand Mean 7.0000 CV 13.55

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5477

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7746

ตารางภาคผนวกที่ 14 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	14.3650	2.87300	1.37	0.3147
Replication	2	16.5900	8.29500		
Error	10	21.0300	2.10300		
Total	17	51.9850			

Grand Mean 9.6833 CV 14.98

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.8373

Std Error (Diff of 2 Means) 1.1841

ตารางภาคผนวกที่ 15 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	15.7000	3.14000	1.73	0.2155
Replication	2	4.1233	2.06167		
Error	10	18.1567	1.81567		
Total	17	37.9800			

Grand Mean 10.067 CV 13.39

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.7780

Std Error (Diff of 2 Means) 1.1002

ตารางภาคผนวกที่ 16 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	6.8311	1.36622	1.52	0.2662
Replication	2	5.4011	2.70056		
Error	10	8.9589	0.89589		
Total	17	21.1911			

Grand Mean 9.7778 CV 9.68

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5465

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7728

ตารางภาคผนวกที่ 17 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	38.4444	7.68889	8.99	0.0018
Replication	2	5.4444	2.72222		
Error	10	8.5556	0.85556		
Total	17	52.4444			

Grand Mean 9.4444 CV 9.79

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5340

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7552

ตารางภาคผนวกที่ 18 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	49.1111	9.82222	7.82	0.0031
Replication	2	4.7778	2.38889		
Error	10	12.5556	1.25556		
Total	17	66.4444			

Grand Mean 10.444 CV 10.73

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6469

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9149

ตารางภาคผนวกที่ 19 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	56.4444	11.2889	7.94	0.0029
Replication	2	7.1111	3.5556		
Error	10	14.2222	1.4222		
Total	17	77.7778			

Grand Mean 11.111 CV 10.73

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6885

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9737

ตารางภาคผนวกที่ 20 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	29.6111	5.92222	2.98	0.0668
Replication	2	1.4444	0.72222		
Error	10	19.8889	1.98889		
Total	17	50.9444			

Grand Mean 4.9444 CV 28.52

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.8142

Std Error (Diff of 2 Means) 1.1515

ตารางภาคผนวกที่ 21 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	49.7778	9.95556	4.84	0.0165
Replication	2	1.4444	0.72222		
Error	10	20.5556	2.05556		
Total	17	71.7778			

Grand Mean 6.1111 CV 23.46

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.8278

Std Error (Diff of 2 Means) 1.1706

ตารางภาคผนวกที่ 22 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์สงขลา 3 เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	57.1667	11.4333	7.62	0.0034
Replication	2	4.3333	2.1667		
Error	10	15.0000	1.5000		
Total	17	76.5000			

Grand Mean 7.1667 CV 17.09

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.7071

Std Error (Diff of 2 Means) 1.0000

ตารางภาคผนวกที่ 23 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูง ของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	3.60500	0.72100	1.32	0.3295
Replication	2	0.25000	0.12500		
Error	10	5.45000	0.54500		
Total	17	9.30500			

Grand Mean	7.6500	CV	9.65
Observations per Mean		3	
Standard Error of a Mean		0.4262	
Std Error (Diff of 2 Means)		0.6028	

ตารางภาคผนวกที่ 24 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูง ของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	8.6094	1.72189	9.86	0.0013
Replication	2	0.3878	0.19389		
Error	10	1.7456	0.17456		
Total	17	10.7428			

Grand Mean	8.2611	CV	5.06
Observations per Mean		3	
Standard Error of a Mean		0.2412	
Std Error (Diff of 2 Means)		0.3411	

ตารางภาคผนวกที่ 25 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูง ของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	16.3444	3.26889	9.92	0.0012
Replication	2	1.0711	0.53556		
Error	10	3.2956	0.32956		
Total	17	20.7111			

Grand Mean 8.7778 CV 6.54

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.3314

Std Error (Diff of 2 Means) 0.4687

ตารางภาคผนวกที่ 26 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบ ของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	38.2778	7.65556	5.79	0.0091
Replication	2	2.1111	1.05556		
Error	10	13.2222	1.32222		
Total	17	53.6111			

Grand Mean 9.2778 CV 12.39

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6639

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9389

ตารางภาคผนวกที่ 27 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	71.3333	14.2667	17.12	0.0001
Replication	2	4.3333	2.1667		
Error	10	8.3333	0.8333		
Total	17	84.0000			

Grand Mean 10.333 CV 8.83

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5270

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7454

ตารางภาคผนวกที่ 28 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	65.3333	13.0667	9.12	0.0017
Replication	2	2.3333	1.1667		
Error	10	14.3333	1.4333		
Total	17	82.0000			

Grand Mean 11.333 CV 10.56

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.6912

Std Error (Diff of 2 Means) 0.9775

ตารางภาคผนวกที่ 29 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	9.1111	1.82222	1.84	0.1921
Replication	2	3.4444	1.72222		
Error	10	9.8889	0.98889		
Total	17	22.4444			

Grand Mean 4.5556 CV 21.83

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5741

Std Error (Diff of 2 Means) 0.8119

ตารางภาคผนวกที่ 30 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	19.3333	3.86667	6.11	0.0076
Replication	2	2.3333	1.16667		
Error	10	6.3333	0.63333		
Total	17	28.0000			

Grand Mean 5.6667 CV 14.04

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.4595

Std Error (Diff of 2 Means) 0.6498

ตารางภาคผนวกที่ 31 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ราชบุรี เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	29.7778	5.95556	5.83	0.0089
Replication	2	1.7778	0.88889		
Error	10	10.2222	1.02222		
Total	17	41.7778			

Grand Mean 6.8889 CV 14.68

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5837

Std Error (Diff of 2 Means) 0.8255

ตารางภาคผนวกที่ 32 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	16.6067	3.32133	5.15	0.0135
Replication	2	2.7433	1.37167		
Error	10	6.4500	0.64500		
Total	17	25.8000			

Grand Mean 9.9333 CV 8.09

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.4637

Std Error (Diff of 2 Means) 0.6557

ตารางภาคผนวกที่ 33 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	24.1228	4.82456	13.42	0.0004
Replication	2	1.6844	0.84222		
Error	10	3.5956	0.35956		
Total	17	29.4028			

Grand Mean 10.639 CV 5.64

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.3462

Std Error (Diff of 2 Means) 0.4896

ตารางภาคผนวกที่ 34 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) ความสูงของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	20.0561	4.01122	16.77	0.0001
Replication	2	2.5344	1.26722		
Error	10	2.3922	0.23922		
Total	17	24.9828			

Grand Mean 11.139 CV 4.39

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.2824

Std Error (Diff of 2 Means) 0.3994

ตารางภาคผนวกที่ 35 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	102.444	20.4889	10.85	0.0009
Replication	2	3.111	1.5556		
Error	10	18.889	1.8889		
Total	17	124.444			

Grand Mean	9.4444	CV	14.55
Observations per Mean		3	
Standard Error of a Mean		0.7935	
Std Error (Diff of 2 Means)		1.1222	

ตารางภาคผนวกที่ 36 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	114.000	22.8000	8.24	0.0026
Replication	2	6.333	3.1667		
Error	10	27.667	2.7667		
Total	17	148.000			

Grand Mean	10.667	CV	15.59
Observations per Mean		3	
Standard Error of a Mean		0.9603	
Std Error (Diff of 2 Means)		1.3581	

ตารางภาคผนวกที่ 37 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนใบของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	96.667	19.3333	5.80	0.0091
Replication	2	4.000	2.0000		
Error	10	33.333	3.3333		
Total	17	134.000			

Grand Mean 11.333 CV 16.11

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 1.0541

Std Error (Diff of 2 Means) 1.4907

ตารางภาคผนวกที่ 38 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	13.7778	2.75556	2.99	0.0662
Replication	2	0.1111	0.05556		
Error	10	9.2222	0.92222		
Total	17	23.1111			

Grand Mean 6.2222 CV 15.43

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.5544

Std Error (Diff of 2 Means) 0.7841

ตารางภาคผนวกที่ 39 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 35 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	17.8333	3.56667	5.63	0.0100
Replication	2	0.3333	0.16667		
Error	10	6.3333	0.63333		
Total	17	24.5000			

Grand Mean 7.1667 CV 11.10

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.4595

Std Error (Diff of 2 Means) 0.6498

ตารางภาคผนวกที่ 40 ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) จำนวนหน่อของต้นหญ้าแฝกพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ เมื่อใส่ชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ที่อายุ 42 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	19.7778	3.95556	8.68	0.0021
Replication	2	1.4444	0.72222		
Error	10	4.5556	0.45556		
Total	17	25.7778			

Grand Mean 7.8889 CV 8.56

Observations per Mean 3

Standard Error of a Mean 0.3897

Std Error (Diff of 2 Means) 0.5511

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวพัชรินทร์ นันทากุล
วัน เดือน ปีเกิด	23 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด	อำเภอทุ่งฝน ตำบลทุ่งฝน จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	ศศ.บ. (การบริหารทรัพยากรมนุษย์)
	สถาบันราชภัฏจันทรเกษม พ.ศ.
สถานที่ทำงาน	กรมพัฒนาที่ดิน ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ
ตำแหน่ง	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน