

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ผลการทดลองการผลิตต้นพันธุ์ปทุมมา

4.1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของจำนวนยอดปทุมมาบน MS อาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

จำนวนยอดต่อต้นที่เจริญบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 5 สัปดาห์ มีจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.1) โดยจำนวนยอดที่เจริญบนอาหาร Control มีจำนวนมากที่สุด เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบที่สารควบคุมการเจริญเติบโตเดียวกันแต่ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าอาหารที่เติม BA 4.44 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดมากกว่าการเติม 13.32 ไมโครโมลาร์ อาหารที่เติม Kinetin 13.94 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดมากกว่าการเติม 4.65 หรือ 23.23 ไมโครโมลาร์ และอาหารที่เติม 2iP 14.76 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดมากกว่าการเติม 4.92 หรือ 24.60 ไมโครโมลาร์

ในส่วนของน้ำหนักสด และน้ำแห้ง พบว่าชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต และระดับความเข้มข้นของสารที่ต่างกัน ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.1

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพื้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เจริญบนอาหารที่เติม
 BA 4.44 8.89 (Control) 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์
 หรือ 2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์

แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75a	0.34 $\pm$ 0.085	0.043 $\pm$ 0.011
BA	4.44	2.0 $\pm$ 0.50b	0.33 $\pm$ 0.083	0.037 $\pm$ 0.009
	13.32	1.5 $\pm$ 0.38bc	0.34 $\pm$ 0.085	0.034 $\pm$ 0.009
	4.65	1.2 $\pm$ 0.30cd	0.43 $\pm$ 0.108	0.046 $\pm$ 0.012
Kinetin	13.94	1.5 $\pm$ 0.38bc	0.42 $\pm$ 0.105	0.038 $\pm$ 0.010
	23.23	1.0 $\pm$ 0.25cd	0.31 $\pm$ 0.078	0.031 $\pm$ 0.008
	4.92	0.5 $\pm$ 0.13d	0.30 $\pm$ 0.075	0.033 $\pm$ 0.008
2iP	14.76	1.0 $\pm$ 0.25cd	0.26 $\pm$ 0.065	0.032 $\pm$ 0.008
	24.60	0.9 $\pm$ 0.23cd	0.33 $\pm$ 0.083	0.037 $\pm$ 0.009
นัยสำคัญทางสถิติ		**	ns	ns

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของจำนวนยอดของปทุมมาบนอาหาร MS ที่เติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

จำนวนยอดที่เจริญบนอาหารที่เติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่ามีจำนวนยอดที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.2) โดยจำนวนยอดที่เจริญบนอาหารที่เติม TDZ 13.62 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนมากที่สุด จำนวน 7 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช มากกว่า Control 2.33 เท่า ในขณะที่การเติม TDZ ระดับความเข้มข้นมากขึ้นมีผลทำให้จำนวนยอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยจำนวนยอดลดลงน้อยที่สุดเมื่อเติม TDZ 45.40 ไมโครโมลาร์ โดยมีจำนวนเพียง 3 ยอดต่อต้น ซึ่งมีจำนวนไม่ต่างกับ Control

ค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง จากการเติม TDZ ที่ความเข้มข้นต่างกัันนั้นพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เพื่อเป็นการทดสอบการเพิ่มจำนวนยอดของปทุมมาสายพันธุ์นี้ จึงได้ทำการทดลองย้ายชิ้นส่วนต้นปทุมมาจากอาหารที่เติม TDZ ที่มีความเข้มข้นต่างกัน ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ความเข้มข้นต่างกัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เจริญบนอาหารที่เติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 4.54 13.62 22.70 31.78 40.86 หรือ 45.40 ไมโครโมลาร์ เปรียบเทียบกับการเจริญบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 5 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.34 $\pm$ 0.085	0.043 $\pm$ 0.014
TDZ	4.54	5.0 $\pm$ 1.25abc	0.40 $\pm$ 0.100	0.040 $\pm$ 0.010
	13.62	7.0 $\pm$ 1.55a	0.41 $\pm$ 0.103	0.043 $\pm$ 0.011
	22.70	6.0 $\pm$ 1.50ab	0.40 $\pm$ 0.105	0.038 $\pm$ 0.010
	31.78	5.0 $\pm$ 1.45abc	0.38 $\pm$ 0.095	0.036 $\pm$ 0.009
	40.86	4.0 $\pm$ 1.00bc	0.39 $\pm$ 0.098	0.031 $\pm$ 0.008
	45.40	3.0 $\pm$ 1.00c	0.35 $\pm$ 0.088	0.034 $\pm$ 0.009
นัยสำคัญทางสถิติ		**	ns	ns

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบการเจริญของจำนวนยอดปทุมมาบนอาหาร MS ที่เติม TDZ เป็นเวลา 3 สัปดาห์และย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP เป็นเวลา 5 สัปดาห์

จากการย้ายชิ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 4.54 ไมโครโมลาร์เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้น มีผลทำให้จำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.3) โดยการย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนยอดที่มากกว่าการเติม Kinetin และ 2iP และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ BA ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน พบว่าการเติม BA ที่ 8.89 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุด เฉลี่ย 30 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 10 เท่าของ Control

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาจากอาหารที่เติม TDZ 4.54 ไมโครโมลาร์ ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดมีค่าน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เนื่องจากยอดที่เจริญเกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และมีความยาวยอดต่ำ โดยที่อาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่มีจำนวนยอดมากที่สุดมีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.07 กรัม และ 0.01 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่
เต็ม TDZ 4.54 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เต็ม

BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ

2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ

การเจริญบนอาหารที่เต็ม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control)

ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	24.0 $\pm$ 6.00ab	0.08 $\pm$ 0.025b	0.011 $\pm$ 0.003b
	8.89	30.0 $\pm$ 7.50a	0.07 $\pm$ 0.018b	0.010 $\pm$ 0.003b
	13.32	28.0 $\pm$ 7.00ab	0.09 $\pm$ 0.023b	0.013 $\pm$ 0.003b
Kinetin	4.65	20.0 $\pm$ 5.00ab	0.11 $\pm$ 0.028b	0.016 $\pm$ 0.004b
	13.94	24.0 $\pm$ 6.00ab	0.08 $\pm$ 0.020b	0.011 $\pm$ 0.003b
	23.23	22.0 $\pm$ 5.50ab	0.10 $\pm$ 0.025b	0.014 $\pm$ 0.004b
2iP	4.92	18.0 $\pm$ 4.50b	0.12 $\pm$ 0.030b	0.017 $\pm$ 0.004b
	14.76	20.0 $\pm$ 5.00ab	0.11 $\pm$ 0.030b	0.016 $\pm$ 0.004b
	24.60	18.0 $\pm$ 5.50b	0.10 $\pm$ 0.028b	0.014 $\pm$ 0.004b
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 13.62 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1) โดยการย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุด เฉลี่ย 50 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 16.33 เท่าของ Control

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาจากอาหารที่เติม TDZ 13.62 ไมโครโมลาร์ ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดมีค่าน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เนื่องจากยอดที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และมีความยาวยอดต่ำ โดยอาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดมากที่สุด มีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.05 กรัม และ 0.006 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่
เต็ม TDZ 13.62 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เต็ม

BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ

2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ

การเจริญบนอาหารที่เต็ม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control)

ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	20.0 $\pm$ 5.00b	0.08 $\pm$ 0.020b	0.009 $\pm$ 0.002b
	8.89	50.0 $\pm$ 12.50a	0.05 $\pm$ 0.013b	0.006 $\pm$ 0.002b
	13.32	46.0 $\pm$ 11.50ab	0.09 $\pm$ 0.028b	0.010 $\pm$ 0.003b
Kinetin	4.65	30.0 $\pm$ 7.05ab	0.11 $\pm$ 0.028b	0.012 $\pm$ 0.003b
	13.94	38.0 $\pm$ 9.50ab	0.09 $\pm$ 0.023b	0.010 $\pm$ 0.003b
	23.23	30.0 $\pm$ 7.50b	0.10 $\pm$ 0.025b	0.011 $\pm$ 0.003b
2iP	4.92	26.0 $\pm$ 6.50b	0.12 $\pm$ 0.030b	0.013 $\pm$ 0.003b
	14.76	30.0 $\pm$ 7.80ab	0.11 $\pm$ 0.038b	0.012 $\pm$ 0.003b
	24.60	24.0 $\pm$ 6.00b	0.11 $\pm$ 0.032b	0.013 $\pm$ 0.003b
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 22.70 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.5) โดยการย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย 42 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 14 เท่าของ Control

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาจากอาหารที่เติม TDZ 22.70 ไมโครโมลาร์ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดมีค่าลดลง และมีค่าน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เนื่องจากยอดที่เจริญเกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และมีความยาวยอดต่ำ โดยอาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดมากที่สุด มีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.09 กรัม และ 0.013 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่
เต็ม TDZ 22.70 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เต็ม

BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ

2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ

การเจริญบนอาหารที่เต็ม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control)

ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	24.0 $\pm$ 6.00b	0.10 $\pm$ 0.025b	0.014 $\pm$ 0.004b
	8.89	42.0 $\pm$ 10.50a	0.09 $\pm$ 0.023b	0.013 $\pm$ 0.003b
	13.32	38.0 $\pm$ 9.50ab	0.09 $\pm$ 0.023b	0.013 $\pm$ 0.003b
Kinetin	4.65	30.0 $\pm$ 7.00ab	0.11 $\pm$ 0.028b	0.016 $\pm$ 0.004b
	13.94	34.0 $\pm$ 8.50ab	0.12 $\pm$ 0.030b	0.017 $\pm$ 0.004b
	23.23	26.0 $\pm$ 6.50b	0.12 $\pm$ 0.035b	0.017 $\pm$ 0.004b
2iP	4.92	26.0 $\pm$ 6.80b	0.13 $\pm$ 0.033b	0.019 $\pm$ 0.005b
	14.76	30.0 $\pm$ 8.50ab	0.13 $\pm$ 0.043b	0.018 $\pm$ 0.005b
	24.60	24.0 $\pm$ 7.00b	0.12 $\pm$ 0.040b	0.017 $\pm$ 0.004b
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เต็ม TDZ 31.78 ไมโครโมลาร์ เป็น
เวลา 3 สัปดาห์ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เต็ม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้นมี
จำนวนยอดเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 4.6) โดยการย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เต็ม BA 8.89 ไมโคร
โมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากกว่าความเข้มข้นอื่น และมากกว่าการย้ายไปเพาะเลี้ยง Kinetin
หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย 36
ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 12 เท่าของ Control

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาจากอาหารที่เต็ม TDZ 31.78 ไมโครโมลาร์ ไปเพาะเลี้ยงต่อ
บนอาหารที่เต็ม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่ามีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดมีค่าที่น้อย
กว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เนื่องจากยอดที่เจริญเกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และมี

ความยาวยอดต่ำ โดยอาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดมากที่สุด มีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.17 กรัม และ 0.024 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 31.78 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ 2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ การเจริญบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control) ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	20.0 $\pm$ 7.00b	0.14 $\pm$ 0.035b	0.020 $\pm$ 0.005b
	8.89	36.0 $\pm$ 9.00a	0.17 $\pm$ 0.053b	0.024 $\pm$ 0.006b
	13.32	24.0 $\pm$ 6.00b	0.15 $\pm$ 0.038b	0.022 $\pm$ 0.006b
Kinetin	4.65	16.0 $\pm$ 4.00b	0.18 $\pm$ 0.045b	0.026 $\pm$ 0.007b
	13.94	20.0 $\pm$ 5.00b	0.17 $\pm$ 0.043b	0.025 $\pm$ 0.006b
	23.23	18.0 $\pm$ 4.50b	0.16 $\pm$ 0.040b	0.023 $\pm$ 0.006b
2iP	4.92	20.0 $\pm$ 8.00b	0.21 $\pm$ 0.055b	0.030 $\pm$ 0.008b
	14.76	19.4 $\pm$ 4.85b	0.21 $\pm$ 0.063b	0.030 $\pm$ 0.008b
	24.60	20.0 $\pm$ 8.50b	0.21 $\pm$ 0.065b	0.030 $\pm$ 0.008b
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

การย้ายชิ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 40.86 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นกว่าอาหาร control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.7) โดยการย้ายไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุดเฉลี่ย 22 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 7.33 เท่าของ Control

การย้ายขึ้นส่วนปทุมมาจากอาหารที่เติม TDZ 40.86 ไมโครโมลาร์ ไปเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดมีค่าที่ลดลง โดยมีความยาวยอดต่ำ โดยอาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดมากที่สุด มีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.17 กรัม และ 0.027 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 40.86 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม

BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ

2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ

การเจริญบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control)

ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75c	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	18.0 $\pm$ 4.50ab	0.17 $\pm$ 0.043b	0.026 $\pm$ 0.007b
	8.89	22.0 $\pm$ 5.50a	0.17 $\pm$ 0.040b	0.027 $\pm$ 0.007b
	13.32	18.0 $\pm$ 5.70ab	0.16 $\pm$ 0.040b	0.025 $\pm$ 0.006b
Kinetin	4.65	14.0 $\pm$ 3.50b	0.21 $\pm$ 0.053b	0.032 $\pm$ 0.008b
	13.94	18.0 $\pm$ 3.50ab	0.21 $\pm$ 0.043b	0.033 $\pm$ 0.008b
	23.23	16.0 $\pm$ 4.00ab	0.22 $\pm$ 0.055b	0.033 $\pm$ 0.008b
2iP	4.92	12.0 $\pm$ 3.00b	0.23 $\pm$ 0.058b	0.036 $\pm$ 0.009ab
	14.76	13.0 $\pm$ 3.25b	0.24 $\pm$ 0.060b	0.037 $\pm$ 0.009ab
	24.60	14.0 $\pm$ 5.50b	0.23 $\pm$ 0.068b	0.035 $\pm$ 0.009ab
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

การย้ายขึ้นส่วนปทุมมาที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 45.40 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนยอดเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.8) โดยการย้ายไป

เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีจำนวนที่มากกว่าการเติม Kinetin และ 2iP และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการเติม BA ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน แสดงให้เห็นว่าการเติม BA ที่ 8.89 ไมโครโมลาร์ มีจำนวนยอดเกิดขึ้นมากที่สุด เฉลี่ย 17 ยอดต่อชิ้นส่วนพืช คิดเป็น 5.6 เท่าของ Control

การย้ายชิ้นส่วนปมมาจากอาหารที่เติม TDZ 45.40 ไมโครโมลาร์ ไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของยอดที่ลดลง และมีค่าที่น้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เนื่องจากยอดที่เกิดขึ้นมีขนาดเล็ก และมีความยาวยอดต่ำ โดยอาหารที่เติม BA ในระดับความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดมากที่สุด มีค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งเพียง 0.18 กรัม และ 0.028 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.8

จำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืช น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่อกอ ของปมที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม TDZ 45.40 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหารที่เติม

BA 4.44 8.89 13.32 ไมโครโมลาร์ Kinetin 4.65 13.94 23.23 ไมโครโมลาร์ หรือ

2iP 4.92 14.76 24.60 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับ

การเจริญบนอาหารที่เติม BA 8.89 ไมโครโมลาร์ (Control)

ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	ความเข้มข้น (ไมโครโมลาร์)	จำนวนยอด (ยอด)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
Control	-	3.0 $\pm$ 0.75d	0.44 $\pm$ 0.110a	0.050 $\pm$ 0.013a
BA	4.44	13.0 $\pm$ 3.25ab	0.17 $\pm$ 0.043b	0.027 $\pm$ 0.007b
	8.89	17.0 $\pm$ 4.25a	0.18 $\pm$ 0.045b	0.028 $\pm$ 0.007b
	13.32	16.0 $\pm$ 4.00a	0.17 $\pm$ 0.043b	0.026 $\pm$ 0.007b
Kinetin	4.65	10.0 $\pm$ 2.50bc	0.21 $\pm$ 0.053b	0.033 $\pm$ 0.008ab
	13.94	11.0 $\pm$ 2.75bc	0.22 $\pm$ 0.055b	0.034 $\pm$ 0.009ab
	23.23	8.0 $\pm$ 2.00bc	0.23 $\pm$ 0.058b	0.035 $\pm$ 0.009ab
2iP	4.92	10.0 $\pm$ 3.50bc	0.24 $\pm$ 0.060b	0.037 $\pm$ 0.009ab
	14.76	9.0 $\pm$ 2.25bc	0.25 $\pm$ 0.063b	0.038 $\pm$ 0.010ab
	24.60	7.4 $\pm$ 1.85d	0.25 $\pm$ 0.065b	0.038 $\pm$ 0.010ab
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**

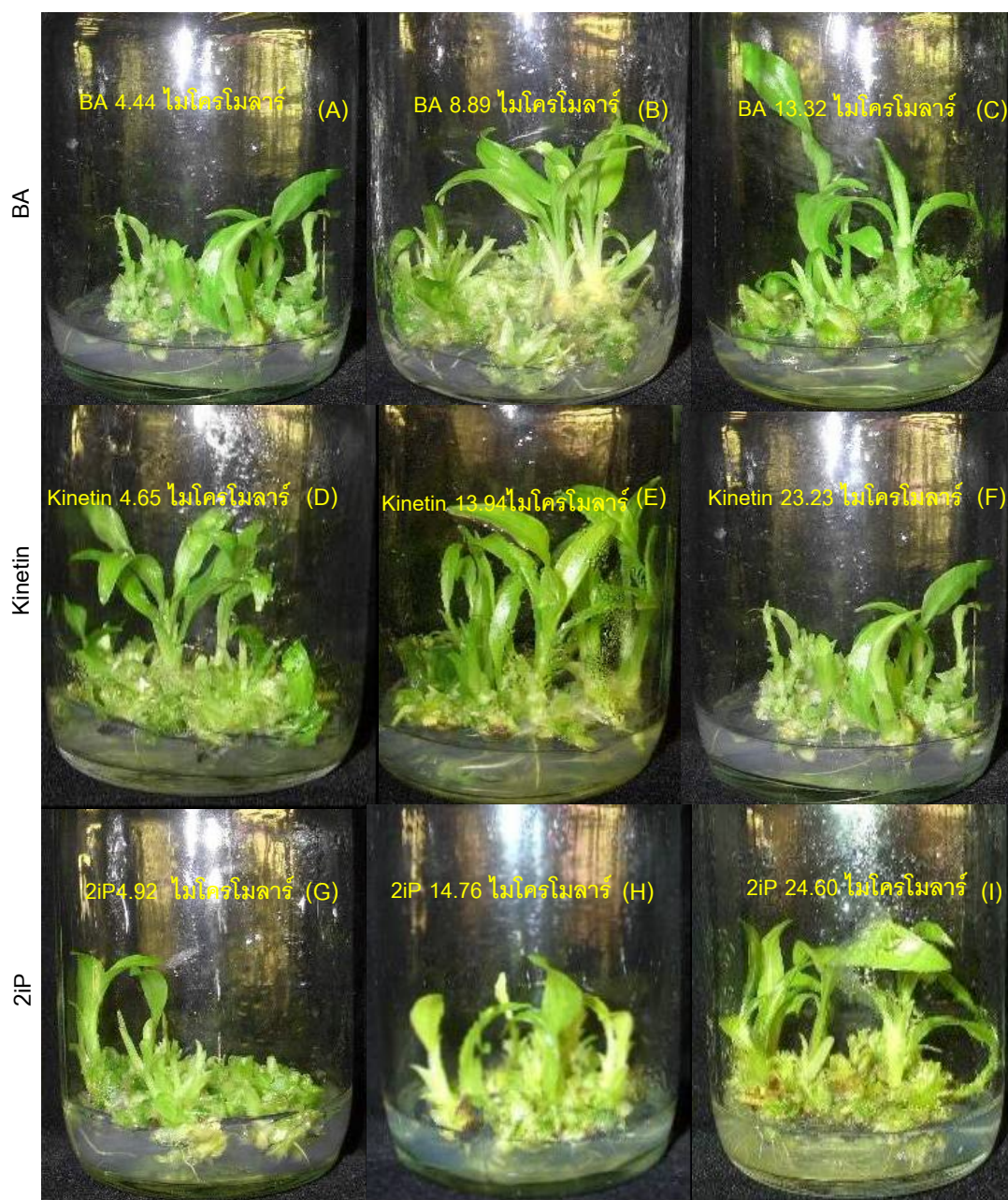
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.1

ลักษณะยอดของปทุมมาที่เจริญบนอาหารที่เติม TDZ ที่ระดับความเข้มข้น 13.62

ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ และย้ายไปเพาะเลี้ยงต่อบนอาหาร

ที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP เป็นเวลา 5 สัปดาห์



ผลการทดลองการผลิต T-roots ของปทุมมา

4.4 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม NAA และน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

อิทธิพลของปัจจัยด้านความเข้มข้นของ NAA ปัจจัยด้านความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านความเข้มข้นของ NAA กับปัจจัยด้านความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส ต่อจำนวนของ T-roots ในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 และ 7 สัปดาห์ พบว่าทั้ง 2 ปัจจัย และอิทธิพลร่วมกันระหว่างทั้งสองปัจจัย มีผลต่อการเจริญด้านจำนวนของ T-roots อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดย T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม NAA 8.88 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนมากที่สุดจำนวน 3.3 และ 4.3 ราก คิดเป็น 2.8 และ 1.1 เท่าของ Control ในสัปดาห์ที่ 5 และ 7 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9)

ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของ T-roots หลังเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยความเข้มข้นของ NAA ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างทั้งสองปัจจัย มีผลต่อความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.10) โดยที่การเจริญบนอาหารที่เติม NAA 8.88 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$ และ $p \leq 0.05$) โดยมีค่า ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง 1.80 เซนติเมตร 1.50 มิลลิเมตร 0.81 กรัม และ 0.063 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม NAA 8.88 17.76 26.64 35.51 ไมโครโมลาร์
 และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51
 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)
 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				จำนวน T-roots			
				เวลา (สัปดาห์)			
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)	1	3	5	7	
Control			0	1.0±0.25	1.2±0.30c	3.0±0.75b	
NAA	8.88	ซูโครส	116.89	0	2.0±0.50	3.0±0.75ab	2.8±0.70bc
			175.34	0	2.2±0.55	3.2±0.83ab	3.0±0.78b
			233.78	0	2.0±0.50	3.3±0.80a	4.3±0.98a
	17.76		116.89	0	1.0±0.25	2.0±0.50bc	2.9±0.73b
			175.34	0	1.0±0.28	2.2±0.55bc	3.0±0.85b
			233.78	0	1.2±0.30	2.3±0.58bc	3.3±0.80ab
	26.64		116.89	0	1.0±0.20	2.0±0.20bc	3.0±0.76b
			175.34	0	1.0±0.20	2.2±0.45bc	3.0±0.65b
			233.78	0	1.2±0.20	2.0±0.30bc	3.3±0.88ab
	35.51		116.89	0	1.0±0.25	2.2±0.55bc	3.0±0.70b
			175.34	0	1.0±0.25	2.1±0.53bc	3.0±0.77b
			233.78	0	1.0±0.25	2.2±0.35bc	3.0±0.85b
NAA			ns	ns	**	**	
ซูโครส			ns	ns	**	**	
NAA × ซูโครส			ns	ns	**	**	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.10

ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม NAA

8.88 17.76 26.64 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34

233.78 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์

และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)

เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				ความยาว	ขนาด	นน.สด	นน.แห้ง
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		(ซ.ม.)	(ม.ม.)	(กรัม)	(กรัม)
Control				1.00±0.25bc	2.20±0.55a	0.80±0.200a	0.060±0.015ab
NAA	8.88	ซูโครส	116.89	1.30±0.35bc	1.00±0.25bc	0.37±0.093cd	0.026±0.007d
			175.34	1.90±0.50a	1.40±0.35b	0.79±0.198ab	0.058±0.015ab
			233.78	1.80±0.48ab	1.50±0.38b	0.81±0.203a	0.063±0.016a
	17.76	116.89	1.50±0.40b	1.30±0.33b	0.60±0.150b	0.043±0.011bc	
		175.34	1.50±0.43b	1.10±0.28bc	0.51±0.128b	0.037±0.009cd	
		233.78	1.50±0.42b	1.20±0.30bc	0.55±0.138b	0.041±0.010b	
	26.64	116.89	1.30±0.45bc	1.30±0.33b	0.43±0.108c	0.039±0.010c	
		175.34	1.50±0.44b	1.30±0.33b	0.45±0.113c	0.057±0.014b	
		233.78	1.55±0.40b	1.40±0.35b	0.48±0.120c	0.061±0.015ab	
	35.51	116.89	0.90±0.23c	0.85±0.23c	0.30±0.075d	0.027±0.007cd	
		175.34	1.10±0.30bc	1.00±0.28bc	0.40±0.100cd	0.037±0.009cd	
		233.78	1.10±0.28bc	1.00±0.25bc	0.43±0.100cd	0.041±0.010bc	
NAA				**	**	**	*
ซูโครส				**	**	**	*
NAA × ซูโครส				**	**	**	*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

4.5 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม NAA และน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส มอลโตส หรือ แมนนิทอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยชนิดของน้ำตาล ปัจจัยความเข้มข้น และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีผลต่อจำนวน T-roots ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.11) เมื่อพิจารณาชนิดของน้ำตาล และความเข้มข้นที่ให้ค่ามากที่สุด พบว่าการเติมน้ำตาลกลูโคส ที่ความเข้มข้น 333.04 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากที่สุด มากกว่าการใช้น้ำตาลชนิดอื่น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่ามีจำนวน T-roots ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง น้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยน้อยกว่า คิดเป็น 1.67 2.38 2.29 7.27 และ 6.67 เท่าตามลำดับ และไม่สามารถชักนำ T-roots บนอาหารที่เติมน้ำตาลแมนนิทอล

ตารางที่ 4.11

จำนวน ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม

NAA 8.88 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลกลูโคส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส

222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์

หรือ แมนนิทอล 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51

ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)

เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(มิลลิโมลาร์)	จำนวน (T-roots)	ความยาว (ซ.ม.)	ขนาด (ม.ม.)	นน.สด (กรัม)	นน.แห้ง (กรัม)
Control		3.0 $\pm$ 0.075a	1.00 $\pm$ 0.25a	2.20 $\pm$ 0.55a	0.80 $\pm$ 0.20b	0.060 $\pm$ 0.0150a
กลูโคส	222.02	1.2 $\pm$ 0.30d	0.30 $\pm$ 0.08c	0.90 $\pm$ 0.23b	0.10 $\pm$ 0.03b	0.008 $\pm$ 0.0020b
	333.04	1.8 $\pm$ 0.45b	0.42 $\pm$ 0.11c	0.96 $\pm$ 0.24b	0.11 $\pm$ 0.03b	0.009 $\pm$ 0.0023b
	444.05	1.4 $\pm$ 0.35c	0.66 $\pm$ 0.17b	1.14 $\pm$ 0.29b	0.12 $\pm$ 0.03b	0.010 $\pm$ 0.0025b
ฟรุคโตส	222.02	1.2 $\pm$ 0.32d	0.18 $\pm$ 0.05d	0.78 $\pm$ 0.20c	0.08 $\pm$ 0.02bc	0.007 $\pm$ 0.0018bc
	333.04	1.8 $\pm$ 0.47b	0.30 $\pm$ 0.08c	0.84 $\pm$ 0.21c	0.10 $\pm$ 0.05b	0.008 $\pm$ 0.0200b
	444.05	1.6 $\pm$ 0.40bc	0.54 $\pm$ 0.14b	1.02 $\pm$ 0.26b	0.11 $\pm$ 0.04b	0.009 $\pm$ 0.0023b
มอลโตส	222.02	1.2 $\pm$ 0.34d	0.30 $\pm$ 0.08c	0.66 $\pm$ 0.17cd	0.06 $\pm$ 0.02c	0.005 $\pm$ 0.0013c
	333.04	1.4 $\pm$ 0.38c	0.30 $\pm$ 0.05c	0.84 $\pm$ 0.21c	0.07 $\pm$ 0.02bc	0.006 $\pm$ 0.0015c
	444.05	1.3 $\pm$ 0.33cd	0.42 $\pm$ 0.11c	1.02 $\pm$ 0.26b	0.10 $\pm$ 0.05b	0.008 $\pm$ 0.0020b
แมนนิทอล	222.02	0	0	0	0	0
	333.04	0	0	0	0	0
	444.05	0	0	0	0	0
ชนิดน้ำตาล		**	**	**	**	**
ความเข้มข้น		**	**	**	**	**
ชนิดน้ำตาล $\times$ ความเข้มข้น		**	**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

4.6 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม BA และน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยความเข้มข้นของ BA ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างทั้งสองปัจจัยพบว่าผลต่อจำนวนของ T-roots ในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.2) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 และ 7 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยความเข้มข้นของ BA ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีผลต่อจำนวนของ T-roots อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$) แสดงว่าความเข้มข้นของ BA และความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างทั้ง 2 ปัจจัยมีผลต่อการเจริญของ T-roots เมื่อพิจารณาจาก T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ จำนวนมากที่สุด 2.0 และ 3.2 ราก คิดเป็น 1.7 และ 1.1 เท่าของ Control ในสัปดาห์ที่ 5 และ 7 ตามลำดับ

ผลของปัจจัยความเข้มข้นของ BA ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างทั้งสองปัจจัย ส่งผลต่อค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของ T-roots หลังเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.13) โดยการเจริญบนอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ความยาว 1.30 เซนติเมตร ขนาด 1.00 มิลลิเมตร น้ำหนักสด 1.03 กรัม และน้ำหนักแห้ง 0.08 กรัม ตามลำดับ)

ตารางที่ 4.12

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม BA 8.88 17.76 26.64 35.51 ไมโครโมลาร์
 และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51
 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)
 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				จำนวน T-roots			
				เวลา (สัปดาห์)			
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)	1	3	5	7	
Control			0	1.0±0.25	1.2±0.30b	3.0±0.75a	
BA	8.88	ซูโครส	116.89	0	1.0±0.26	1.0±0.25b	1.0±0.25c
			175.34	0	1.0±0.28	1.2±0.30b	1.3±0.33c
			233.78	0	1.2±0.30	1.3±0.33b	1.3±0.33c
	17.76		116.89	0	1.0±0.25	1.0±0.27b	1.0±0.26c
			175.34	0	1.0±0.27	1.2±0.33b	1.3±0.38c
			233.78	0	1.2±0.30	1.3±0.43b	1.3±0.30c
	26.64		116.89	0	1.0±0.24	1.0±0.22b	1.0±0.24c
			175.34	0	1.0±0.22	1.2±0.32b	2.0±0.50b
			233.78	0	1.2±0.30	2.0±0.50a	3.2±0.75a
	35.51		116.89	0	1.0±0.20	1.2±0.35b	2.0±0.52b
			175.34	0	1.0±0.21	1.1±0.28b	2.0±0.54b
			233.78	0	1.0±0.25	1.2±0.34b	3.0±0.75a
BA			ns	ns	*	**	
ซูโครส			ns	ns	*	**	
BA × ซูโครส			ns	ns	*	**	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns คือไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.13

ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม BA

8.88 17.76 26.64 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78

มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78

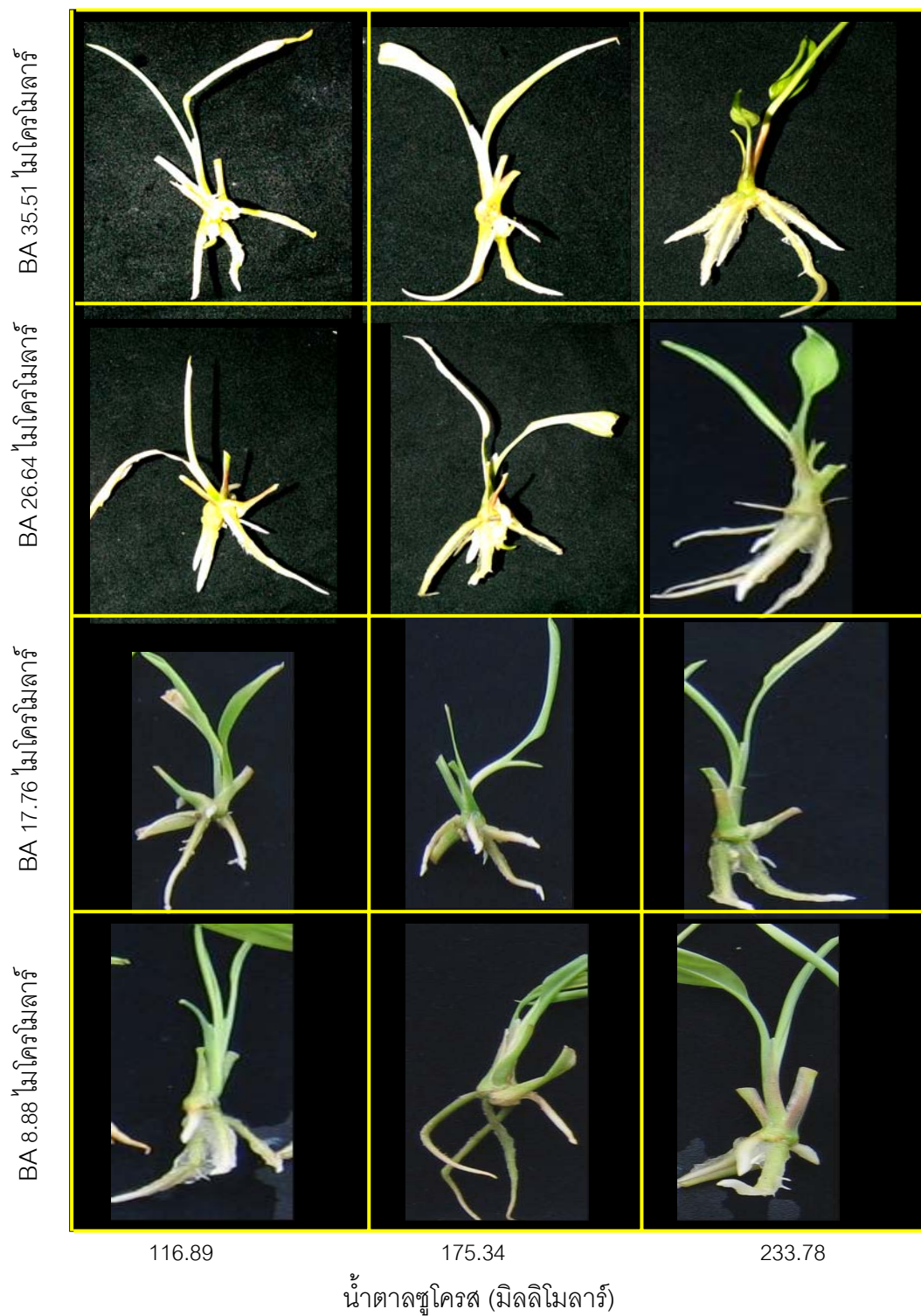
มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				ความยาว	ขนาด	นน.สด	นน.แห้ง
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		(ซ.ม.)	(ม.ม.)	(กรัม)	(กรัม)
Control				1.00±0.25bc	2.20±0.55a	0.80±0.20bc	0.060±0.015c
BA	8.88	ซูโครส	116.89	1.10±0.28bc	0.90±0.23c	0.69±0.18c	0.05±0.013c
			175.34	1.30±0.33bc	0.90±0.23c	0.96±0.24b	0.07±0.018b
			233.78	1.30±0.35bc	1.00±0.25b	1.03±0.26b	0.08±0.020b
	17.76		116.89	1.30±0.32bc	1.10±0.28b	1.13±0.28b	0.08±0.020b
			175.34	1.30±0.40a	1.20±0.30b	1.49±0.37b	0.11±0.025a
			233.78	1.50±0.38b	1.30±0.33b	1.51±0.38a	0.12±0.030a
	26.64		116.89	1.10±0.28bc	1.10±0.28b	0.81±0.20bc	0.07±0.018b
			175.34	1.40±0.35bc	1.10±0.28b	0.84±0.21bc	0.11±0.028a
			233.78	1.60±0.33bc	1.20±0.30b	0.90±0.23b	0.12±0.032a
	35.51		116.89	0.80±0.20c	0.70±0.18c	0.56±0.14c	0.05±0.010c
			175.34	1.00±0.25bc	0.90±0.23c	0.75±0.19bc	0.07±0.017b
			233.78	1.00±0.25bc	2.20±0.55a	0.80±0.20bc	0.060±0.015c
BA				**	**	**	**
ซูโครส				**	**	**	**
BA × ซูโครส				**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.2

ลักษณะการเจริญ T-roots บนอาหารที่เติม BA 8.88 17.76 26.64 และ 35.51 ไมโครโมลาร์
และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 และ 233.78 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์



4.7 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม BA และน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส มอลโตส หรือ แมนนิทอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยชนิดของน้ำตาล ปัจจัยความเข้มข้น และปัจจัยชนิดของน้ำตาลกับปัจจัยความเข้มข้น มีผลต่อจำนวน T-roots ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.3) โดยชนิดน้ำตาลที่ให้ค่าสูงสุดคือน้ำตาลกลูโคสความเข้มข้น 333.04 มิลลิโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่าจำนวน T-roots ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มีค่าน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยน้อยกว่าคิดเป็น 2.3 2.1 2.7 8.9 และ 8.5 เท่าตามลำดับ

ตารางที่ 4.14

จำนวน ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เดิม
 BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลกลูโคส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส
 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์
 หรือ แมนนิทอล 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51
 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)

เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(มิลลิโมลาร์)	จำนวน	ความยาว (ซ.ม.)	ขนาด (ซ.ม.)	นน.สด (กรัม)	นน.แห้ง (กรัม)
Control		3.0 $\pm$ 0.75a	1.00 $\pm$ 0.25a	2.20 $\pm$ 0.55a	0.80 $\pm$ 0.20a	0.0600 $\pm$ 0.015a
กลูโคส	222.02	0.9 $\pm$ 0.23b	0.21 $\pm$ 0.05c	0.64 $\pm$ 0.16c	0.07 $\pm$ 0.02b	0.0057 $\pm$ 0.0014b
	333.04	1.3 $\pm$ 0.33b	0.47 $\pm$ 0.08b	0.81 $\pm$ 0.17bc	0.09 $\pm$ 0.02b	0.0071 $\pm$ 0.0016b
	444.05	1.0 $\pm$ 0.25b	0.30 $\pm$ 0.12b	0.68 $\pm$ 0.20b	0.08 $\pm$ 0.02b	0.0064 $\pm$ 0.0018b
ฟรุคโตส	222.02	0.9 $\pm$ 0.23b	0.13 $\pm$ 0.03d	0.55 $\pm$ 0.14c	0.06 $\pm$ 0.02b	0.0049 $\pm$ 0.0012b
	333.04	1.3 $\pm$ 0.35b	0.21 $\pm$ 0.05c	0.60 $\pm$ 0.15c	0.07 $\pm$ 0.02b	0.0057 $\pm$ 0.0014b
	444.05	1.1 $\pm$ 0.28b	0.38 $\pm$ 0.10b	0.72 $\pm$ 0.18b	0.08 $\pm$ 0.02b	0.0064 $\pm$ 0.0016b
มอลโตส	222.02	0.9 $\pm$ 0.28b	0.21 $\pm$ 0.05c	0.47 $\pm$ 0.12d	0.04 $\pm$ 0.01b	0.0036 $\pm$ 0.0009b
	333.04	1.0 $\pm$ 0.26b	0.21 $\pm$ 0.05c	0.60 $\pm$ 0.15c	0.05 $\pm$ 0.01b	0.0043 $\pm$ 0.0011b
	444.05	0.9 $\pm$ 0.25b	0.30 $\pm$ 0.08b	0.72 $\pm$ 0.18b	0.07 $\pm$ 0.02b	0.0057 $\pm$ 0.0014b
แมนนิทอล	222.02	0	0	0	0	0
	333.04	0	0	0	0	0
	444.05	0	0	0	0	0
ชนิดน้ำตาล		**	**	**	**	**
ความเข้มข้น		**	**	**	**	**
ชนิดน้ำตาล $\times$ ความเข้มข้น		**	**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.3

ลักษณะการเจริญของ T-roots บนอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ และกลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส 333.04 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 166.53 มิลลิโมลาร์ หรือแมนนิทอล 329.36 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์



Control

กลูโคส

ฟรุคโตส 333.04

มอลโตส 166.53

แมนนิทอล 329.36

(มิลลิโมลาร์)

4.8 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม Kinetin และน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

พบว่าผลของปัจจัยความเข้มข้นของ Kinetin ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยความเข้มข้นของ Kinetin กับปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส มีผลต่อการเจริญของ T-roots ในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.4) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 และ 7 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยความเข้มข้นของ Kinetin ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีผลต่อจำนวนของ T-roots อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จากการทดลองพบว่า T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนสูงสุด 3.3 และ 5.6 ราก คิดเป็น 2.75 และ 1.86 เท่าของ Control ในสัปดาห์ที่ 5 และ 7 ตามลำดับ

ในส่วนของคุณค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของ T-roots ภายหลังเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ปัจจัยความเข้มข้นของ Kinetin ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีผลต่อการเจริญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.16) โดยการเจริญบนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าความยาวเท่ากับ 2.78 เซนติเมตร ขนาด 2.30 มิลลิเมตร น้ำหนักสด 1.21 กรัม และน้ำหนักแห้ง 0.095 กรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม Kinetin 9.29 18.59 27.88 37.17 ไมโครโมลาร์
 และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51
 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)
 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				จำนวน T-roots				
				เวลา (สัปดาห์)				
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		1	3	5	7	
Control					0	1.0±0.25	1.2±0.30d	3.0±0.75b
Kinetin	9.29	ซูโครส	116.89		0	1.0±0.22	1.5±0.36c	1.8±0.45d
			175.34		0	1.0±0.24	1.8±0.45b	2.3±0.58c
			233.78		0	1.2±0.30	2.0±0.50b	2.3±0.68c
	18.59		116.89		0	1.0±0.26	1.8±0.43b	3.5±0.88b
			175.34		0	1.0±0.23	1.7±0.43bc	3.5±0.89b
			233.78		0	1.0±0.20	3.3±0.46b	5.6±1.32a
	27.88		116.89		0	1.0±0.21	1.5±0.38c	1.8±0.48d
			175.34		0	1.0±0.25	1.8±0.48b	3.5±0.86b
			233.78		0	1.2±0.32	3.0±0.75a	5.3±1.30a
	37.17		116.89		0	1.0±0.23	1.5±0.40c	1.8±0.48d
			175.34		0	1.0±0.27	1.8±0.40b	2.3±0.53c
			233.78		0	1.2±0.33	2.0±0.50b	2.3±0.55c
Kinetin				ns	ns	**	**	
ซูโครส				ns	ns	**	**	
Kinetin × ซูโครส				ns	ns	**	**	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.16

ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม Kinetin

9.29 18.59 27.88 37.17 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78

มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78

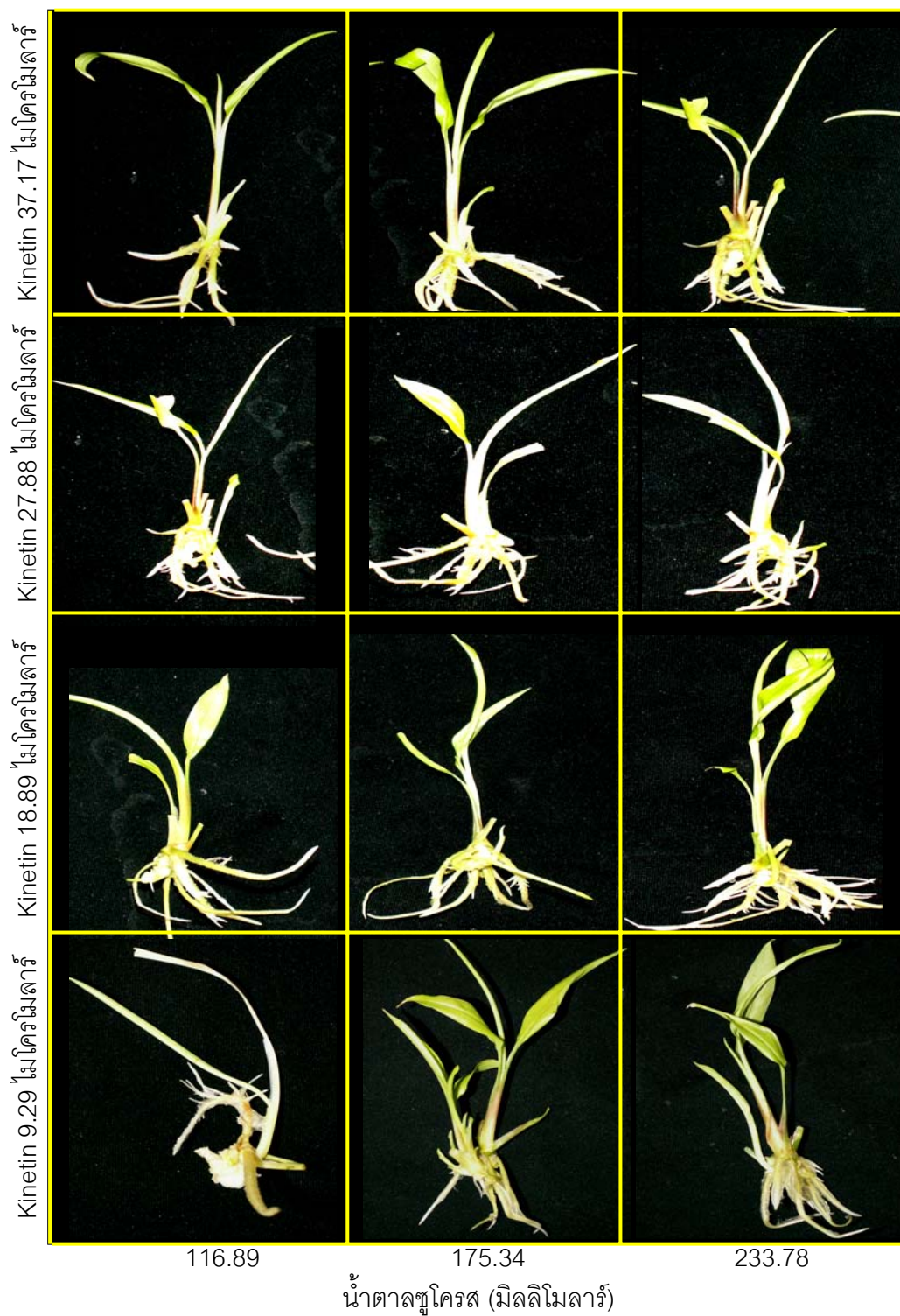
มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				ความยาว	ขนาด	นน.สด	นน.แห้ง
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		(ซ.ม.)	(ม.ม.)	(กรัม)	(กรัม)
Control				1.00±0.25c	2.20±0.55ab	0.80±0.20b	0.060±0.0150b
Kinetin	9.29	ซูโครส	116.89	2.00±0.50bc	1.50±0.38bc	0.55±0.14c	0.039±0.0098c
			175.34	2.20±0.55b	1.55±0.40bc	0.77±0.19b	0.055±0.0138bc
			233.78	2.21±0.55b	1.70±0.45bc	0.82±0.21b	0.061±0.0153b
	18.59		116.89	2.30±0.58b	2.00±0.52b	0.90±0.23b	0.065±0.0163b
			175.34	2.75±0.69a	2.10±0.53ab	1.19±0.30a	0.087±0.0218ab
			233.78	2.78±0.68a	2.30±0.58a	1.21±0.30a	0.095±0.0238a
	27.88		116.89	2.00±0.52bc	1.90±0.48b	0.65±0.16bc	0.059±0.0148b
			175.34	2.40±0.60b	2.00±0.50b	0.67±0.17bc	0.085±0.0213ab
			233.78	2.30±0.60b	2.10±0.56ab	0.72±0.18b	0.092±0.0230a
	37.17		116.89	1.40±0.35c	1.30±0.33c	0.45±0.11c	0.040±0.0100c
			175.34	1.70±0.43c	1.55±0.38bc	0.60±0.15bc	0.055±0.0138bc
			233.78	1.60±0.40c	1.55±0.39bc	0.65±0.16bc	0.061±0.0153b
Kinetin				**	**	**	**
ซูโครส				**	**	**	**
Kinetin × ซูโครส				**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.4

ลักษณะการเจริญ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 9.29 18.59 27.88 และ 37.17 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์



4.9 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม Kinetin และน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส มอลโตส หรือ แมนนิทอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยชนิดของน้ำตาล ปัจจัยความเข้มข้น และอิทธิพลของทั้งสองปัจจัย มีผลต่อจำนวน T-roots ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.5) น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 333.04 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากกว่าการใช้น้ำตาลชนิดอื่น แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ Control พบว่ามีจำนวน T-roots ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มีค่าน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยน้อยกว่าคิดเป็น 2.0 3.3 2.3 และ 8.0 เท่าตามลำดับ และไม่พบการเจริญของ T-roots เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำตาลแมนนิทอล

ตารางที่ 4.17

จำนวน ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลกลูโคส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ หรือ แมนนิทอล 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51

ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)

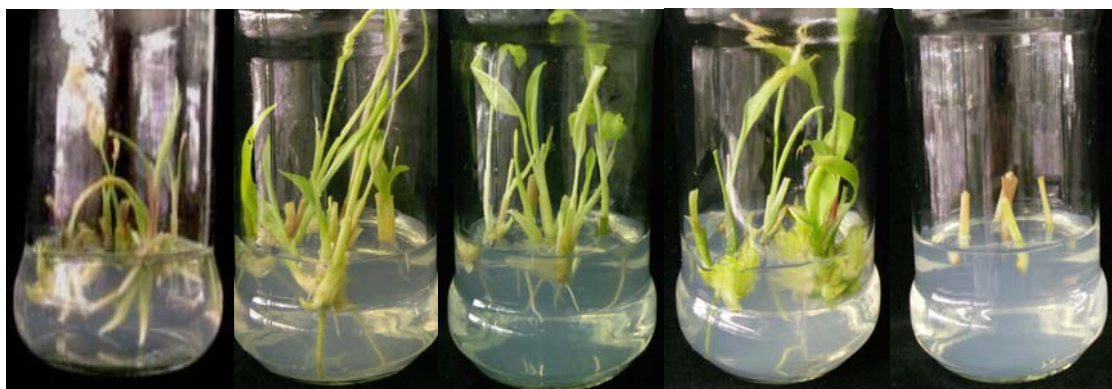
เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(มิลลิโมลาร์)	จำนวน T-roots	ความยาว (ซ.ม.)	ขนาด (ม.ม.)	นน.สด (กรัม)	นน.แห้ง (กรัม)
Control		3.0 $\pm$ 0.75a	1.00 $\pm$ 0.25a	2.20 $\pm$ 0.55a	0.80 $\pm$ 0.20a	0.0600 $\pm$ 0.0150a
กลูโคส	222.02	1.0 $\pm$ 0.25c	0.25 $\pm$ 0.06bc	0.75 $\pm$ 0.19b	0.08 $\pm$ 0.02b	0.0067 $\pm$ 0.0017b
	333.04	1.5 $\pm$ 0.38b	0.35 $\pm$ 0.09b	0.95 $\pm$ 0.20b	0.10 $\pm$ 0.02b	0.0075 $\pm$ 0.0019b
	444.05	1.2 $\pm$ 0.30c	0.55 $\pm$ 0.14b	0.80 $\pm$ 0.24b	0.09 $\pm$ 0.03b	0.0083 $\pm$ 0.0021b
ฟรุคโตส	222.02	1.0 $\pm$ 0.28c	0.15 $\pm$ 0.04c	0.65 $\pm$ 0.16b	0.07 $\pm$ 0.02b	0.0058 $\pm$ 0.0015b
	333.04	1.5 $\pm$ 0.48b	0.25 $\pm$ 0.07bc	0.70 $\pm$ 0.18b	0.08 $\pm$ 0.02b	0.0067 $\pm$ 0.0017b
	444.05	1.3 $\pm$ 0.33c	0.45 $\pm$ 0.11b	0.85 $\pm$ 0.21b	0.09 $\pm$ 0.02b	0.0075 $\pm$ 0.0019b
มอลโตส	222.02	1.0 $\pm$ 0.22c	0.25 $\pm$ 0.08bc	0.55 $\pm$ 0.14c	0.05 $\pm$ 0.01c	0.0042 $\pm$ 0.0011b
	333.04	1.2 $\pm$ 0.33c	0.25 $\pm$ 0.04bc	0.70 $\pm$ 0.18b	0.06 $\pm$ 0.02c	0.0050 $\pm$ 0.0013b
	444.05	1.1 $\pm$ 0.28c	0.35 $\pm$ 0.10bc	0.85 $\pm$ 0.21b	0.08 $\pm$ 0.02b	0.0067 $\pm$ 0.0017b
แมนนิทอล	222.02	0	0	0	0	0
	333.04	0	0	0	0	0
	444.05	0	0	0	0	0
ชนิดน้ำตาล		**	**	**	**	**
ความเข้มข้น		**	**	**	**	**
ชนิดน้ำตาล $\times$ ความเข้มข้น		**	**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.5

ลักษณะการเจริญ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และกลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส 333.04 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 166.53 มิลลิโมลาร์ หรือแมนนิทอล 329.36 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์



Control

กลูโคส 333.04

ฟรุคโตส 333.04

มอลโตส 166.53

แมนนิทอล 329.36

(มิลลิโมลาร์)

4.10 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม 2iP และน้ำตาลซูโครสที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยความเข้มข้นของ 2iP ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยความเข้มข้นของ 2iP กับปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ไม่มีผลต่อการเจริญของจำนวนของ T-roots ที่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.6) และเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 และ 7 สัปดาห์ พบว่าปัจจัยความเข้มข้นของ 2iP ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยความเข้มข้นของ 2iP กับปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส มีผลต่อจำนวนของ T-roots อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$) ซึ่งแสดงว่าความเข้มข้นของ 2iP และความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสมีผลต่อการเจริญของ T-roots อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.01$) โดย T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม 2iP 19.69 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนมากที่สุด โดยมีจำนวน 1.0 และ 2.5 ราก อย่างไรก็ตามจำนวนที่เกิดขึ้นน้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

ในขณะที่ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของ T-roots ภายหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ปัจจัยความเข้มข้นของ 2iP ปัจจัยความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และอิทธิพลร่วมกันระหว่างปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย มีผลต่อการดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.19) โดยที่การเจริญบนอาหารที่เติม 2iP 19.69 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.18

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม 2iP 9.84 19.69 29.53 39.37 ไมโครโมลาร์
 และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51
 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)
 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				จำนวน T-roots				
				เวลา (สัปดาห์)				
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		1	3	5	7	
Control					0	1.0±0.25	1.2±0.30ab	3.0±0.75a
2iP	9.84	ซูโครส	116.89		0	0.8±0.22	0.8±0.20b	0.8±0.20c
			175.34		0	0.8±0.20	0.9±0.23b	1.0±0.25bc
			233.78		0	0.9±0.23	1.0±0.25b	1.0±0.25bc
	19.69		116.89		0	0.8±0.24	0.8±0.24b	0.8±0.24c
			175.34		0	0.8±0.23	0.9±0.23b	1.0±0.23bc
			233.78		0	0.9±0.20	1.0±0.25b	2.5±0.55a
	29.53		116.89		0	0.8±0.21	0.8±0.21b	0.8±0.21c
			175.34		0	0.8±0.21	0.9±0.23b	1.5±0.38b
			233.78		0	0.9±0.26	1.5±0.38a	2.3±0.58ab
	39.37		116.89		0	0.8±0.25	0.9±0.23b	1.5±0.40b
			175.34		0	0.8±0.20	0.8±0.20b	1.5±0.37b
			233.78		0	0.8±0.23	0.9±0.23b	2.3±0.68ab
2iP				ns	ns	*	**	
ซูโครส				ns	ns	*	**	
2iP × ซูโครส				ns	ns	*	**	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.19

ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เติม 2iP

9.84 19.69 29.53 39.37 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78

มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78

มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง				ความยาว	ขนาด	นน.สด	นน.แห้ง
(ไมโครโมลาร์)		(มิลลิโมลาร์)		(ซ.ม.)	(ซ.ม.)	(กรัม)	(กรัม)
Control				1.00±0.25b	2.20±0.55a	0.80±0.20a	0.060±0.015a
2iP	9.84	ซูโครส	116.89	1.10±0.28b	0.80±0.20c	0.35±0.09c	0.030±0.008b
			175.34	1.20±0.30b	0.90±0.23c	0.50±0.13bc	0.040±0.010b
			233.78	1.20±0.33b	1.00±0.27b	0.53±0.13bc	0.040±0.010b
			116.89	1.20±0.35b	1.10±0.28b	0.58±0.15bc	0.040±0.010b
	19.69		175.34	1.50±0.38a	1.10±0.26b	0.77±0.19b	0.060±0.015a
			233.78	1.50±0.40a	1.20±0.30b	0.78±0.20b	0.060±0.015a
			116.89	1.10±0.25b	1.00±0.24b	0.42±0.11c	0.040±0.010b
	29.53		175.34	1.30±0.33b	1.10±0.30b	0.43±0.11c	0.050±0.013ab
			233.78	1.20±0.32b	1.10±0.32b	0.46±0.12c	0.060±0.015a
			116.89	0.80±0.20c	0.70±0.18c	0.29±0.07d	0.030±0.008b
	39.37		175.34	0.90±0.23c	0.80±0.22c	0.39±0.10d	0.040±0.010b
			233.78	0.90±0.25c	0.80±0.21c	0.42±0.12cd	0.040±0.010b
2iP				**	**	**	**
ซูโครส				**	**	**	**
2iP × ซูโครส				**	**	**	**

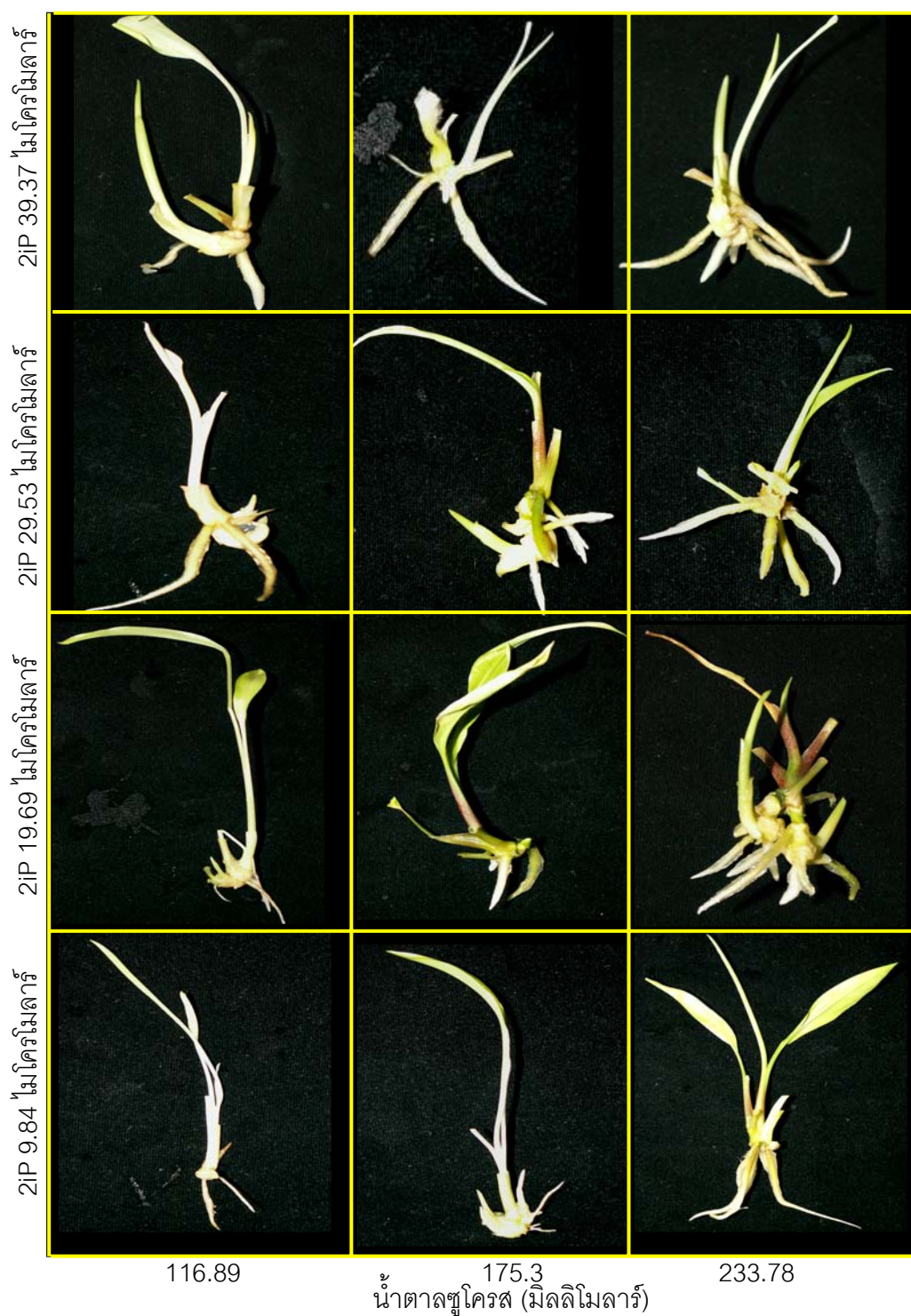
** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.6

ลักษณะ T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม 2iP 9.84 19.69 29.53 39.37

ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 116.89 175.34 233.78

มิลลิโมลาร์ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์



4.11 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots บนอาหาร MS ที่เติม 2iP และน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส มอลโตส หรือ แมนนิทอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน

ปัจจัยชนิดของน้ำตาล ปัจจัยความเข้มข้น และปัจจัยชนิดของน้ำตาล กับปัจจัยความเข้มข้น มีผลต่อจำนวน T-roots ค่าความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.7) โดยชนิดของน้ำตาลที่ให้ค่ามากที่สุดคือน้ำตาลกลูโคส ที่ความเข้มข้น 333.04 มิลลิโมลาร์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองชุด NAA BA และ Kinetin แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ Control จำนวน T-roots ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มีค่าที่น้อยกว่า Control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เช่นเดียวกันกับการทดลองชุด NAA BA และ Kinetin โดยน้อยกว่า Control คิดเป็น 3.1 4.3 4.2 13.3 และ 12.2 เท่าตามลำดับ

ตารางที่ 4.20

จำนวน ความยาว ขนาด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของ T-roots ต่อยอด ที่เจริญบนอาหารที่เดิม

2iP 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลกลูโคส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส

222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์

หรือ แมนนิทอล 222.02 333.04 444.05 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51

ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control)

เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(มิลลิโมลาร์)	จำนวน	ความยาว (ซ.ม.)	ขนาด (ม.ม.)	นน.สด (กรัม)	นน.แห้ง (กรัม)
Control		3.00 $\pm$ 0.75a	1.00 $\pm$ 0.25a	2.20 $\pm$ 0.55a	0.80 $\pm$ 0.20a	0.060 $\pm$ 0.010a
กลูโคส	222.02	0.65 $\pm$ 0.15c	0.16 $\pm$ 0.04c	0.49 $\pm$ 0.12c	0.05 $\pm$ 0.01b	0.0044 $\pm$ 0.001b
	333.04	0.98 $\pm$ 0.25b	0.23 $\pm$ 0.06bc	0.52 $\pm$ 0.13c	0.06 $\pm$ 0.02b	0.0049 $\pm$ 0.002b
	444.05	0.78 $\pm$ 0.20c	0.36 $\pm$ 0.09b	0.62 $\pm$ 0.16b	0.07 $\pm$ 0.02b	0.0054 $\pm$ 0.002b
ฟรุคโตส	222.02	0.65 $\pm$ 0.16c	0.10 $\pm$ 0.03c	0.42 $\pm$ 0.11c	0.05 $\pm$ 0.01b	0.0038 $\pm$ 0.001b
	333.04	0.98 $\pm$ 0.28b	0.16 $\pm$ 0.03c	0.46 $\pm$ 0.12c	0.05 $\pm$ 0.01b	0.0044 $\pm$ 0.001b
	444.05	0.85 $\pm$ 0.21b	0.29 $\pm$ 0.07b	0.55 $\pm$ 0.14b	0.06 $\pm$ 0.02b	0.0049 $\pm$ 0.002b
มอลโตส	222.02	0.65 $\pm$ 0.18c	0.16 $\pm$ 0.04c	0.36 $\pm$ 0.09c	0.03 $\pm$ 0.01b	0.0027 $\pm$ 0.001c
	333.04	0.78 $\pm$ 0.23c	0.16 $\pm$ 0.05c	0.46 $\pm$ 0.12c	0.04 $\pm$ 0.01b	0.0033 $\pm$ 0.001bc
	444.05	0.72 $\pm$ 0.18c	0.23 $\pm$ 0.07bc	0.55 $\pm$ 0.14c	0.05 $\pm$ 0.01b	0.0044 $\pm$ 0.001b
แมนนิทอล	222.02	0	0	0	0	0
	333.04	0	0	0	0	0
	444.05	0	0	0	0	0
ชนิดน้ำตาล		**	**	**	**	**
ความเข้มข้น		**	**	**	**	**
ชนิดน้ำตาล $\times$ ความเข้มข้น		**	**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.7

ลักษณะ T-roots ที่เจริญบนอาหารที่เติม 2iP 19.69 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลกลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ ฟรุคโตส 333.04 มิลลิโมลาร์ มอลโตส 166.53 มิลลิโมลาร์ หรือแมนนิทอล 329.36 มิลลิโมลาร์ เปรียบเทียบกับ BA 35.51 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (Control) เป็นเวลา 7 สัปดาห์



Control กลูโคส 333.04 ฟรุคโตส 333.04 มอลโตส 166.53 แมนนิทอล 329.36
(มิลลิโมลาร์)

4.12 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots ภายใต้อุณหภูมิ 20 25 หรือ 30 องศาเซลเซียส

การเจริญของ T-roots ภายใต้อุณหภูมิที่แตกต่างกันมีผลให้จำนวน T-roots แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.21) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแต่ละอุณหภูมิ การเพาะเลี้ยงพบว่าอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ของจำนวน T-roots ลดลงเหลือเพียง 3.98 ราก ในขณะที่การเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้จำนวน T-roots เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยการเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25 หรือ 30 องศาเซลเซียส มีจำนวน T-roots เพิ่มขึ้นมีจำนวน 5.57 และ 5.30 ราก ตามลำดับ

ตารางที่ 4.21

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญภายใต้อุณหภูมิ 20 25 หรือ 30 องศาเซลเซียสบนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(องศาเซลเซียส)	จำนวน T-roots
อุณหภูมิ	20	3.98 $\pm$ 1.00b
	25	5.57 $\pm$ 1.32a
	30	5.30 $\pm$ 1.39ab
นัยสำคัญทางสถิติ		**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

4.13 ผลการศึกษาการชักนำ T-roots ภายใต้ความเข้มแสง 0 60 หรือ 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที

การเจริญของ T-roots ภายใต้ความเข้มแสงที่แตกต่างกันมีผลให้จำนวน T-roots ที่เกิดขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.22) โดยการเจริญภายใต้ความเข้มแสง 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที สามารถให้จำนวนที่มากที่สุด ในขณะที่การเพาะเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสงเป็น 0 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที หรือเพิ่มขึ้น เป็น 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที มีผลให้จำนวน T-roots ลดลงเหลือเพียง 3.98 และ 4.51 รากตามลำดับ

ตารางที่ 4.22

จำนวน T-roots ต่อยอด ที่เจริญภายใต้แสง 0 60 หรือ 120 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 7 สัปดาห์ แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง	(ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที)	จำนวน T-roots
ความเข้มแสง	0	3.98 $\pm$ 1.00c
	60	5.57 $\pm$ 1.33a
	120	4.51 $\pm$ 1.13b
นัยสำคัญทางสถิติ		**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ผลการทดลองการย้ายต้นปทุมมาที่มี T-roots ออกปลูกลงแปลงทดลอง

4.14 ผลการทดลองในแปลงปลูกทดลอง ณ บริษัท ไพรม์ ออานาเมทอล จังหวัดเชียงใหม่

อัตราการรอดชีวิตที่ได้จากการปลูกต้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots บนอาหาร MS นั้นมีความแตกต่างกัน มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.23) ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยปทุมมาที่ได้จากชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีการรอดชีวิตมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง ในขณะที่อาหารชนิดเดียวกันแต่เติมน้ำตาลกลูโคส พบว่ามีอัตราการรอดชีวิตลดลงเหลือเพียง 70 เปอร์เซ็นต์ภายหลังออกปลูกเป็นเวลา 16 วัน และลดลงเหลือ 63 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังออกปลูกเป็นเวลา 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาจากการชักนำราก T-roots บนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่น (BA หรือ 2iP) และเติมน้ำตาลต่างชนิดกัน (ซูโครส หรือ กลูโคส) พบว่าการอัตราการรอดชีวิตจากการชักนำ T-roots ที่เติมน้ำตาลซูโครสมีอัตราการรอดชีวิตสูงกว่าน้ำตาลกลูโคส ตลอดระยะเวลาการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (ภาพที่ 4.8 และ 4.9)

ตารางที่ 4.23

อัตราการรอดชีวิตจากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots จากอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ หรือ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ หรือ กลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 90 วัน แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง		อัตราการรอดชีวิต (%)			
		เวลา (วัน)			
(ไมโครโมลาร์)	(มิลลิโมลาร์)	16	30	60	90
Control		75 $\pm$ 3.75bc	70 $\pm$ 3.50bc	70 $\pm$ 3.50bc	70 $\pm$ 3.50bc
BA 26.64	ซูโครส 233.78	75 $\pm$ 3.75bc	70 $\pm$ 3.50bc	70 $\pm$ 3.50bc	70 $\pm$ 3.50bc
	กลูโคส 333.04	72 $\pm$ 3.60bc	61 $\pm$ 3.40bc	61 $\pm$ 3.25bc	61 $\pm$ 3.25bc
Kinetin 18.59	ซูโครส 233.78	100 $\pm$ 0a	100 $\pm$ 0a	100 $\pm$ 0a	100 $\pm$ 0a
	กลูโคส 333.04	72 $\pm$ 4.75b	63 $\pm$ 4.50b	63 $\pm$ 4.50b	63 $\pm$ 4.50b
2iP 19.69	ซูโครส 233.78	70 $\pm$ 3.50bc	65 $\pm$ 3.25bc	65 $\pm$ 3.25bc	65 $\pm$ 3.25bc
	กลูโคส 333.04	65 $\pm$ 3.25c	60 $\pm$ 3.15c	58 $\pm$ 3.00c	58 $\pm$ 3.00c
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภายหลังการย้ายออกปลูก จำนวนยอดมีแนวโน้มมากขึ้นทุกการทดลอง โดยจำนวนยอดที่ได้จากการย้ายออกปลูกต้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มีจำนวนยอดมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$ และ $p \leq 0.01$) (ตารางที่ 4.24) เป็นเวลา 30 60 และ 90 วัน ในขณะที่จำนวนยอดของปทุมมามีจำนวนที่ลดลงเมื่อใช้ต้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin ความเข้มข้นระดับเดียวกัน ร่วมกับน้ำตาลกลูโคส ในขณะที่เดียวกันอาหารที่เติม BA หรือ 2iP ร่วมกับน้ำตาลซูโครส ทำให้มีจำนวนยอดเกิดมากกว่าการใช้ น้ำตาลกลูโคส ภายหลังการย้ายออกปลูกเป็นเวลา 30 60 และ 90 วัน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.24

จำนวนยอดจากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots จากอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ หรือ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ หรือ กลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 90 วัน แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง		จำนวนยอด (ยอด)			
		เวลา (วัน)			
(ไมโครโมลาร์)	(มิลลิโมลาร์)	16	30	60	90
Control		1.0 $\pm$ 0	2.0 $\pm$ 0.10b	4.0 $\pm$ 0.60b	6.0 $\pm$ 1.50b
BA 26.64	ซูโครส 233.78	1.0 $\pm$ 0	3.0 $\pm$ 0.15b	5.0 $\pm$ 0.75b	7.0 $\pm$ 1.75b
	กลูโคส 333.04	1.0 $\pm$ 0	2.0 $\pm$ 0.12b	4.0 $\pm$ 0.60b	6.0 $\pm$ 1.55b
Kinetin 18.59	ซูโครส 233.78	1.0 $\pm$ 0	4.0 $\pm$ 0.20a	7.0 $\pm$ 1.05a	9.0 $\pm$ 2.25a
	กลูโคส 333.04	1.0 $\pm$ 0	2.0 $\pm$ 0.14b	4.0 $\pm$ 0.65b	6.0 $\pm$ 1.53b
2iP 19.69	ซูโครส 233.78	1.0 $\pm$ 0	3.0 $\pm$ 0.16b	5.0 $\pm$ 0.78b	7.0 $\pm$ 1.78b
	กลูโคส 333.04	1.0 $\pm$ 0	2.0 $\pm$ 0.13b	4.0 $\pm$ 0.60b	6.0 $\pm$ 1.52b
นัยสำคัญทางสถิติ		ns	*	**	**

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของความยาวยอดเพิ่มสูงขึ้น ภายหลังการย้ายออกปลูก เป็นเวลา 16 ถึง 90 วัน (ตารางที่ 4.25 ภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9) โดยความยาวยอดที่ได้จากการ ย้ายต้นปทุมมาที่ได้จากการชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ น้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีความยาวยอดสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ตลอดระยะเวลาการทดลอง ในขณะที่ความยาวยอดที่ได้จากต้นปทุมมาจากอาหารสูตรเดียวกัน แต่เติมน้ำตาลกลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ มีค่าความยาวยอดที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) อาหารที่เติม BA หรือ 2iP ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ความยาวยอดที่ สูงกว่าการเติมน้ำตาลกลูโคส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.25

ความยาวยอดจากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots จากอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ หรือ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ หรือ กลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 90 วัน แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

		ความยาวยอด (เซนติเมตร)			
การทดลอง		เวลา (วัน)			
ไมโครโมลาร์)	(มิลลิโมลาร์)	16	30	60	90
Control		4.51 $\pm$ 0.23b	8.52 $\pm$ 1.28b	16.50 $\pm$ 4.13b	22.50 $\pm$ 5.63b
BA 26.64	ซูโครส 233.78	5.01 $\pm$ 0.25b	9.46 $\pm$ 1.42b	18.32 $\pm$ 4.58b	24.98 $\pm$ 6.25b
	กลูโคส 333.04	3.38 $\pm$ 0.17d	6.39 $\pm$ 0.96d	12.38 $\pm$ 3.10d	16.88 $\pm$ 4.22d
Kinetin 18.59	ซูโครส 233.78	6.77 $\pm$ 0.34a	12.78 $\pm$ 1.92a	22.75 $\pm$ 5.69a	30.75 $\pm$ 7.69a
	กลูโคส 333.04	3.83 $\pm$ 0.19cd	7.24 $\pm$ 1.09cd	14.03 $\pm$ 3.51cd	19.13 $\pm$ 4.78cd
2iP 19.69	ซูโครส 233.78	4.28 $\pm$ 0.21b	8.09 $\pm$ 1.21b	15.68 $\pm$ 3.92b	21.38 $\pm$ 5.35b
	กลูโคส 333.04	3.33 $\pm$ 0.17d	5.54 $\pm$ 0.83d	10.73 $\pm$ 2.68d	14.63 $\pm$ 3.66d
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.8

ลักษณะแปลงปลูกต้นปทุมมาที่ได้จากย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots ณ แปลง
ทดลอง บริษัท ไพร์ม ออานาเมนทอล จำกัด จ. เชียงใหม่ เป็นเวลา 16 วัน



— 5 เซนติเมตร

ภาพที่ 4.9

ยอดปทุมมาและลักษณะการเจริญที่ได้จากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots ที่เจริญจากอาหารที่แตกต่างกัน เปรียบกับต้นปทุมมาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Control)

ภายหลังการย้ายออกปลูกเป็นเวลา 16 และ 30 วัน



จำนวนดอกเริ่มมีการพัฒนาภายหลังการย้ายปลูกเป็นเวลา 30 วัน เฉพาะต้นปทุมมาที่ได้จากการย้ายปลูกต้นปทุมมาจากการชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ (ตารางที่ 4.26 และภาพที่ 4.10) ภายหลังการย้ายปลูก 60 วัน พบว่าต้นปทุมมาที่ได้จากอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนดอกเกิดขึ้นมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีจำนวน 5 ดอกต่อกอ ในขณะที่ชุด Control ยังไม่มีการเจริญของดอกเกิดขึ้น และเมื่อเวลา 90 วัน พบว่าต้นปทุมมาจากการทดสอบทุกชุดการทดลองมีการพัฒนาของดอกเกิดขึ้น โดยที่การใช้ต้นปทุมมาที่มี T-roots จากอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ มีจำนวนดอกมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีจำนวน 9 ดอกต่อกอ (ภาพที่ 4.10)

ตารางที่ 4.26

จำนวนดอกจากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots บนอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ หรือ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ หรือ กลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 90 วัน แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง		จำนวนดอก (ดอก)			
		เวลา (วัน)			
(ไมโครโมลาร์)	(มิลลิโมลาร์)	16	30	60	90
Control		0	0	0	3.0 $\pm$ 0.20c
BA 26.64	ซูโครส 233.78	0	0	2.0 $\pm$ 0.30b	3.0 $\pm$ 0.30c
	กลูโคส 333.04	0	0	1.0 $\pm$ 0.15c	2.0 $\pm$ 0.32c
Kinetin 18.59	ซูโครส 233.78	0	1.0 $\pm$ 0.20	5.0 $\pm$ 0.75a	9.0 $\pm$ 1.80a
	กลูโคส 333.04	0	0	2.0 $\pm$ 0.32b	3.0 $\pm$ 0.60b
2iP 19.69	ซูโครส 233.78	0	0	0	3.0 $\pm$ 0.21c
	กลูโคส 333.04	0	0	1.0 $\pm$ 0.15c	2.0 $\pm$ 0.33c
นัยสำคัญทางสถิติ		ns	ns	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$ และ ns ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาพที่ 4.10

ลักษณะต้นปทุมมา ใบ และดอก ที่ได้จากย้ายปลูกดต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots จากอาหาร
ที่แตกต่างกัน ณ แปลงทดลอง บริษัท ไพร์ม ออานาเมนทอล จำกัด จ. เชียงใหม่ เป็นเวลา 60 วัน



5 เชนไดเมง

ภายหลังการย้ายออกปลูก 180 วัน ต้นปทุมมาที่มีการยุบตัวลง ทำการบันทึกจำนวน T-roots ขนาด ค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นปทุมมาจากอาหารที่เติม Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ ให้ค่าของจำนวน T-roots ขนาด ค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากที่สุด (ตารางที่ 4.27 และภาพที่ 4.11) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับอาหารที่เติม BA Kinetin หรือ 2iP ร่วมกับการเติมน้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลกลูโคส พบว่าการเติมน้ำตาลซูโครสให้ค่าของจำนวน T-roots ขนาด ค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

ตารางที่ 4.27

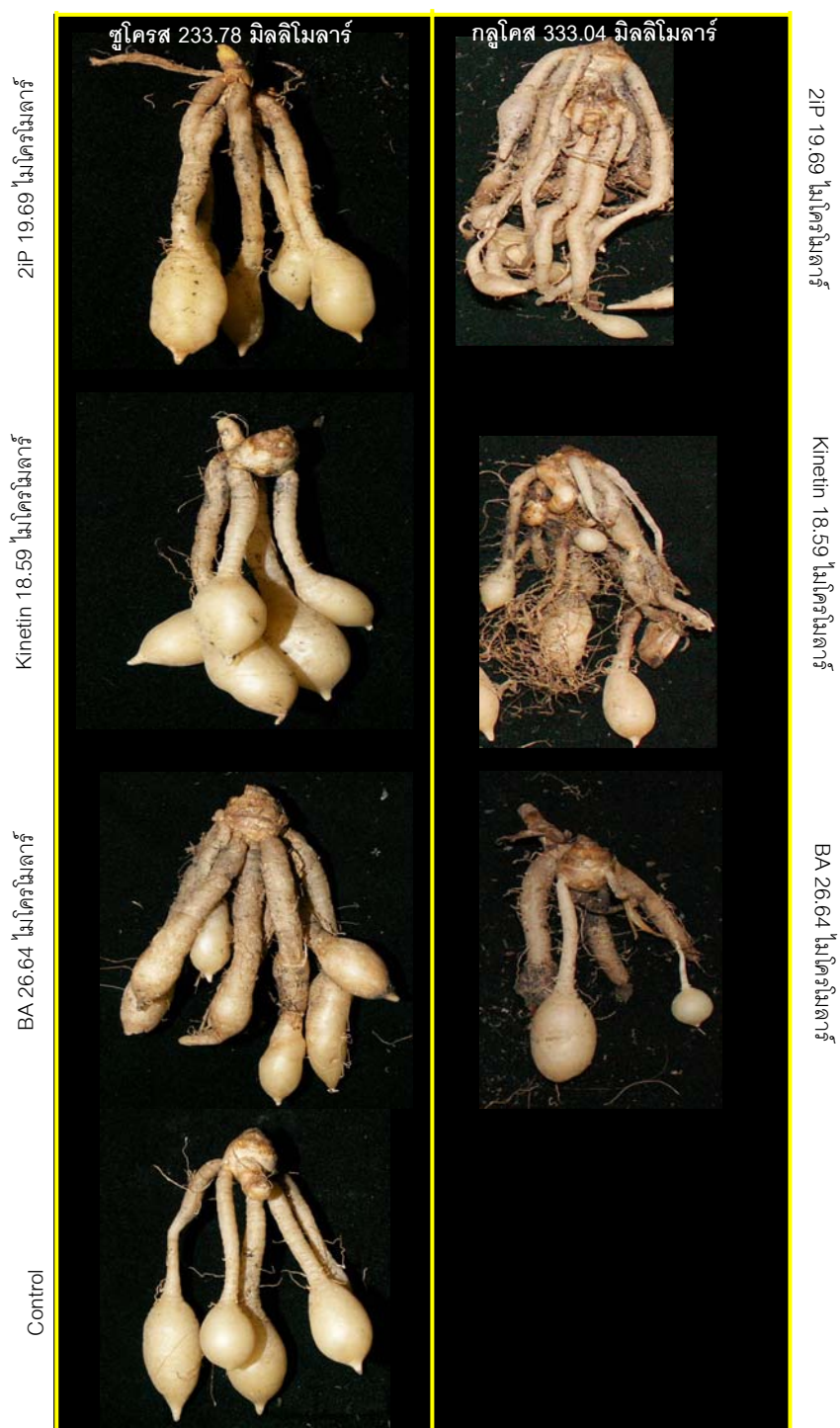
จำนวน T-roots ต่อกอ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ต่อกอ ที่ได้รับจากการย้ายปลูกต้นปทุมมาที่ผ่านการชักนำ T-roots จากอาหารที่เติม BA 26.64 ไมโครโมลาร์ หรือ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ และน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ หรือ กลูโคส 333.04 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 180 วัน แสดงค่าเฉลี่ยโดย $\pm$ SD.

การทดลอง		จำนวน	ขนาด	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
(ไมโครโมลาร์)	(มิลลิโมลาร์)	T-roots	(ซ.ม.)	(กรัม)	(กรัม)
Control		5 $\pm$ 1.60b	1.20 $\pm$ 0.24b	4.50 $\pm$ 0.90b	0.41 $\pm$ 0.082b
BA 26.64	ซูโครส 233.78	7 $\pm$ 1.80b	1.20 $\pm$ 0.24b	4.55 $\pm$ 0.92b	0.42 $\pm$ 0.084b
	กลูโคส 333.04	4 $\pm$ 0.80c	0.95 $\pm$ 0.19b	3.20 $\pm$ 0.64bc	0.29 $\pm$ 0.058c
Kinetin 18.59	ซูโครส 233.78	12 $\pm$ 2.40a	1.50 $\pm$ 0.30a	6.50 $\pm$ 1.30a	0.59 $\pm$ 0.118a
	กลูโคส 333.04	5 $\pm$ 1.00c	1.00 $\pm$ 0.20	3.50 $\pm$ 0.70bc	0.32 $\pm$ 0.064b
2iP 19.69	ซูโครส 233.78	7 $\pm$ 1.40bc	1.00 $\pm$ 0.20b	4.00 $\pm$ 0.80b	0.36 $\pm$ 0.072b
	กลูโคส 333.04	4 $\pm$ 0.82c	0.85 $\pm$ 0.17c	3.00 $\pm$ 0.60c	0.27 $\pm$ 0.054c
นัยสำคัญทางสถิติ		**	**	**	**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.01$

ภาพที่ 4.11

ลักษณะ T-roots ของปทุมมาที่ได้จากการย้ายปลูкт้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots บนอาหาร
 เพาะเลี้ยงต่างกัน เปรียบกับต้นปทุมมาจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Control)
 ภายหลังการย้ายออกปลูกเป็นเวลา 180 วัน



วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองเพาะเลี้ยงช่อดอกอ่อนของปทุมมาบนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญ ได้แก่ BA Kinetin หรือ 2iP พบว่าการเจริญของยอดปทุมมามีความแตกต่างกัน การใช้ BA มีผลต่อการเจริญของยอดมากที่สุด การเจริญพัฒนาของเนื้อเยื่อพืชไปเป็นยอดนั้นต้องการทั้งฮอร์โมนออกซินและไซโตไคนินในอัตราส่วนที่เหมาะสม แต่ในทางปฏิบัตินั้นพบว่าการขยายพันธุ์ปทุมมาโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยการเติมไซโตไคนินเพียงอย่างเดียวสามารถกระตุ้นการเพิ่มจำนวนยอดได้ดี เป็นได้ว่าเนื้อเยื่อปทุมมาสามารถสร้างออกซินได้เองในปริมาณที่เพียงพอ จึงไม่ต้องการออกซินเพิ่มจากอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง (สุพัตรา, 2541; Sotthikul, Apavatjirut, 1997^(a); Wannakraij, 1992) นอกจากนี้มีรายงานการเพาะเลี้ยงพืชในกลุ่ม Curcuma โดย Prathanturug และคณะ (2003) ทดลองเลี้ยงตายอดขมิ้นชันในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.23-18.2 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ 1-naphthalene acetic acid (NAA) 0.54 ไมโครโมลาร์ เปรียบเทียบกับการที่ไม่เติม NAA พบว่า การเติม NAA มีผลทำให้จำนวนยอดขมิ้นชันที่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเติมไซโตไคนินเพียงอย่างเดียวเพียงพอต่อการกระตุ้นการเพิ่มจำนวนยอดขมิ้นชัน

ไซโตไคนินแบ่งตามโครงสร้างทางเคมีเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มสารประกอบ purine และกลุ่มสาร phenylureas โดยสารประกอบ purine ที่เป็นสารธรรมชาติ คือ N₆-isopentenyladenine (2iP) มีราคาแพงมาก นิยมใช้เฉพาะในงานวิจัย ส่วนที่เป็นสารสังเคราะห์ ได้แก่ 6-benzylaminopurine (BA) และ 6-furfuryl aminopurine (Kinetin) มีราคาไม่แพง อีกกลุ่มหนึ่งที่เป็นสาร phenylureas ตัวอย่างเช่น thidiazuron (TDZ) เป็นสารออกฤทธิ์คล้ายไซโตไคนินที่มีฤทธิ์แรง การใช้งานอยู่ในระดับปริมาณความเข้มข้นต่ำ แต่มีราคาสูง

BA เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มสาร purine ที่นิยมใช้มากที่สุด มีรายงานการเพาะเลี้ยงตาข้างและดอกอ่อนของปทุมมา บนสูตรอาหาร MS ที่เติม BA 1-4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เกิดยอดประมาณ 2-4 ยอดต่อชิ้นส่วนในระยะเวลา 5 สัปดาห์ (Sotthikul และ Apavatjirut, 1997^(b); Wannakraij, 1992) และในการเพิ่มจำนวนยอดขมิ้นชันโดยการเติม BA ที่ความเข้มข้น 22.2 ไมโครโมลาร์ สามารถกระตุ้นให้เกิดยอดมากที่สุด 3.3 – 3.8 ยอด (สุมนา และคณะ, 2542; Nayak, 2000) วัชรินทร์ และอรดี (2543) ทดลองเลี้ยงชิ้นส่วนตายอดขมิ้นชันในอาหารสูตร MS ที่มี BA 0-39.96 ไมโครโมลาร์ พบว่า ความเข้มข้นที่ให้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 13.3 ไมโครโมลาร์ อยู่ที่ 2.7 ยอดต่อชิ้นส่วน ในเวลา 8 สัปดาห์

thidiazuron (TDZ) หรือ 1-phenyl-3-(1,2,3-thiadiazol-5-yl) urea เป็นสารประกอบกลุ่ม phenylureas ที่ออกฤทธิ์คล้ายไซโตไคนิน กลไกการทำงานยังไม่ทราบแน่ชัด นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่า TDZ อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์ ระดับพลังงาน และการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารของพืช มีผลกระตุ้นให้เกิดตายอดจำนวนมาก (Murthy และคณะ, 1998) นพมณี และคณะ (2545) รายงานการเพิ่มจำนวนยอดปทุมมา 9.33 ยอดต่อชิ้นส่วนฐานต้นอ่อน โดยการเติม TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณการเพิ่มมากกว่าการใช้ BA ที่ความเข้มข้นเดียวกัน 5 – 6 เท่า พรพิมล และคณะ (2547) พบว่าการเติม TDZ ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ลงในอาหารเลี้ยงยอดอ่อนของปทุมมาลูกผสม เป็นเวลา 5 วัน แล้วย้ายยอดอ่อนลงในอาหารปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถกระตุ้นให้เกิดยอด 18.5 ยอด ในส่วนของพืชกลุ่ม Curcuma เช่น ขมิ้นชัน มีรายงานการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สารกลุ่มไซโตไคนินดังนี้ Salvi และคณะ (2002) ใช้ชิ้นส่วนตายอดขนาด 1 เซนติเมตร มาเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี 2iP ความเข้มข้น 10.0 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถกระตุ้นให้เกิดยอด 6.6 ยอดต่อชิ้นส่วน ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ มากกว่าการใช้ BA 10 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ NAA 1 ไมโครโมลาร์ ที่ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 4.2 ยอดต่อชิ้นส่วน หรือการใช้ kinetin 10.0 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ NAA 1 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถกระตุ้นให้เกิดยอดเพียง 3.5 ยอดต่อชิ้นส่วน Prathanturarug และคณะ (2003) เปรียบเทียบผลของไซโตไคนินต่อการเพิ่มจำนวนยอดขมิ้นชันโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า จำนวนยอดขมิ้นชันสูงที่สุดเมื่อใช้ BA kinetin 2iP และ TDZ ที่ความเข้มข้น 35.5 37.2 39.4 และ 18.2 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพไซโตไคนินต่อการเพิ่มจำนวนยอด โดยย้ายชิ้นส่วนตายอดจากอาหารสูตร MS ที่เติม BA kinetin 2iP และ TDZ ความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้นไปเลี้ยงในอาหาร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ตายอดที่เลี้ยงใน TDZ ให้จำนวนยอดสูงที่สุดเฉลี่ย 5.6 ยอด นอกจากนี้เมื่อลดระยะเวลาการเลี้ยงชิ้นส่วนขมิ้นชันในอาหารที่มี TDZ 18.2 ไมโครโมลาร์ จาก 8 สัปดาห์ เป็น 4 สัปดาห์ แล้วย้ายไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าจะได้อัตราการสร้างยอดใหม่เพิ่มขึ้นเป็น 18.2 ± 0.6 ยอดต่อชิ้นส่วน โดยยอดใหม่มีการสร้างรากเฉลี่ย $88.4 \pm 0.6\%$ และต้นที่ได้มีความสมบูรณ์สามารถย้ายปลูกได้ นพมาศ และคณะ (2546) รายงานตรงกันว่า การเลี้ยงชิ้นส่วนตายอดขมิ้นชันในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 18.2 ไมโครโมลาร์ ทำให้ได้จำนวนยอดเฉลี่ย 18.2 ยอดต่อชิ้นส่วน ในระยะเวลา 12 สัปดาห์ Tefera และ Surawit (2007) รายงานในพืช korarima (*Aframomum corrorima* (B.) Jansen) ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์เดียวกันกับขมิ้น โดยการใช้

TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลทำให้การเจริญด้านจำนวนยอดน้อยกว่าการใช้ TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 3 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า TDZ และ BA ที่เหมาะสมมีส่วนช่วยในการส่งเสริมซึ่งกันต่อการแบ่งเซลล์ และการเพิ่มปริมาณยอด

Fabbri และคณะ (2000) พบการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา และเซลล์วิทยาของการเกิดหัว (Tuber) ในมันฝรั่ง ที่ระยะเวลาต่างกัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับสาร IAA (สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มเดียวกับ NAA) สาร polyunsaturated fatty acids (PUFAs) สาร lipid hydroperoxides (LOOHs) โดยเมื่อสาร IAA และ LOOHs เพิ่มขึ้นนั้น PUFAs ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวจะมีผลต่อการส่งเสริมการแบ่งเซลล์ แต่เมื่อระยะผ่านไป IAA และ LOOHs ถูกยับยั้งด้วยเอนไซม์ lipoxygenase ทำให้มีการเจริญเติบโตของตาพืชเพื่อเจริญเติบโตเป็นยอด และมีการสร้างเนื้อเยื่อ periderm ดังนั้นเป็นไปได้ว่าในการทดลองนี้การที่ T-roots ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA มีลักษณะแกร็นแตกต่างไปจาก T-roots ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม Kinetin อาจเนื่องจากการเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA เป็นเวลานานถูกยับยั้งด้วยเอนไซม์ lipoxygenase ทำให้มีการเจริญเติบโตตาพืช มีผลทำให้ T-roots หยุดการเจริญ แต่เมื่อใช้ BA ในการชักนำการสร้าง T-roots ที่ความเข้มข้น 26.64 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำได้มากที่สุด และเมื่อใช้ BA ที่ความเข้มข้นที่สูงกว่านี้มีผลทำให้ T-roots มีจำนวนลดลง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับที่ Islam และคณะ (2004) รายงานว่าการใช้ BA ที่เหมาะสมต่อการชักนำ microrhizome ที่เป็นอวัยวะสะสมอาหารในขมิ้น คือความเข้มข้น 12 ไมโครโมลาร์ และเติม NAA 0.3 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำได้ถึง 8.1 microrhizome แต่เมื่อใช้ BA ที่ความเข้มข้นสูงกว่นี้มีผลทำให้ microrhizome มีจำนวนลดลง แสดงว่าการใช้ BA ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมมีผลต่อการสร้างอวัยวะสะสมอาหารในพืชแต่ละชนิด แต่อย่างไรก็ตามการใช้ Kinetin ในการชักนำ microrhizome ของขมิ้นกลับพบว่าทำให้จำนวน microrhizome ลดลง ซึ่งแตกต่างกันกับการทดลองนี้ที่สามารถชักนำ T-roots ได้เพิ่มมากขึ้น การทดลองนี้สามารถชักนำ T-roots ที่ให้จำนวนมาก และมีลักษณะการเจริญของพืชได้ดีที่สุดหลังการย้ายออกปลูกด้วยการใช้ Kinetin 18.59 ไมโครโมลาร์ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 233.78 มิลลิโมลาร์ นอกจากนี้ T-roots ที่ได้จากการเจริญบนอาหารสูตรนี้มีกลุ่มรากฝอยเกิดขึ้นบริเวณ T-roots ทำให้การปรับสภาพของพืชเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การแตกกอ ความยาวยอด จำนวนใบ และจำนวนดอกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมากกว่าการใช้ต้นปทุมมาที่ชักนำ T-roots บนอาหารชนิดอื่น การที่พืชมีจำนวนยอด และจำนวนใบสูง พื้นที่ในการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้นทำให้การสะสมอาหารด้วยการสร้างท่อนพันธุ์

จากอาหารสูตรดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นกว่าอาหารสูตรอื่น Zapata และคณะ (2003) พบว่าต้นขมิ้นที่เพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ต่างกันมีผลต่อการปรับสภาพหลังการย้ายออกปลูกและ อัตราการรอดชีวิต

น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญและมีผลต่อการเกิด Tuber ในมันฝรั่ง โดยน้ำตาลซูโครสจะให้ค่าแรงดันออสโมติกที่เหมาะสมดีกว่าการใช้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่นกลูโคสหรือฟรุคโตส เนื่องจากการแตกตัวของน้ำตาลซูโครสโดยเอนไซม์อินเวอร์เทส ทำให้ได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส ดังนั้นมวลน้ำตาลในอาหารเพาะเลี้ยงจึงเพิ่มมากขึ้น ค่าแรงดันออสโมติกในอาหารเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ในขณะที่น้ำตาลกลูโคสหรือน้ำตาลฟรุคโตสซึ่งไม่มีการแตกตัว เมื่อพืชมีการใช้น้ำตาลเพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน ปริมาณน้ำตาลและค่าแรงดันออสโมติกลดลง (Oparka และ Wright, 1988 ; Tremblay และ Tremblay, 1991 ; Tian และ Russell, 1999) นอกจากนี้ค่าแรงดันออสโมติกมีผลทำให้ขั้นตอนการสังเคราะห์แบ่งเพื่อการเจริญและพัฒนาของท่อนพันธุ์ขนาดเล็กเกิดได้อย่างต่อเนื่อง (Khuri และ Moorby, 1995) อีกเหตุผลหนึ่งจากการศึกษาในมันฝรั่งคือ ปริมาณน้ำตาลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการควบคุมทั้งอัตราการทำงานและการสังเคราะห์เอนไซม์ในท่อนพันธุ์ในระดับ transcription ดังนั้นน้ำตาลปริมาณสูง ทำหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดการสังเคราะห์แบ่งอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดการชักนำการเกิดท่อนพันธุ์มันฝรั่งขนาดเล็กตามมา (Ross และคณะ, 1994) นอกจากนี้การใช้น้ำตาลแมนนิทอลที่ทุกระดับความเข้มข้นไม่สามารถชักนำให้เกิด T-roots แสดงให้เห็นว่าการให้น้ำตาลที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ ส่งผลทำให้ค่าแรงดันออสโมติกคงที่ ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเกิด T-roots ที่ต้องอาศัยแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการเจริญและการพัฒนาเป็นรากสะสมอาหาร

Haverkort และคณะ (1990) ทำการลดอุณหภูมิให้น้อยลงเพียง 4 8 หรือ 12 องศาเซลเซียส ร่วมกับช่วงแสง พบว่ามีผลต่อการเจริญและผลผลิตของ Tuber ของมันฝรั่งอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีผลทำให้จำนวน Tuber น้อยลงและมีขนาดเล็กกว่า เช่นเดียวกันกับการทดลองนี้เมื่อทำการชักนำ T-roots ภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส การเกิด T-roots ลดลงเหลือเพียง 3.98 รากต่อต้น เมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมีจำนวน T-roots มากถึง 5.57 รากต่อต้น และเมื่อเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส การเกิด T-roots มีจำนวนลดลงเหลือ 5.30 รากต่อต้น ซึ่งที่ได้นี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการเพาะเลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แสดงว่าการชักนำ T-roots เพื่อผลิตในระดับอุตสาหกรรมสามารถเพาะเลี้ยงได้ภายใต้อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิที่ใช้ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 24-27 องศาเซลเซียส

แสงก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง ซึ่ง Soontornchainaksaenga และคณะ (2001) รายงานว่าพืชที่เจริญในแปลงปลูกกับที่เจริญในหลอดทดลองจะมีความต้องการแสงที่แตกต่างกัน พืชที่เจริญในหลอดทดลองได้รับคาร์บอนไฮเดรตจากน้ำตาล อย่างไรก็ตามแสงยังมีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช เช่น ช่วยในการสร้างราก การสร้างต้นใหม่ ต้นพืชที่อยู่ในช่วงย้ายออกจากหลอดทดลองจำเป็นต้องมีการสังเคราะห์แสงเพื่อเตรียมพร้อมเพื่อออกสู่ภายนอกหลอดทดลอง และถ้าความเข้มแสงหรือช่วงระยะเวลาที่ได้รับแสงมากเกินไป อาจทำให้พืชตายได้ การที่พืชต้องการความเข้มแสงต่ำเนื่องจากในสภาพหลอดแก้วถูกจำกัดด้วยปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำ จากการทดลองนี้ การชักนำ T-roots ของปทุมมาแสดงให้เห็นว่าการใช้แสงที่ความเข้ม 60 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ทำให้การเจริญของ T-roots เกิดได้ดีที่สุด