บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

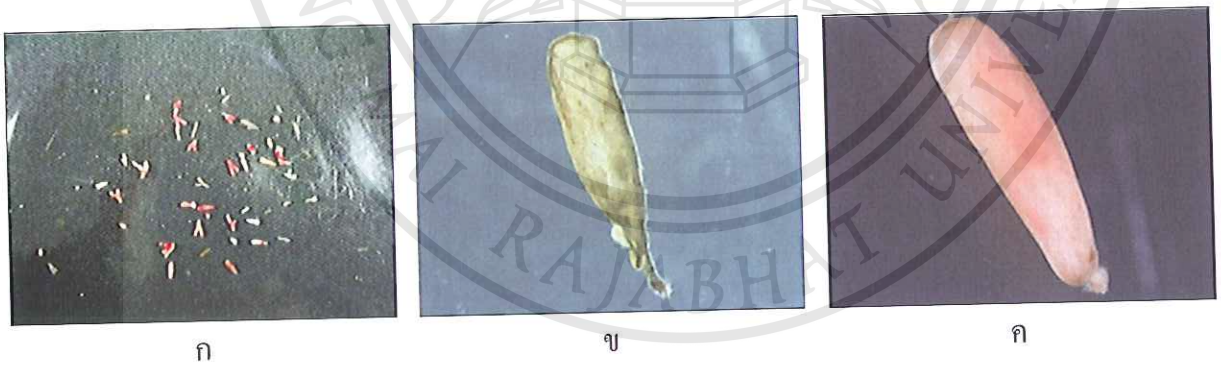
การทดลองที่ 1 การทดสอบความมีชีวิตเมล็ดหญ้าหวานด้วยวิธีเทตระโซเลียม (Tetrazolium Test : TZ Test)

จากการทดลองการทดสอบความมีชีวิตเมล็ดหญ้าหวานด้วยวิธีเทตระโซเลียม (Tetrazolium Test :TZ Test) โดยนำเมล็ดหญ้าหวานสีน้ำตาล และสีดำ (ภาพที่ 4.1) มาอย่างละ 50 เมล็ด ใช้มีดผ่าตัดลอกเปลือกเมล็ดออก แล้วแยกเมล็ดที่ได้จากเมล็ดเปลือกสีน้ำตาล และเปลือกสีดำออกจากกัน นำเมล็ดที่ได้ แยกแช่ในจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายเทตระโซเลียมคลอไรด์ ตั้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ให้ผลการทดลองแตกต่างกัน (ตารางที่ 4, ตารางภาคผนวกที่ 3, ภาพที่ 4.2) เมล็ดหญ้าหวานสีน้ำตาลเมื่อลอกเปลือกแล้วแยกเมล็ด พบว่าเมล็ดมีค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่สมบูรณ์ และลีบฝ่อ คือ 21.33 เปอร์เซ็นต์ และ 78.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำเมล็ดเหล่านั้นแช่สารละลายเทตระโซเลียมคลอไรด์ พบว่าเมล็ดมีค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต คือ 9.33 เปอร์เซ็นต์ และ 90.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดหญ้าหวานสีดำ เมื่อลอกเปลือกแล้วแยกเมล็ด พบว่าเมล็ดมีค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่สมบูรณ์ และลีบฝ่อ คือ 64.67 เปอร์เซ็นต์ และ 35.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำเมล็ดเหล่านั้นแช่สารละลายเทตระโซเลียมคลอไรด์ พบว่า เมล็ดมีค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่มีชีวิต และไม่มีชีวิต คือ 37.33 เปอร์เซ็นต์ และ 62.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความมีชีวิตของเมล็ดในเมล็ดหญ้าหวานสีน้ำตาลและสีดำ

การทดลอง	การทดสอบความมีชีวิตเมล็ดหญ้าหวานด้วยวิธีเทตระโซเลียม							
	เมล็ดสีน้ำตาล (50 เมล็ด)				เมล็ดสีดำ (50 เมล็ด)			
	ลักษณะเมล็ด		ความมีชีวิตของเมล็ด		ลักษณะเมล็ด		ความมีชีวิตของเมล็ด	
	สมบูรณ์	ลีบฝ่อ	มีชีวิต	ไม่มีชีวิต	สมบูรณ์	ลีบฝ่อ	มีชีวิต	ไม่มีชีวิต
ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	21.33	78.67	9.33	90.67	64.67	35.33	37.33	62.67

ภาพที่ 4.1 เมล็ดหญ้าหวาน (ซ้าย) สีน้ำตาล (ขวา) สีดำ



ก ข ค

ภาพที่ 4.2 การติดสีของเมล็ดหญ้าหวาน

ก. การติดสีของเมล็ดสีดำที่แช่ในสารละลายเทตระโซเลียมคลอไรด์

ข. เมล็ดไม่ติดสี

ค. เมล็ดติดสีชมพูหรือแดง

การทดลองที่ 2 การศึกษาการใช้สารฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวเนื้อเยื่อและผิวเมล็ดหญ้าหวาน

2.1 การศึกษาการใช้สารและวิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อชิ้นส่วนข้อหญ้าหวาน จากการฟอกฆ่าเชื้อผิวเนื้อเยื่อส่วนข้อหญ้าหวานด้วยวิธีที่ต่างกัน 7 วิธี ให้ผลการทดลองแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.2) ดังนี้

วิธีที่ 1 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองเนื้อเยื่อทั้งหมดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราที่มีเส้นใยสีขาวและบางขวดปนเปื้อนเฉพาะแบคทีเรีย (ภาพที่ 4.3 ก,ข) มีค่าเฉลี่ย 95 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ ที่แตกยอดอ่อนสีเขียวตรงซอกใบ แต่พอถึงสัปดาห์ที่ 3 เกิดการปนเปื้อนทั้งหมด ยอดอ่อนกลายเป็นสีน้ำตาลและเน่าเละ อาหารจะขุ่นขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีที่ 2 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลอง เนื้อเยื่อเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราที่มีเส้นใยสีขาวและบางขวดปนเปื้อนเฉพาะแบคทีเรียมีค่าเฉลี่ย 87 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 13 เปอร์เซ็นต์ ที่แตกยอดอ่อนสีเขียวตรงซอกใบ และมีความยาวของยอดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในสัปดาห์ที่ 2 แต่เกิดการปนเปื้อนทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3 ยอดอ่อนกลายเป็นสีน้ำตาล และเน่าเละ อาหารจะขุ่นขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีที่ 3 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่า พบว่าในสัปดาห์แรกเนื้อเยื่อเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและบางขวดจะปนเปื้อนแบคทีเรีย มีค่าเฉลี่ย 79 เปอร์เซ็นต์ และเฉลี่ย 21 เปอร์เซ็นต์ ที่แตกยอดอ่อนสีเขียวตรงซอกใบ แต่เกิดการปนเปื้อนทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 3 ยอดอ่อนกลายเป็นสีน้ำตาล และเน่าเละอาหารจะขุ่นขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีที่ 4 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกเนื้อเยื่อเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย มีค่าเฉลี่ย 70 เปอร์เซ็นต์ จำนวนที่แตกยอดอ่อนสีเขียวตรงซอกใบ มีค่าเฉลี่ย 30 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวของยอดเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 แต่มีการปนเปื้อนมากขึ้น และเกิดการปนเปื้อนทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 4 เนื้อเยื่อกลายเป็นสีน้ำตาล และเน่าเละ อาหารจะขุ่นขาว และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

วิธีที่ 5 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที แล้วแช่ในสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 5, 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5, 5 นาที ตามลำดับ

พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองเนื้อเยื่อมีการปนเปื้อนเชื้อราและแบคทีเรียทั้งหมด และเนื้อเยื่อมีสีน้ำตาลเข้ม และตายทั้งหมดในสัปดาห์แรก (ภาพที่ 4.3 ค,ง)

วิธีที่ 6 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 30 วินาทีและนำไปแช่ในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองเนื้อเยื่อมีค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนเชื้อรา 50 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อเยื่อมีสีน้ำตาลเข้ม และตายทั้งหมดในสัปดาห์แรก เช่นเดียวกับวิธีที่ 5 และเกิดการปนเปื้อนทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 4

วิธีที่ 7 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองเนื้อเยื่อมีค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนเชื้อรา 62 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อเยื่อมีสีน้ำตาลเข้มและตายทั้งหมดในสัปดาห์แรก และเกิดการปนเปื้อนทั้งหมดในสัปดาห์ที่ 4

การศึกษาการใช้สารและวิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานทั้ง 7 วิธี พบว่าทุกวิธีการเกิดการปนเปื้อนเชื้อรา และแบคทีเรียทั้งหมด และไม่มีชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่สามารถเจริญเติบโตถึงสัปดาห์ที่ 4 ได้ ดังนั้นจึงไม่มีวิธีการใดที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวาน

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนและการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวาน (เปอร์เซ็นต์)													
	วิธีที่ 1		วิธีที่ 2		วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5		วิธีที่ 6		วิธีที่ 7	
	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต
1	95	8	87	13	69	21	70	30	100	0	50	0	62	0
2	100	5	94	13	96	4	89	11	-	-	62	-	78	-
3	100	0	100	0	100	0	98	2	-	-	85	-	95	-
4	100	0	100	0	100	0	100	100	-	-	100	-	100	-

หมายเหตุ

วิธีที่ 1 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 2 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที

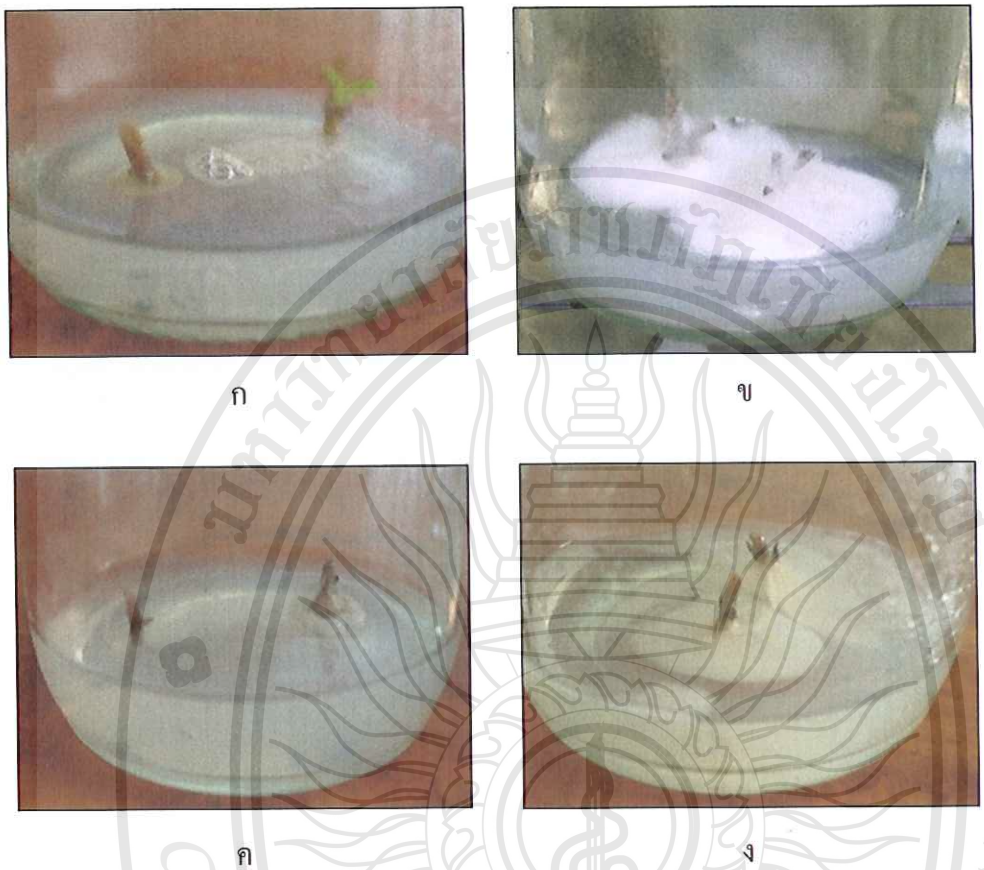
วิธีที่ 3 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 4 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที

วิธีที่ 5 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที, สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที, สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 6 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 30 วินาที, สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 7 สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที



ก ข

ค ง

ภาพที่ 4.3 การปนเปื้อนและการแห้งตายของเนื้อเยื่อ
ก. การปนเปื้อนจากแบคทีเรีย
ข. การปนเปื้อนจากเชื้อรา
ค,ง. ลักษณะการปนเปื้อนและการแห้งตายของเนื้อเยื่อ

4.2 การศึกษาการใช้สารและวิธีการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดหญ้าหวานที่เหมาะสม จากการฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวของเมล็ดหญ้าหวานด้วยวิธีที่ต่างกัน 7 วิธี ให้ผลการทดลองแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.3) ดังนี้

วิธีที่ 1 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลอง เมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราที่มีเส้นใยสีขาว และแบคทีเรีย (ภาพที่ 4.4 ก, ข) มีค่าเฉลี่ย 70 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดงอก 11 เปอร์เซ็นต์ และงอกเพิ่มมากขึ้น สามารถมีชีวิตรอดถึงสัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ย 17 เปอร์เซ็นต์ แต่การปนเปื้อนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้นเป็น 83 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 2 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองเมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราที่มีเส้นใยสีขาวและแบคทีเรีย เฉลี่ย 62 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดงอก 29 เปอร์เซ็นต์ และงอกเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น และมีต้นอ่อนหญ้าหวานที่สามารถมีชีวิตรอดถึงสัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ย 28 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.4 ค, ง) แต่ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเป็น 70 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 3 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่าในสัปดาห์แรก เมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย เฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดงอก 21 เปอร์เซ็นต์ และเมล็ดงอกเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2, 3 และ 4 แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ทำให้มีต้นอ่อนหญ้าหวานที่สามารถมีชีวิตรอดถึงสัปดาห์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ย 15 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้น 75 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 4 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที ในสัปดาห์แรก เมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย เฉลี่ย 62 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดงอก 25 เปอร์เซ็นต์ แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ทำให้มีต้นอ่อนหญ้าหวานที่สามารถมีชีวิตรอดมีค่าเฉลี่ยถึงสัปดาห์ที่ 4 จำนวน 13 เปอร์เซ็นต์ แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 5 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที แล้วแช่ในสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 5, 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5, 5 นาที ตามลำดับ พบว่าในสัปดาห์แรกของการทดลองไม่มีเมล็ดงอกและมีการปนเปื้อนทั้งหมด

วิธีที่ 6 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 30 วินาทีและนำไปแช่ในสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที พบว่าในสัปดาห์แรก เมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อรา และแบคทีเรีย มีค่าเฉลี่ย 70 เปอร์เซ็นต์ และมีเมล็ดงอก 24 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเจริญเติบโตมีชีวิตรอดถึงสัปดาห์ที่ 4 ทั้งหมด แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์

วิธีที่ 7 ทำการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาทีพบว่าในสัปดาห์แรก เมล็ดเกิดการปนเปื้อนของเชื้อราและแบคทีเรีย เฉลี่ย 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเมล็ดงอก 18 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดงอกเพิ่มในสัปดาห์ที่ 2 และสามารถเจริญเติบโตมีชีวิตรอดถึงสัปดาห์ที่ 4 เฉลี่ย 20 เปอร์เซ็นต์ แต่เกิดการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ย 78 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.3 การปนเปื้อน และการเจริญเติบโตของเมล็ดหญ้าหวาน ที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น สูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ที่มีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อน และการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวาน (เปอร์เซ็นต์)													
	วิธีที่ 1		วิธีที่ 2		วิธีที่ 3		วิธีที่ 4		วิธีที่ 5		วิธีที่ 6		วิธีที่ 7	
	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต	การปนเปื้อน	การเจริญเติบโต
1	70	11	62	29	75	21	62	25	100	0	70	24	75	18
2	80	10	65	25	77	19	65	21	-	-	70	24	75	18
3	82	14	70	26	80	17	67	18	-	-	73	24	78	20
4	83	17	70	28	82	15	75	13	-	-	75	24	78	20

หมายเหตุ

วิธีที่ 1 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 2 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที

วิธีที่ 3 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 4 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที

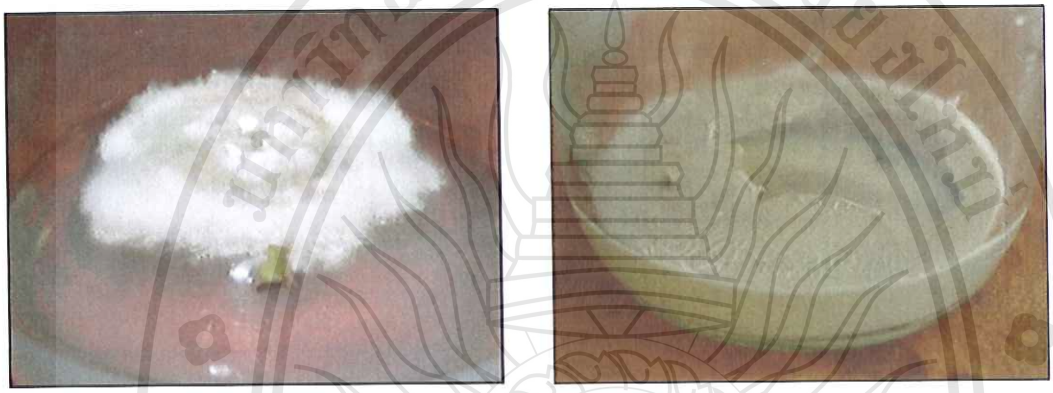
วิธีที่ 5 สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 10 นาที, สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที, สารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 6 แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 30 วินาที, สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

วิธีที่ 7 สารละลายเมอร์คิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เวลา 5 นาที

ดังนั้น จากผลการทดลองจะพบว่า วิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมกับเมล็ดหญ้าหวาน ซึ่งช่วยลดการปนเปื้อนจากเชื้อรา และแบคทีเรียรวมทั้งให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นอ่อนสูง ได้แก่ วิธีที่ 2 คือ นำเมล็ดไปแช่ในสารกำจัดเชื้อราคาเบ็นดาซิม ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที และนำเมล็ดไปฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น

10 เปอร์เซ็นต์ ผสม ทวีน 20 จำนวน 2 หยด เป็นเวลา 10 นาที จึงเลือกวิธีนี้ในการฟอกฆ่าเชื้อเมล็ดหญ้าหวานและเพาะเลี้ยงเมล็ดที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อนี้บนอาหารวุ้นสูตร MS เพื่อให้ได้ต้นปลอดเชื้อ (ภาพที่ 4.4 ค) สำหรับนำชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานทำการย้ายเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพื่อชักนำให้เกิดยอดอ่อนจำนวนมากในการทดลองต่อไป (ภาพที่ 4.5)



ก ข

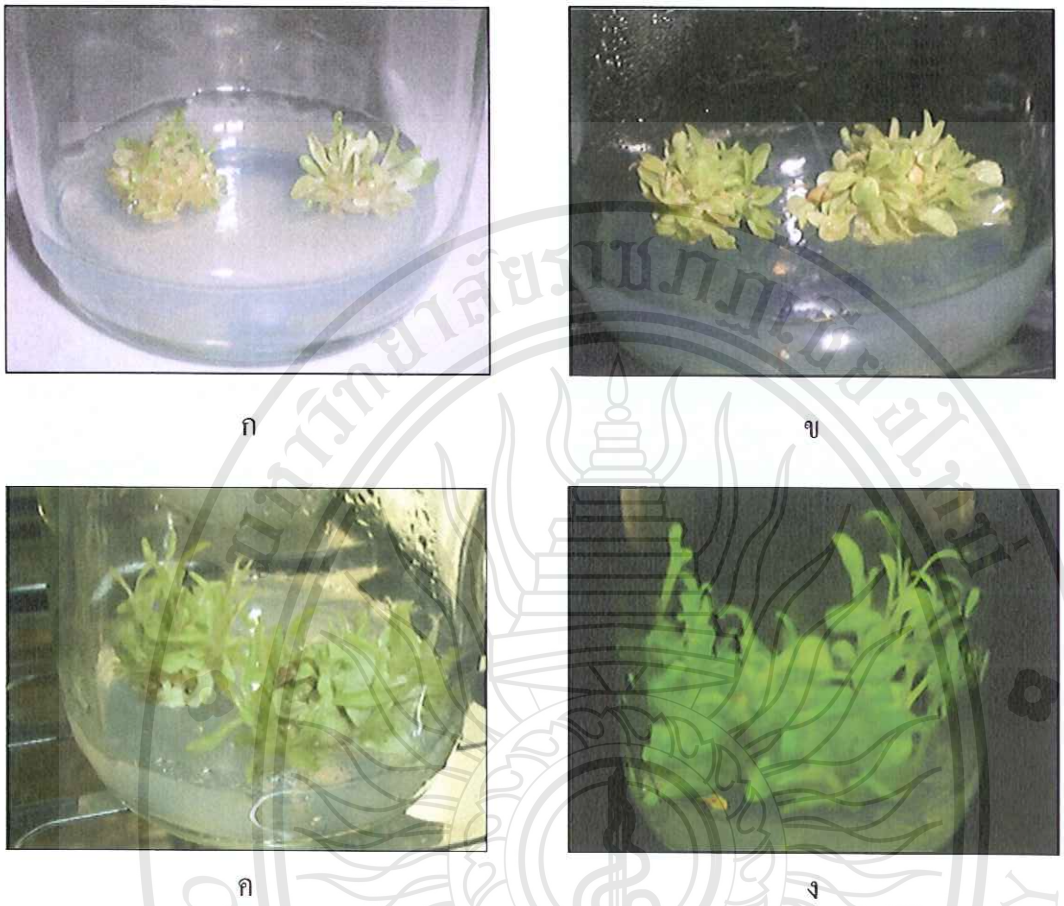
ค

ภาพที่ 4.4 การปนเปื้อนและการงอกของเมล็ดหญ้าหวาน

ก. การปนเปื้อนจากเชื้อรา

ข. การปนเปื้อนจากแบคทีเรีย

ค. หญ้าหวานงอกจากเมล็ด อายุ 4 สัปดาห์



ก ข

ค ง

ภาพที่ 4.5 การเจริญเติบโตของต้นหญ้าหวานที่ใช้ชิ้นส่วนข้อจากต้นหญ้าหวานที่งอกจากเมล็ด ทำการย้ายเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ก. การเจริญเติบโตของยอดอ่อนหญ้าหวาน อายุ 1 สัปดาห์

ข. การเจริญเติบโตของยอดอ่อนหญ้าหวาน อายุ 2 สัปดาห์

ค. การเจริญเติบโตของยอดอ่อนหญ้าหวาน อายุ 3 สัปดาห์

ง. การเจริญเติบโตของยอดอ่อนหญ้าหวาน อายุ 4 สัปดาห์

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้น ต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวาน

ตัดชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานจากต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ (การทดลองที่ 3.2.3, ภาพที่ 4.6) ขนาด 1.5 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และเติม NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร รวม 16 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 15 ซ้ำ เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง 25 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ก ข

ภาพที่ 4.6 การเจริญเติบโตของต้นหญ้าหวานจากยอดอ่อนที่ชักนำโดยสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรและทำการย้ายเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตเพื่อใช้เป็นต้นปลอดเชื้อ

ก. การเจริญเติบโตของต้นหญ้าหวาน อายุ 3 สัปดาห์

ข. การเจริญเติบโตของต้นหญ้าหวาน อายุ 4 สัปดาห์

พบว่าชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานตอบสนองต่ออาหารในแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.4-4.9, ภาพที่ 4.7-4.16) ดังนี้

จากการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 8 สัปดาห์ พบว่าผลการทดลองด้านการเกิดยอดเฉลี่ยสูงสุดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ ในสัปดาห์แรกของการทดลองทุกชุดการทดลองมีการพัฒนาเกิดยอดใหม่ หลังจากนั้นจำนวนยอดจะเพิ่มมากขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 4 จำนวนยอดส่วนใหญ่จะไม่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มเท่าเดิมหรือลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 8 บางชุดการทดลองยอดจะฝ่อและแห้งตายไป ยอดบางส่วนจะกลายเป็นแคลลัส และมีการเจริญของแคลลัสมากขึ้น ยกเว้นสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) และสูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียวที่มีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนยอดทุก ๆ สัปดาห์ และพบว่า ในสัปดาห์ที่ 7 สูตรอาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้มีจำนวนยอดเฉลี่ยมากที่สุด (4.00±1.75 ยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีค่าคงที่เช่นนี้จนถึงสัปดาห์ที่ 8 (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.7) นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม TDZ เพียงอย่างเดียวทุกความเข้มข้น จะชักนำให้เกิดยอดใหม่ที่มีลักษณะของลำต้นที่อวบ ใบมีสีเขียวเข้ม ในขณะที่ยอดที่เกิดจากสูตรอาหารที่มีความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จำนวนยอดเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ 4 และสัปดาห์ที่ 5 จากนั้น จำนวนยอดจะคงที่ แต่ปลายยอดเริ่มมีสีเหลืองซีด บางชุดการทดลองจะแห้งตายไป (ตารางที่ 4.4, ภาพที่ 4.7) จำนวนยอดเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของของ NAA มากขึ้น (ตารางที่ 4.4)

ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลในการเพิ่มค่าเฉลี่ยของจำนวนยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อเฉพาะสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ส่วนสูตรอาหารอื่น ๆ จะมีจำนวนยอดเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 แต่มีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ที่ 5 และสัปดาห์ที่ 6 และจำนวนยอดเฉลี่ยจะคงที่ ในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8

ผลการทดลองในด้านความยาวของยอดเฉลี่ยสูงสุด พบว่าอาหารวุ้นสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) สามารถชักนำให้ยอดมีความยาวยอดเฉลี่ยสูงสุด (10.99±4.21 เซนติเมตรต่อยอด) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.8) เมื่อใช้ TDZ เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าความยาวของยอดจะเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 4 ความยาวยอดส่วนใหญ่จะไม่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มเท่าเดิมหรือลดลงจนถึงสัปดาห์ที่ 8 และเมื่อใช้ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว ความยาวของยอดเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นทุก ๆ สัปดาห์ แต่ความยาวของยอดเฉลี่ยจะไม่เพิ่มขึ้น และมีแนวโน้มลดลงในสัปดาห์ที่ 4 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 เมื่อใช้ NAA ความเข้มข้น 3, 5 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว ส่วนชุดการทดลองอื่น ๆ ที่ใช้ ความเข้มข้นของ TDZ ร่วมกับ NAA จะมีความยาวยอดเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1, สัปดาห์ที่ 2, สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 และเริ่มลดลง

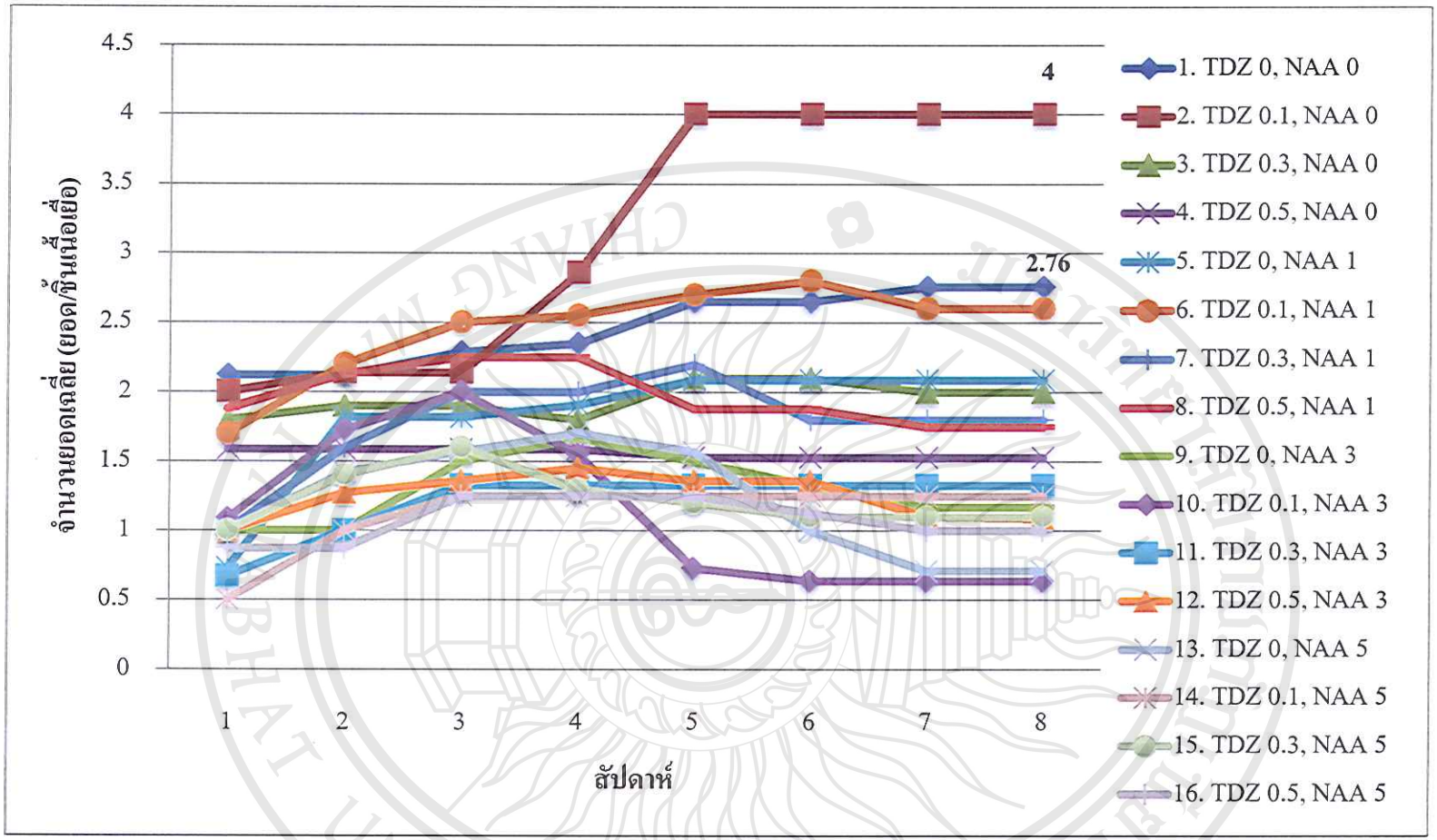
หรือคงที่ในสัปดาห์ที่ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ยอดที่ได้มีขนาดสั้น บางชุดการทดลองยอดจะฝ่อแห้งตายไป (ตารางที่ 4.5)

ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลในการเพิ่มค่าเฉลี่ยของความยาวยอดต่อชิ้นเนื้อเยื่อเฉพาะสูตรอาหารที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตรเพียงอย่างเดียว ส่วนสูตรอาหารอื่น ๆ จะมีความยาวยอดเพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 1, สัปดาห์ที่ 2, สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 แต่มีแนวโน้มความยาวยอดเฉลี่ยลดลง และคงที่ ตั้งแต่สัปดาห์ 5 จนถึงสัปดาห์ที่ 8

ตารางที่ 4.4 จำนวนยอดของหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		จำนวนยอดเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ยอด/ชิ้นเนื้อเยื่อ)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	2.12±0.33^{a}	2.12±0.33^{a}	2.29±0.59^{a}	2.35±0.79^{ab}	2.65±1.22^{b}	2.65±1.22^{bc}	2.76±1.48^{b}	2.76±1.48^{b}
2	0.1	0	2.00±1.15^{a}	2.14±0.90^{a}	2.14±0.90^{abcd}	2.86±1.57^{a}	4.00±1.73^{a}	4.00±1.73^{a}	4.00±1.73^{a}	4.00±1.73^{a}
3	0.3	0	1.80±0.91^{abc}	1.90±0.74^{ab}	1.90±0.74^{abcd}	1.80±0.79^{bcd}	2.10±0.74^{bc}	2.10±0.74^{bcd}	2.00±0.82^{bcd}	2.00±0.82^{bcd}
4	0.5	0	1.59±0.62^{abcd}	1.59±0.62a^{bcd}	1.59±0.62^{bcd}	1.59±0.62b^{cd}	1.53±0.62^{cd}	1.53±0.62^{def}	1.53±0.62^{cde}f	1.53±0.62^{cde}f
5	0	1	0.73±0.91^{de}	1.82±0.40^{ab}	1.82±0.40^{abcd}	1.91±0.54^{bcd}	2.09±0.83^{bc}	2.09±0.70^{bcd}	2.09±0.70^{bc}	2.09±0.70^{bc}
6	0.1	1	1.70±1.06^{abc}	2.20±0.79^{a}	2.50±0.85^{a}	2.30±1.06^{ab}	2.70±1.49^{b}	2.80±1.40^{b}	2.60±1.35^{b}	2.60±1.35^{b}
7	0.3	1	1.00±1.00^{bcde}	1.60±1.52a^{bc}	2.00±1.87^{abcd}	2.05±1.52b^{bcd}	2.20±1.30^{bc}	1.80±0.84^{cde}	1.80±0.84^{bcd}	1.80±0.84^{bcd}
8	0.5	1	1.88±1.13^{ab}	2.25±1.28^{a}	2.25±1.28^{abc}	2.25±1.28^{abc}	1.88±0.34^{bc}	1.88±0.83^{bcde}	1.75±0.71^{bcde}	1.75±0.71^{bcde}
9	0	3	1.00±0.63^{bcde}	1.00±0.63^{cd}	1.50±0.55^{bcd}	1.67±0.52^{bcd}	1.50±0.55^{cd}	1.33±0.52^{def}	1.17±0.41^{cdef}	1.17±0.41^{cdef}
10	0.1	3	1.09±1.04^{bcde}	1.73±0.65^{abc}	2.00±0.89^{abcd}	1.55±0.69^{bcd}	0.73±0.65^{d}	0.64±0.50^{f}	0.64±0.50^{f}	0.64±0.50^{f}
11	0.3	3	0.67±1.15^{de}	1.00±1.00^{cd}	1.33±0.58^{d}	1.33±0.58^{cd}	1.33±0.58^{cd}	1.33±0.58^{def}	1.33±0.58^{cdef}	1.33±0.58^{cdef}
12	0.5	3	1.00±0.77^{bcde}	1.27±0.65^{bcd}	1.36±0.50^{cd}	1.45±0.52^{bcd}	1.36±0.67^{cd}	1.36±0.67^{def}	1.10±0.54^{cdef}	1.09±0.54^{cdef}
13	0	5	1.00±0.00^{bcde}	1.42±0.38^{bcd}	1.57±0.53^{bcd}	1.71±0.49^{bcd}	1.57±0.53^{cd}	1.00±0.58^{ef}	0.71±0.49^{ef}	0.71±0.49^{ef}
14	0.1	5	0.50±0.5^{3e}	1.00±0.53^{cd}	1.25±0.46^{d}	1.25±0.46^{d}	1.25±0.46^{cd}	1.25±0.46^{def}	1.25±0.46^{cdef}	1.25±0.46^{cdef}
15	0.3	5	1.00±0.67^{bcde}	1.40±0.70^{abcd}	1.60±0.52^{bcd}	1.30±0.48^{cd}	1.20±0.42^{cd}	1.10±0.57^{def}	1.10±0.57^{cdef}	1.10±0.56^{cdef}
16	0.5	5	0.87±0.35^{cde}	0.87±0.35^{d}	1.25±0.46^{d}	1.25±0.46^{d}	1.25±0.46^{cd}	1.13±0.35^{def}	1.00±0.53^{def}	1.00±0.53^{def}

***หมายเหตุ:** อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

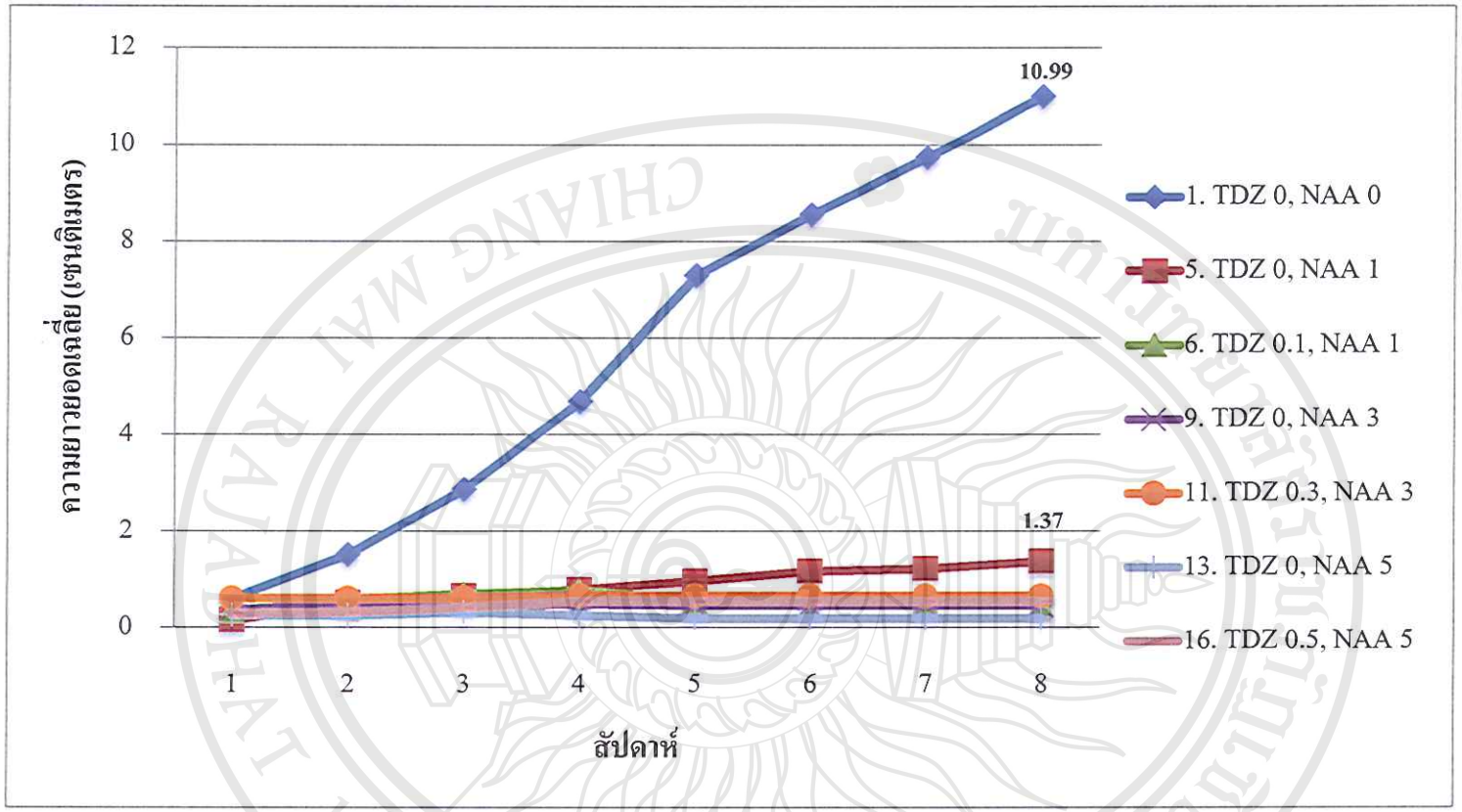


ภาพที่ 4.7 การเกิดยอดเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.5 ความยาวของยอดหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

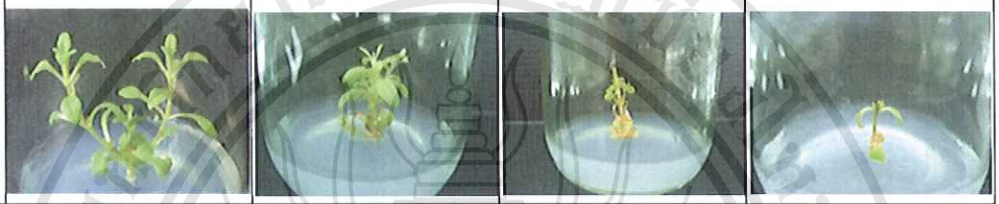
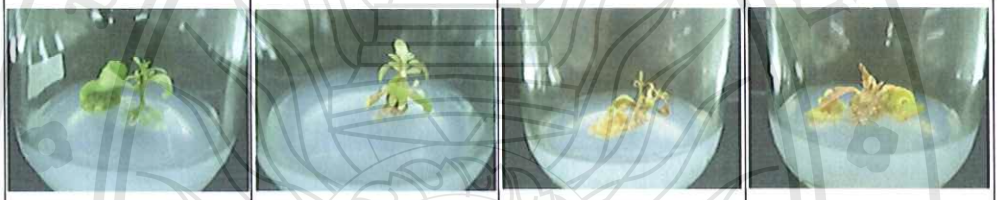
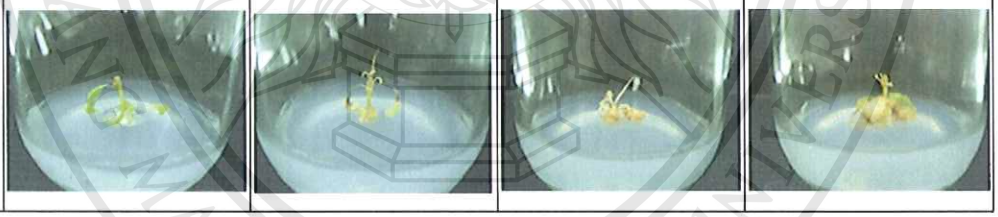
ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ความยาวยอดเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เซนติเมตร)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	0.59±0.53^{ab}	1.51±0.69^{a}	2.87±1.37^{a}	4.68±2.15^{a}	7.29±3.28^{a}	8.55±3.61^{a}	9.72±3.86^{a}	10.99±4.21^{a}
2	0.1	0	0.61±0.48^{ab}	0.83±0.55^{b}	0.94±0.56^{bc}	0.73±0.43^{b}	0.58±0.31^{b}	0.58±0.31^{b}	0.59±0.30^{b}	0.59±0.30^{b}
3	0.3	0	0.53±0.31^{abc}	0.64±0.37^{bc}	0.72±0.38^{bc}	0.72±0.46^{b}	0.79±0.54^{b}	0.80±0.55^{b}	0.80±0.54^{b}	0.81±0.56^{b}
4	0.5	0	0.66±0.44^{a}	0.73.48^{bc}	0.80±0.48^{bc}	0.79±0.58^{b}	0.71±0.52^{b}	0.71±0.52^{b}	0.71±0.52^{b}	0.71±0.52^{b}
5	0	1	0.14±0.19^{c}	0.51±0.18^{bc}	0.65±0.19^{bc}	0.78±0.33^{b}	0.96±0.34^{b}	1.17±0.31^{b}	1.21±0.47^{b}	1.37±0.35^{b}
6	0.1	1	0.34±0.20^{abc}	0.59±0.46^{bc}	0.69±0.62^{bc}	0.76±0.72^{b}	0.53±0.39^{b}	0.61±0.48^{b}	0.55±0.39^{b}	0.45±0.21^{b}
7	0.3	1	0.23±0.21^{abc}	0.37±0.21^{bc}	0.50±0.30^{bc}	0.47±0.31^{b}	0.33±0.15^{b}	0.33±0.15^{b}	0.33±0.15^{b}	0.33±0.15^{b}
8	0.5	1	0.48±0.04^{abc}	0.85±0.40^{b}	1.12±0.55^{b}	1.13±0.42^{b}	1.15±0.39^{b}	1.10±0.43^{b}	1.08±0.49^{b}	1.10±0.51^{b}
9	0	3	0.36±0.22^{abc}	0.46±0.09^{bc}	0.46±0.09^{bc}	0.48±0.11^{b}	0.46±0.09^{b}	0.46±0.09^{b}	0.46±0.09^{b}	0.46±0.09^{b}
10	0.1	3	0.38±0.25^{abc}	0.38±0.25^{bc}	0.42±0.15^{bc}	0.45±0.17^{b}	0.38±0.15^{b}	0.38±0.15^{b}	0.35±0.17^{b}	0.40±0.24^{b}
11	0.3	3	0.60±0.14^{ab}	0.60±0.14^{bc}	0.60±0.14^{bc}	0.65±0.21^{b}	0.65±0.21^{b}	0.65±0.21^{b}	0.65±0.21^{b}	0.65±0.21^{b}
12	0.5	3	0.28±0.32^{abc}	0.49±0.40^{bc}	0.54±0.35^{bc}	0.60±0.49^{b}	0.61±0.48^{b}	0.61±0.48^{b}	0.61±0.48^{b}	0.61±0.48^{b}
13	0	5	0.25±0.15^{abc}	0.25±0.16^{c}	0.31±0.22^{bc}	0.25±0.16^{b}	0.19±0.19^{b}	0.19±0.19^{b}	0.19±0.19^{b}	0.19±0.19^{b}
14	0.1	5	0.19±0.18^{bc}	0.35±0.13^{c}	0.54±0.14^{bc}	0.49±0.17^{b}	0.48±0.19^{b}	0.48±0.19^{b}	0.48±0.19^{b}	0.48±0.19^{b}
15	0.3	5	0.29±0.26^{abc}	0.22±0.08^{c}	0.28±0.11^{c}	0.23±0.07^{b}	0.23±0.06^{b}	0.23±0.07^{b}	0.23±0.08^{b}	0.23±0.07^{b}
16	0.5	5	0.29±0.18^{abc}	0.31±0.17^{bc}	0.40±0.18^{bc}	0.53±0.44^{b}	0.53±0.44^{b}	0.53±0.44^{b}	0.53±0.44^{b}	0.53±0.44^{b}

*หมายเหตุ: อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

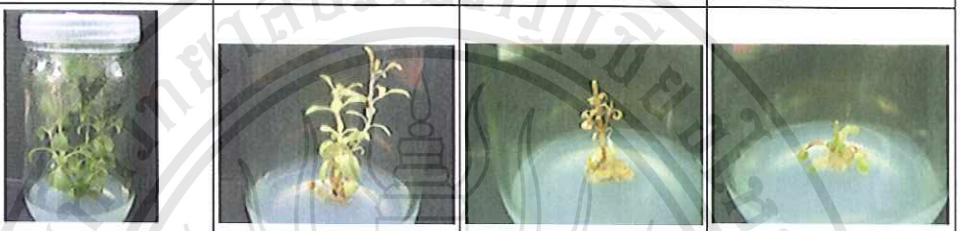
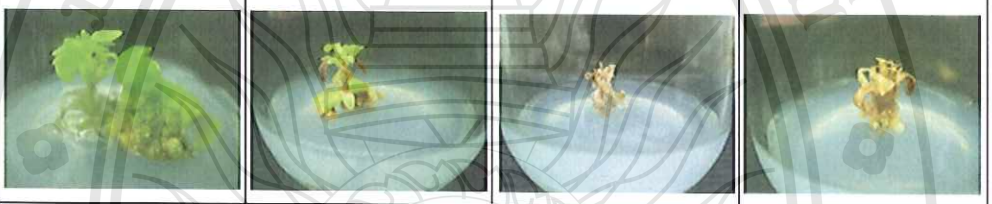
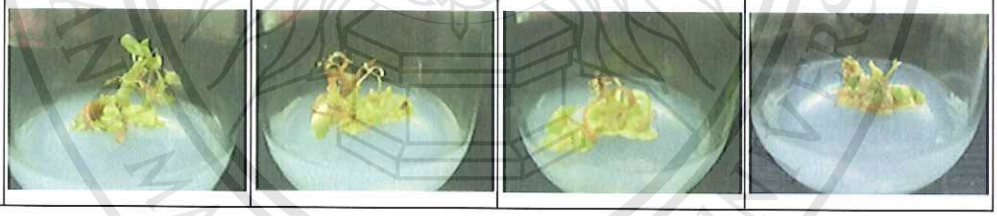


ภาพที่ 4.8 ความยาวยอดเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเหตุ สำหรับชุดการทดลองอื่น ๆ ความยาวยอดเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกัน จึงนำเสนอในตารางที่ 4.5

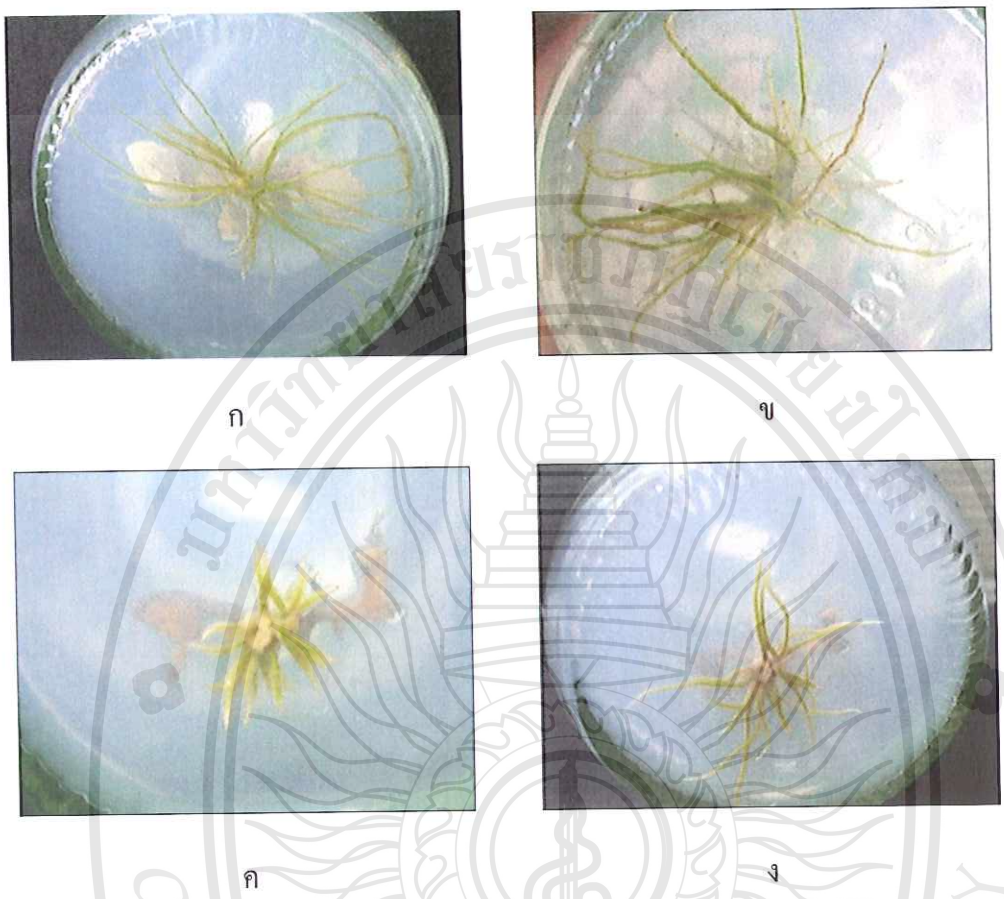
ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		NAA			
		0	1	3	5
TDZ	0				
	0.1				
	0.3				
	0.5				

ภาพที่ 4.9 ต้นหญ้าหวานจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในสภาพมีแสง เป็นเวลา 4 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		NAA			
		0	1	3	5
TDZ	0				
	0.1				
	0.3				
	0.5				

ภาพที่ 4.10 ต้นหญ้าหวานจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติมร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆในสภาพมีแสง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ส่วนการชักนำให้เกิดราก พบว่า เมื่อเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานจนถึงสัปดาห์ที่ 8 จะมีเพียง 2 ชุดการทดลองเท่านั้นที่สามารถชักนำให้เกิดรากได้ คือ ชิ้นเนื้อเยื่อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต พบว่าจะเกิดรากซึ่งให้ทั้งจำนวนราก และความยาวเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 แต่ในสัปดาห์ที่ 6 ถึง สัปดาห์ที่ 8 การเพิ่มจำนวนรากจะลดลง แต่มีความยาวราก และการแตกแขนงของรากเพิ่มมากขึ้น และในสัปดาห์ที่ 8 ให้จำนวนราก และความยาวรากเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ 14.47±6.22 รากต่อชิ้นเนื้อเยื่อ และ 3.13±0.54 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7, ภาพที่ 4.12 และ 4.13) รากที่ได้มีลักษณะปกติ คือ รากยาวเรียว สีเขียวจากโคน ปลายรากมีสีขาว รากมีการแตกแขนง และมีขนรากสีขาว (ภาพที่ 4.11 ก และ ข) และสูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเกิดรากซึ่งให้ทั้งจำนวนราก และความยาวเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนถึงสัปดาห์ที่ 8 สามารถชักนำให้เกิดราก และความยาวรากเฉลี่ย คือ 4.73±3.66 รากต่อชิ้นเนื้อเยื่อ และ 1.70±0.42 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.6 และ 4.7, ภาพที่ 4.12 และ 4.13) ลักษณะของรากที่เจริญจะอวบสั้น รากมีสีขาว ตรงปลายรากจะมีขนรากสีขาว (ภาพที่ 4.11 ค และ ง) สูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตรจะไม่พบรากเกิดขึ้นเลย



ก ข

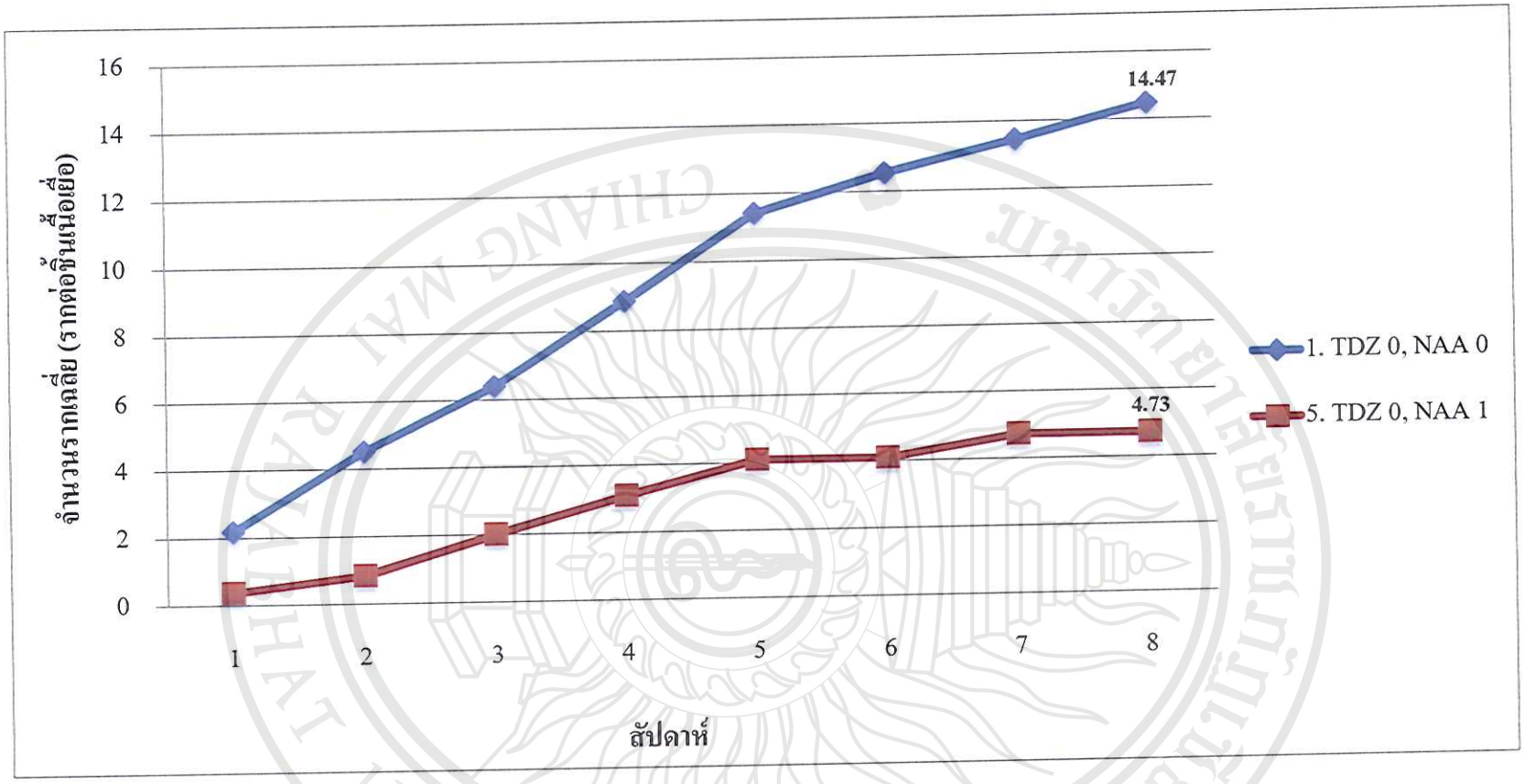
ค ง

ภาพที่ 4.11 ลักษณะของรากที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวาน
ก. รากต้นหญ้าหวานจากชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต อายุ 4 สัปดาห์ ข. อายุ 8 สัปดาห์
ค. รากต้นหญ้าหวานจากชิ้นส่วนข้อที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร อายุ 4 สัปดาห์ ง. อายุ 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.6 จำนวนรากของหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		จำนวนรากเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รากต่อชิ้นเนื้อเยื่อ)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	2.18±1.38^{a}	4.53±0.70^{a}	6.41±0.59^{a}	8.88±4.37^{a}	11.41±5.37^{a}	12.53±5.57^{a}	13.47±5.76^{a}	14.47±6.22^{a}
2	0.1	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
3	0.3	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
4	0.5	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
5	0	1	0.36±0.67^{b}	0.82±1.08^{b}	2.00±1.73^{b}	3.09±1.45^{b}	4.09±2.34^{b}	4.09±2.34^{b}	4.73±3.66^{b}	4.73±3.66^{b}
6	0.1	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
7	0.3	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.0 0^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
8	0.5	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
9	0	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
10	0.1	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
11	0.3	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
12	0.5	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
13	0	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
14	0.1	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
15	0.3	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
16	0.5	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}

*หมายเหตุ: อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



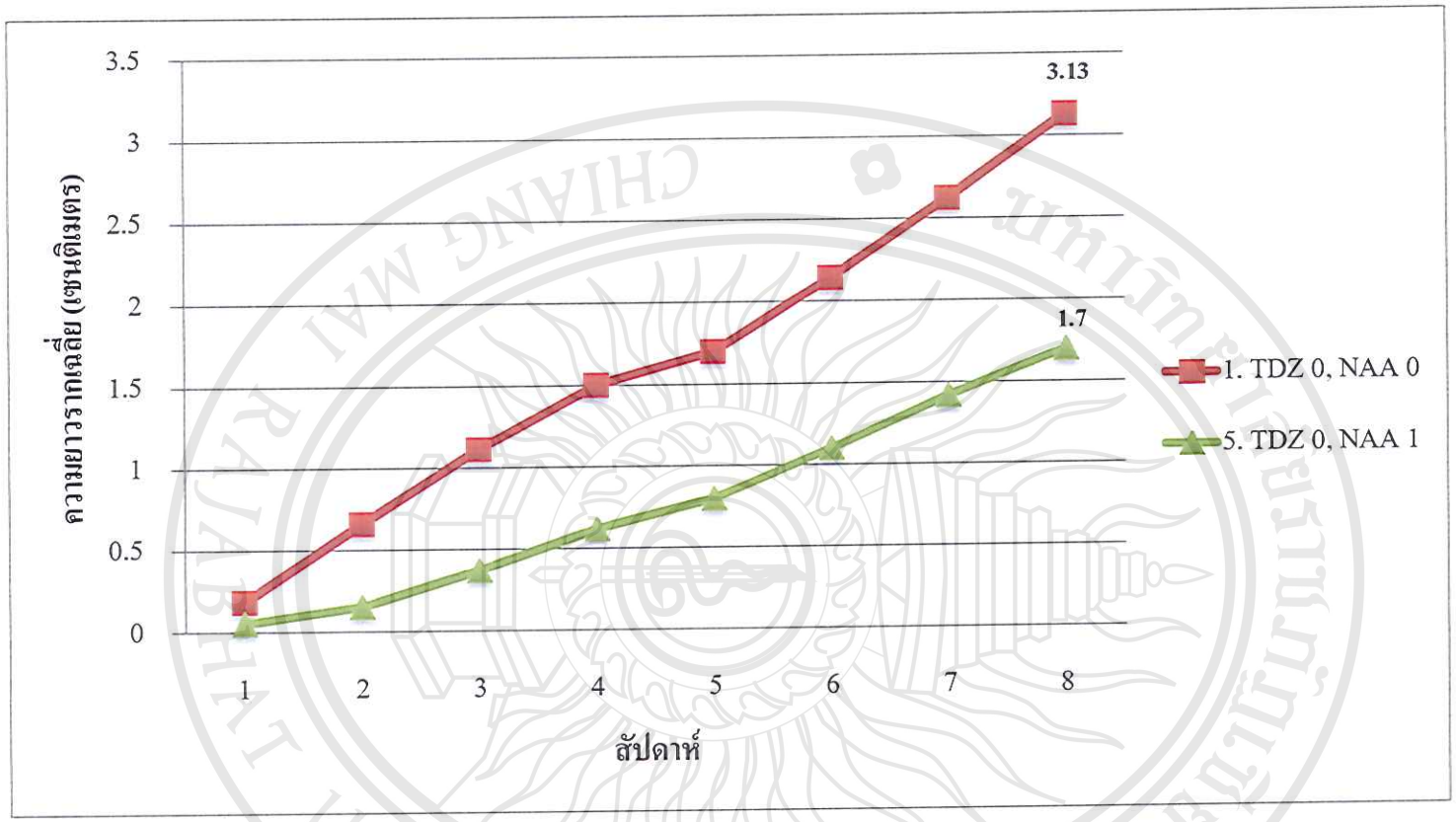
ภาพที่ 4.12 จำนวนรากเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเหตุ สำหรับชุดการทดลองอื่น ๆ ไม่เกิดราก

ตารางที่ 4.7 ความยาวของรากหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ความยาวรากเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เซนติเมตร)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	0.18±0.17^{a}	0.66±0.37^{a}	1.11±0.47^{a}	1.50±0.48^{a}	1.70±0.50^{a}	2.14±0.54^{a}	2.62±0.55^{a}	3.13±0.54^{a}
2	0.1	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
3	0.3	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
4	0.5	0	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
5	0	1	0.05±0.10^{b}	0.15±0.18^{b}	0.37±0.26^{b}	0.62±0.20^{b}	0.80±0.27^{b}	1.10±0.34^{b}	1.42±0.41^{b}	1.70±0.42^{b}
6	0.1	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
7	0.3	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
8	0.5	1	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
9	0	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
10	0.1	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
11	0.3	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
12	0.5	3	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
13	0	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
14	0.1	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
15	0.3	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}
16	0.5	5	0.00±0.00^{b}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}	0.00±0.00^{c}

*หมายเหตุ: อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4.13 ความยาวรากเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

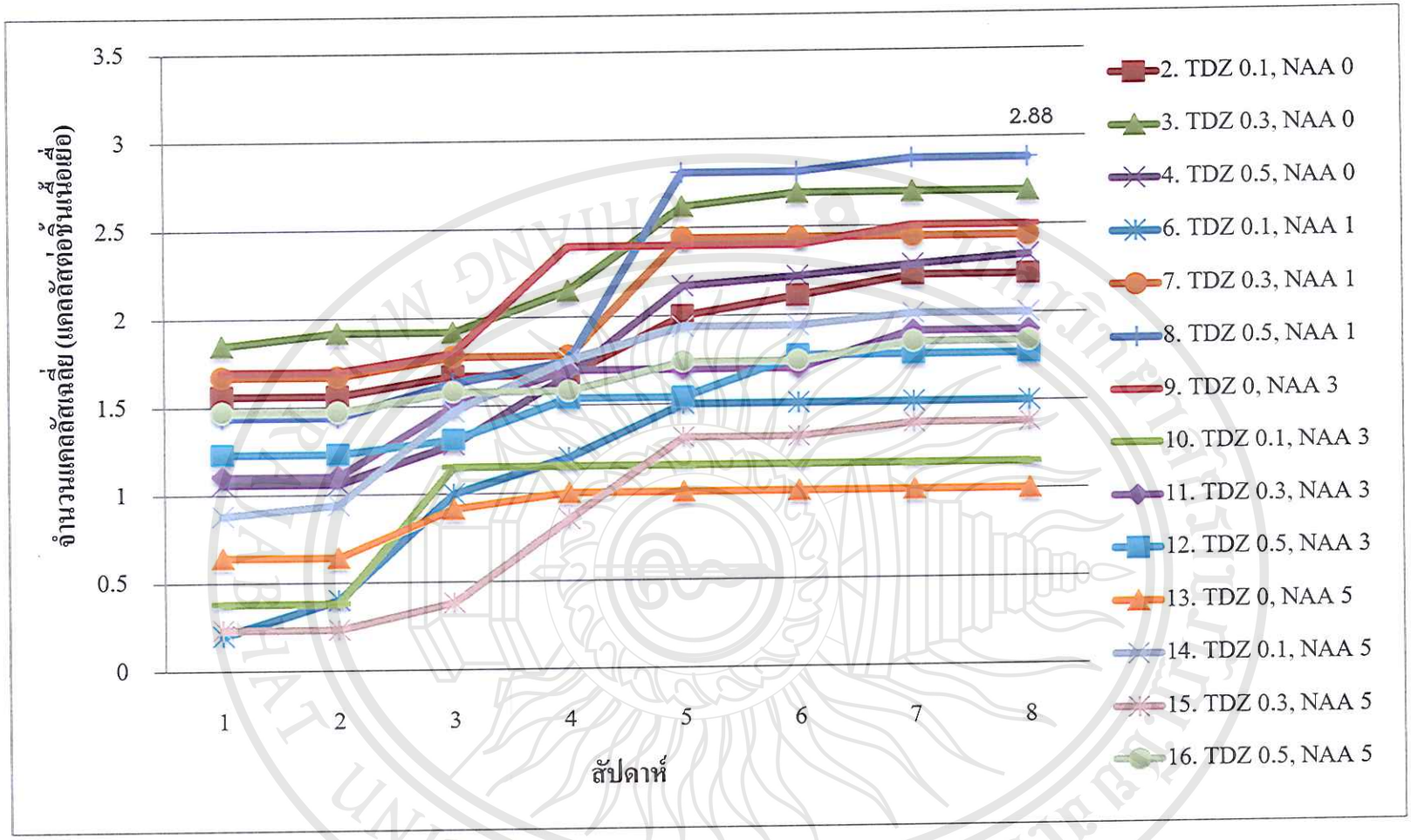
หมายเหตุ สำหรับชุดการทดลองอื่น ๆ ไม่เกิดราก

นอกจากนี้ยังพบการเกิดแคลลัสบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ทุกความเข้มข้นรวมทั้งสูตรอาหารที่เติม NAA เพียงอย่างเดียว ที่ความเข้มข้น 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีจำนวน และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแคลลัสที่แตกต่างกัน พบว่า ชิ้นส่วนข้อที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ เพียงอย่างเดียว ความเข้มข้น 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรในสัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 4 มีการชักนำให้เกิดยอด และพัฒนาความยาวของยอดได้มาก แต่ในสัปดาห์ที่ 5 ขณะที่จำนวนยอดเพิ่มสูงขึ้น แต่การพัฒนาด้านความยาวยอดจะหยุดชะงัก จนถึงสัปดาห์ที่ 8 และในขณะเดียวกันส่วนของใบที่ติดมากับชิ้นส่วนข้อ และใบที่เจริญจากตาข้างเมื่อสัมผัสกับผิวของอาหารจะเกิดการเจริญไปเป็น compact callus มีลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เกาะกันแน่น สีเขียวเข้ม เพิ่มทั้งจำนวนแคลลัส และขยายขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่สัปดาห์ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 8 (ตารางที่ 4.8 และ 4.9, ภาพที่ 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 และ 4.18 ก) สำหรับการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA พบว่าเนื้อเยื่อมีการแบ่งเซลล์ และขยายขนาดเกิดเป็นแคลลัสภายในสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 2 และเจริญเติบโตมากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่จำนวนยอด และความยาวยอดมีแนวโน้มลดลง ยอดบางส่วนฝ่อ และแห้งตายไป ยอด และใบหญ้าหวานบางส่วนเจริญกลายเป็นแคลลัส และส่วนของใบที่ติดมากับชิ้นส่วนข้อ และใบที่เจริญจากตาข้างเมื่อสัมผัสกับผิวของอาหารจะเกิดการเจริญไปเป็น compact callus เช่นกัน (ภาพที่ 4.16 และ 4.17) จากการทดลองพบว่าสูตรอาหารที่เติม TDZ และ NAA ความเข้มข้น 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร พบแคลลัสเจริญบริเวณปลายตัดโคนชิ้นส่วนข้อในสัปดาห์ที่ 1 สัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 จะเจริญมากขึ้น โดยพบแคลลัสทั้งชนิด friable callus และ compact callus แต่แคลลัสที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็น friable callus ที่มีลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เกาะกันแบบหลวม ๆ สีขาว และเพิ่มจำนวนและความยาวของแคลลัสมากขึ้น ในสัปดาห์ที่ 8 พบว่าสูตรอาหาร MS ที่เติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนแคลลัสเฉลี่ยสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 2.88±0.96 แคลลัสต่อชิ้นเนื้อเยื่อ (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.17 และ 4.18 ข) และพบว่า อาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว ทำให้เกิดความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสเฉลี่ยสูงสุด 2.33±0.40 เซนติเมตร และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 4.9 และ ภาพที่ 4.17)

ตารางที่ 4.8 จำนวนแคลลัสของหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		จำนวนแคลลัสเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (แคลลัสต่อชิ้นเนื้อเยื่อ)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{i}	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}
2	0.1	0	1.56±0.53^{ab}	1.56±0.53^{ab}	1.67±0.50^{abc}	1.67±0.50^{abcd}	2.00±0.50^{bcdef}	2.11±0.33^{abcd}	2.22±0.44^{abcd}	2.22±0.44^{abcd}
3	0.3	0	1.85±0.41^{a}	1.92±1.38^{a}	1.92±1.38^{a}	2.15±0.63^{ab}	2.62±1.33^{ab}	2.69±1.32^{a}	2.69±1.32^{ab}	2.69±1.32^{ab}
4	0.5	0	1.06±0.94^{abcd}	1.06±0.94^{bcd}	1.28±0.75a^{bcd}	1.67±0.84^{abcd}	2.17±0.04^{abcde}	2.22±1.11^{abc}	2.28±1.13^{abc}	2.33±1.19^{abc}
5	0	1	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{i}	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}	0.00±0.00^{h}
6	0.1	1	0.20±0.42^{ef}	0.40±0.52^{def}	1.00±0.00^{cde}	1.20±0.63^{cde}	1.50±0.71^{efgh}	1.50±0.71^{defg}	1.50±0.71^{efg}	1.50±0.71^{defg}
7	0.3	1	1.67±1.12^{ab}	1.67±1.12^{ab}	1.78±0.97^{ab}	1.78±0.97^{abc}	2.44±1.01^{abc}	2.44±1.01^{ab}	2.44±1.01^{abc}	2.44±1.01^{abc}
8	0.5	1	1.44±1.15^{ab}	1.44±1.15^{ab}	1.63±1.09^{abc}	1.75±1.13^{abcd}	2.81±1.05^{a}	2.81±1.05^{a}	2.88±0.96^{a}	2.88±0.96^{a}
9	0	3	1.70±0.95^{a}	1.70±0.95^{ab}	1.80±0.92^{ab}	2.40±1.17^{a}	2.40±1.17^{abcd}	2.40±1.17^{abc}	2.50±1.08^{abc}	2.50±1.08^{abc}
10	0.1	3	0.38±0.51^{def}	0.38±0.51^{def}	1.15±0.38^{bcd}	1.15±0.38^{cde}	1.15±0.38^{gh}	1.15±0.38^{fg}	1.15±0.38^{fg}	1.15±0.38^{fg}
11	0.3	3	1.10±0.74^{abc}	1.10±0.74^{bcd}	1.50±0.53^{abcd}	1.70±0.67^{abcd}	1.70±0.67^{defgh}	1.70±0.67^{cdef}	1.90±0.99^{cde}	1.90±0.99^{cde}
12	0.5	3	1.23±1.01^{abc}	1.23±1.01^{abc}	1.31±1.03^{abcd}	1.54±0.88^{bcde}	1.54±0.88^{defg}	1.77±0.60^{bcdef}	1.77±0.60^{cdef}	1.77±0.60^{cdef}
13	0	5	0.64±0.50^{cdef}	0.64±0.50^{cdef}	0.91±0.30^{de}	1.00±0.00^{de}	1.00±0.00^{h}	1.00±0.00^{g}	1.00±0.45^{g}	1.00±0.45^{g}
14	0.1	5	0.88±1.27^{bcde}	0.94±1.25^{bcde}	1.47±0.94^{abcd}	1.76±0.83^{abcd}	1.94±0.83^{bcdef}	1.94±0.83^{bcde}	2.00±0.79^{bcde}	2.00±0.79^{bcde}
15	0.3	5	0.23±0.44^{ef}	0.23±0.44^{ef}	0.38±0.51^{ef}	0.85±0.55^{e}	1.31±0.63^{fgh}	1.31±0.63^{fg}	1.38±0.65^{efg}	1.38±0.65^{efg}
16	0.5	5	1.47±0.90^{ab}	1.47±0.90^{ab}	1.58±0.77^{abcd}	1.58±0.77^{bcde}	1.74±0.65^{cdefg}	1.74±0.65^{bcdef}	1.84±0.83^{cdef}	1.84±0.83^{cdefg}

*หมายเหตุ: อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



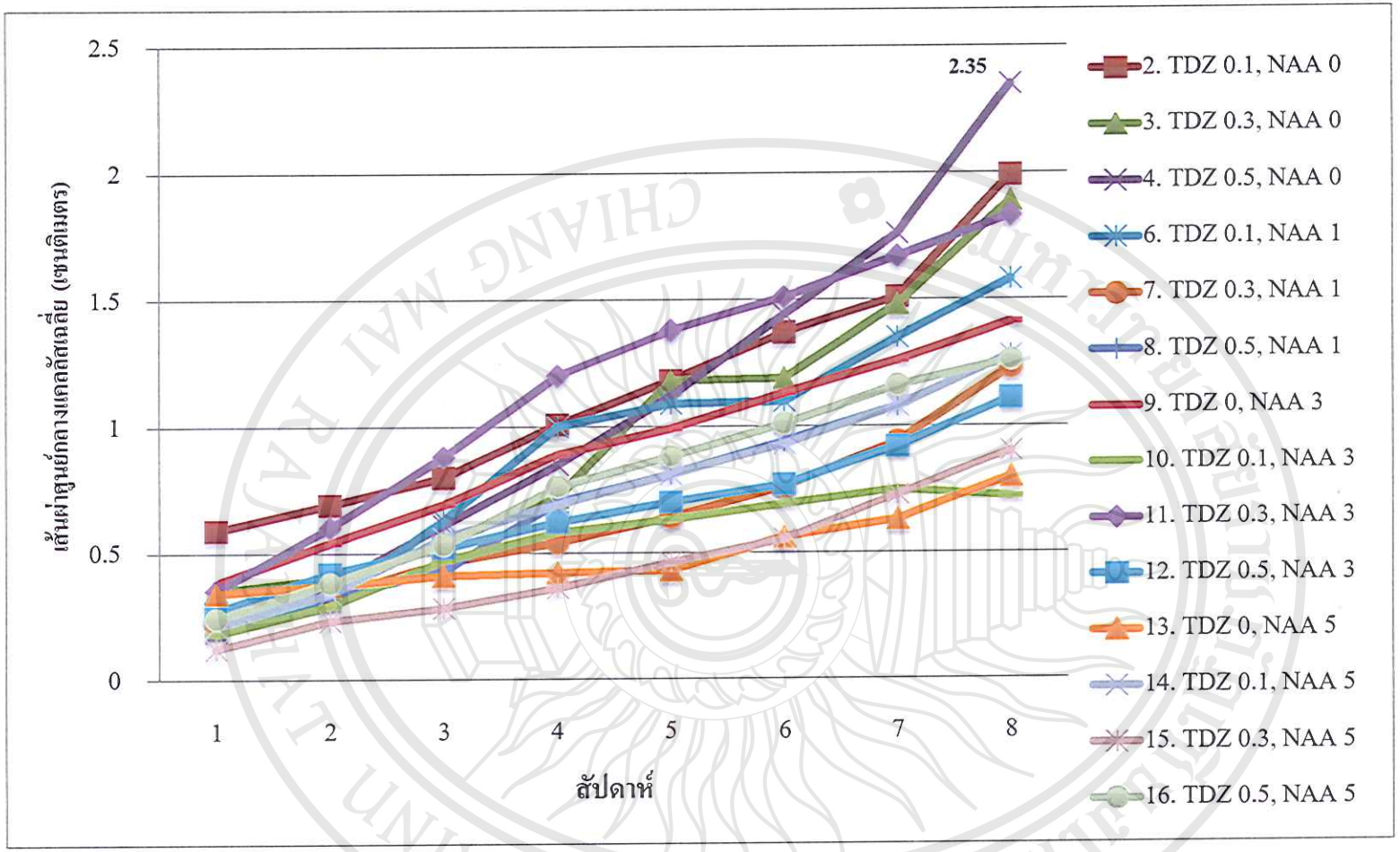
ภาพที่ 4.14 จำนวนแคลลัสเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

หมายเหตุ สำหรับชุดควบคุม และชุดสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกิดแคลลัส

ตารางที่ 4.9 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสของหญ้าหวาน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

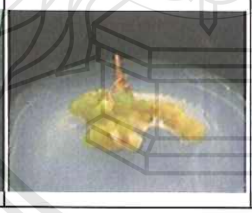
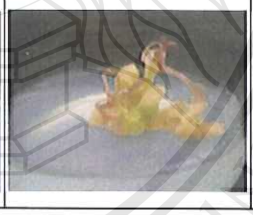
ชุดการทดลอง	สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางของแคลลัสเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (เซนติเมตร)							
	TDZ	NAA	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1	0	0	0.00 ± 0.00^{e}	0.00 ± 0.00^{d}	0.00 ± 0.00^{f}	0.00 ± 0.00^{g}	0.00 ± 0.00^{h}	0.00 ± 0.00^{h}	0.00 ± 0.00^{g}	0.00 ± 0.00^{i}
2	0.1	0	0.59 ± 0.54^{a}	0.69 ± 0.51^{a}	0.80 ± 0.48^{ab}	1.01 ± 0.54^{ab}	1.18 ± 0.71^{ab}	1.37 ± 0.30^{abc}	1.51 ± 0.39^{ab}	1.99 ± 0.54^{b}
3	0.3	0	0.35 ± 0.36^{bc}	0.40 ± 0.28^{bc}	0.54 ± 0.37^{cd}	0.72 ± 0.46^{bcde}	1.18 ± 0.87^{ab}	1.19 ± 0.37^{bcd}	1.48 ± 0.29^{ab}	1.89 ± 0.27^{bc}
4	0.5	0	0.19 ± 0.16^{cd}	0.37 ± 0.24^{bc}	0.61 ± 0.32^{bcd}	0.85 ± 0.34^{bcde}	1.12 ± 0.31^{abc}	1.44 ± 0.41^{ab}	1.76 ± 0.37^{a}	2.35 ± 0.40^{a}
5	0	1	0.00 ± 0.00^{e}	0.00 ± 0.00^{d}	0.00 ± 0.00^{f}	0.00 ± 0.00^{g}	0.00 ± 0.00^{h}	0.00 ± 0.00^{h}	0.00 ± 0.00^{g}	0.00 ± 0.00^{i}
6	0.1	1	0.20 ± 0.08^{bcd}	0.31 ± 0.14^{c}	0.63 ± 0.20^{bcd}	1.00 ± 0.38^{b}	1.09 ± 0.40^{abc}	1.10 ± 0.27^{cd}	1.35 ± 0.41^{bc}	1.58 ± 0.44^{d}
7	0.3	1	0.23 ± 0.12^{bcd}	0.33 ± 0.13^{c}	0.46 ± 0.15^{cde}	0.54 ± 0.14^{def}	0.64 ± 0.16^{defg}	0.76 ± 0.15^{efg}	0.94 ± 0.20^{def}	1.23 ± 0.41^{def}
8	0.5	1	0.23 ± 0.13^{bcd}	0.33 ± 0.19^{c}	0.43 ± 0.23^{de}	0.70 ± 0.47^{bcde}	0.81 ± 0.30^{cdef}	0.94 ± 0.32^{def}	1.08 ± 0.33^{cde}	1.28 ± 0.41^{def}
9	0	3	0.38 ± 0.11^{b}	0.54 ± 0.13^{ab}	0.69 ± 0.15^{abc}	0.89 ± 0.27^{bc}	0.99 ± 0.31^{bcd}	1.13 ± 0.35^{cd}	1.27 ± 0.46^{bcd}	1.41 ± 0.52^{de}
10	0.1	3	0.18 ± 0.07^{cd}	0.29 ± 0.11^{c}	0.47 ± 0.21^{cde}	0.58 ± 0.28^{cdef}	0.63 ± 0.32^{efg}	0.69 ± 0.32^{fg}	0.75 ± 0.36^{f}	0.72 ± 0.45^{h}
11	0.3	3	0.35 ± 0.15^{bc}	0.60 ± 0.29^{a}	0.88 ± 0.38^{a}	1.20 ± 0.30^{a}	1.38 ± 0.34^{a}	1.51 ± 0.37^{a}	1.67 ± 0.39^{a}	1.83 ± 0.44^{bc}
12	0.5	3	0.27 ± 0.14^{bcd}	0.42 ± 0.18^{bc}	0.52 ± 0.25^{cde}	0.62 ± 0.29^{cdef}	0.70 ± 0.29^{defg}	0.77 ± 0.29^{efg}	0.92 ± 0.35^{ef}	1.11 ± 0.47^{efg}
13	0	5	0.34 ± 0.31^{bc}	0.37 ± 0.31^{bc}	0.41 ± 0.30^{de}	0.42 ± 0.31^{ef}	0.43 ± 0.18^{g}	0.56 ± 0.32^{g}	0.63 ± 0.38^{f}	0.80 ± 0.52^{gh}
14	0.1	5	0.21 ± 0.06^{bcd}	0.34 ± 0.09^{c}	0.56 ± 0.23^{cd}	0.69 ± 0.26^{bcde}	0.81 ± 0.30^{cdef}	0.93 ± 0.31^{def}	1.08 ± 0.34^{cde}	1.28 ± 0.43^{def}
15	0.3	5	0.12 ± 0.04^{de}	0.23 ± 0.09^{c}	0.28 ± 0.18^{e}	0.36 ± 0.27^{f}	0.46 ± 0.32^{fg}	0.55 ± 0.31^{g}	0.73 ± 0.32^{f}	0.90 ± 0.32^{fgh}
16	0.5	5	0.24 ± 0.14^{bcd}	0.38 ± 0.22^{bc}	0.53 ± 0.25^{cde}	0.76 ± 0.40^{bcd}	0.88 ± 0.43^{bcde}	1.01 ± 0.48^{de}	1.16 ± 0.52^{cde}	1.26 ± 0.54^{def}

*หมายเหตุ: อักษรต่างกันในคอลัมน์ แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

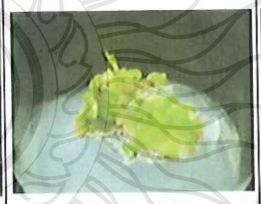


ภาพที่ 4.15 ความยาวเส้นผ่าศูนย์กลางแคลลัสเฉลี่ยจากชิ้นส่วนข้อของหญ้าหวานที่เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์

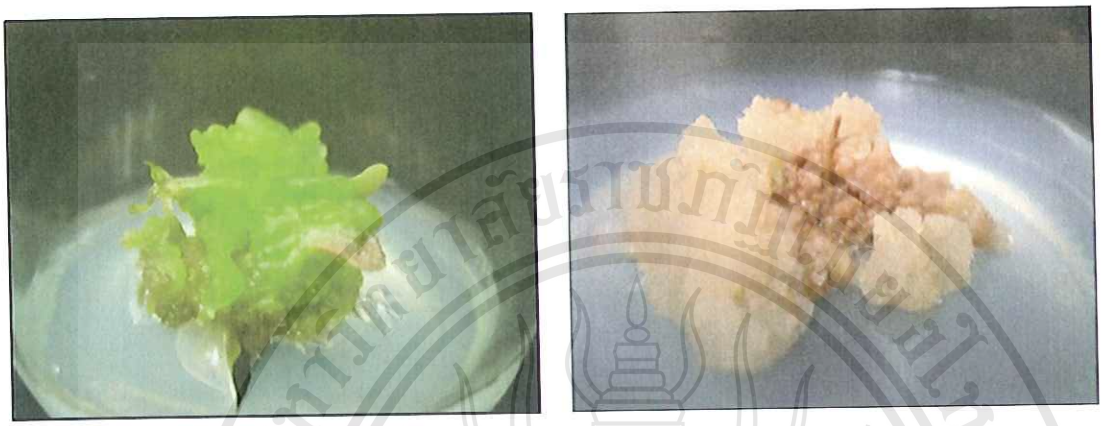
หมายเหตุ สำหรับชุดควบคุม และชุดสูตรอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เกิดแคลลัส

ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		NAA			
		0	1	3	5
TDZ	0	-	-		
	0.1				
	0.3				
	0.5				

ภาพที่ 4.16 แคลลัสจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในสภาพมีแสงเป็นเวลา 4 สัปดาห์

ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		NAA			
		0	1	3	5
TDZ	0	-	-		
	0.1				
	0.3				
	0.5				

ภาพที่ 4.17 แคลลัสจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่เติม TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในสภาพมีแสงเป็นเวลา 8 สัปดาห์



ก ข

ภาพที่ 4.18 ลักษณะของแคลลัสจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนข้อหญ้าหวานบนอาหารวุ้นสูตร MS ที่มี TDZ ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในสภาพมีแสง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ก. compact callus มีลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เกาะกันแน่น สีเขียวเข้ม บนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

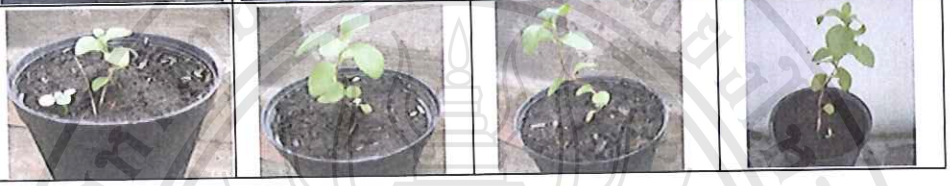
ข. friable callus ที่มีลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์เกาะกันแบบหลวม ๆ สีขาว บนอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 4 การศึกษาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตภายหลังการย้ายต้นอ่อนหญ้าหวานที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูกในโรงเรือน

นำต้นอ่อนหญ้าหวานที่มีรากจากชุดการทดลองใช้สูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต และสูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร อายุ 8 สัปดาห์ จำนวน 15 ขวด มาคลายเกลียวฝาขวดเป็นเวลา 1 วัน แล้วทำการเปิดฝาขวด ใช้ถุงพลาสติกใสหุ้ม ทิ้งไว้อีก 1 วัน จากนั้นนำต้นอ่อนมาล้างเอาวุ้นออกจนหมด แช่ต้นอ่อนในน้ำยาฆ่าเชื้อรา เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปปลูกในดินผสมสำเร็จ "ดินขุยไผ่" ที่เตรียมไว้ในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว รดน้ำให้ชุ่ม ใช้ถุงพลาสติกใสคลุมไว้ นำไปไว้ในโรงเรือนที่มีแสงรำไร เป็นเวลา 2 วัน เปิดถุงพลาสติกที่คลุมและรดน้ำทุกวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนหญ้าหวานจากชุดการทดลองใช้สูตรอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถรอดชีวิตตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 86.67 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอาหารที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถรอดชีวิตตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.19

ตารางที่ 4.10 การรอดชีวิตภายหลังการย้ายต้นอ่อนหญ้าหวานที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูกในโรงเรือน (เปอร์เซ็นต์)

การทดลอง	การรอดชีวิตต้นอ่อนหญ้าหวานแต่ละสัปดาห์เมื่อย้ายออกปลูกในโรงเรือน (เปอร์เซ็นต์)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MS	100	86.67	86.67	86.67	86.67	86.67	86.67	86.67
MS+NAA 1 mg/l	100	67.67	60	60	60	60	60	60

การทดลอง	การเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าหวานเมื่อย้ายออกปลูกในโรงเรือน สัปดาห์ที่			
	2	4	6	8
MS				
MS+NAA 1 mg/l				

ภาพที่ 4.19 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนหญ้าหวานภายหลังการย้ายต้นอ่อนหญ้าหวานที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูกในโรงเรือน สัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8