บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ดินท้าวคูลูดอกเล็ก

การทดลองที่ 1.1 ผลของอายุฝัก และความเข้มข้นของน้ำตาล

หลังจากการเพาะเมล็ดที่มีอายุฝักต่างกันลงในอาหารสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU 1) ที่มีระดับน้ำตาลต่างกัน จากตาราง 10 พบว่า เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 4 และ 5 สัปดาห์หลังการผสมเกสร ไม่สามารถงอกได้ในอาหารที่มีระดับน้ำตาลต่างๆ เมล็ดสามารถเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุ 6 สัปดาห์หลังการผสมเกสร โดยงอกได้ในอาหารที่มีน้ำตาลทุกระดับซึ่งใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยเท่ากัน คือ 35 วันหลังการเพาะ แต่มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่างกัน คือ ในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยมากสุด คือร้อยละ 17.50 ส่วนในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 และ 6 มีเปอร์เซ็นต์การงอก 10.00 และ 11.50 ตามลำดับ โดยลักษณะของโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 6 สัปดาห์หลังการผสมเกสร มีสีน้ำตาลและมีไรซอยด์น้อย เมื่อเลี้ยงต่อไปเกิดการตายของโปรโตคอร์ม โดยในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 6 โปรโตคอร์มตายสูงสุดคือร้อยละ 68.00 เมื่อเปรียบเทียบกับฝักอายุเดียวกัน ส่วนในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 การตายของโปรโตคอร์มต่ำสุด คือร้อยละ 17.22 ของโปรโตคอร์ม ส่วนเมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสร พบการงอกของเมล็ดสูงสุดและสามารถงอกได้ในอาหารที่มีน้ำตาลทุกระดับโดยเกิดการงอกหลังการเพาะเร็วขึ้นคือ 28 วัน ในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ให้การงอกสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบในฝักอายุเดียวกัน คือ 62.50 รองลงมาคือ 50.00 เมื่อเพาะเมล็ดลงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 และ น้ำตาลร้อยละ 6 ให้การงอกต่ำสุดคือร้อยละ 33.50 ลักษณะของโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์นี้มีสีขาวและมีไรซอยด์จำนวนมาก และพบการตายของโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดอายุฝักนี้เพียงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 6 โดยโปรโตคอร์มตายร้อยละ 12.50 ส่วนเมล็ดที่ได้จากอายุ 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร พบการงอกของเมล็ดต่ำสุดและใช้เวลาในการงอกเฉลี่ยนานสุดคือ 56 วันหลังการเพาะ โดยในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และ 6 ให้เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

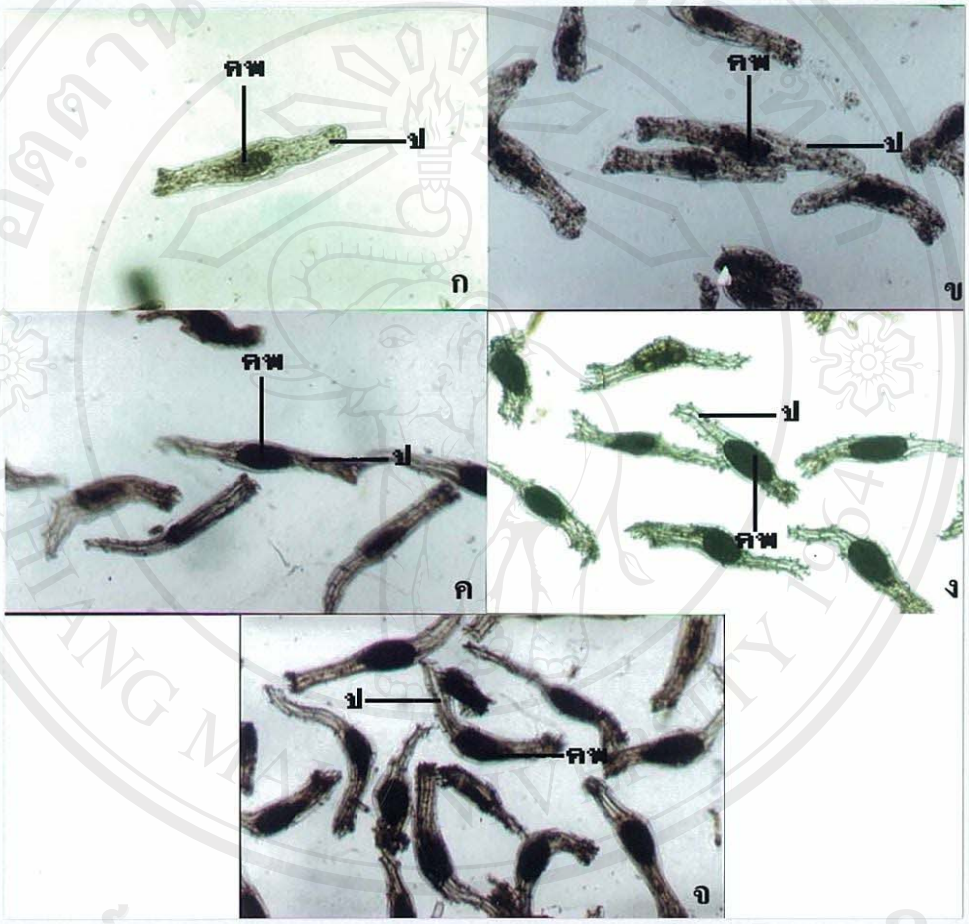
การงอกอยู่ระหว่างร้อยละ 2.5 –3.0 ลักษณะของโปรโตคอร์มที่ได้มีสีครีมและมีไรซอยด์น้อยเมื่อเลี้ยงต่อไป อาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 6 ทำให้โปรโตคอร์มตายทั้งหมด และในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 โปรโตคอร์มตายร้อยละ 61.67 และ 90.00 ตามลำดับ

ตาราง 10 จำนวนวันเฉลี่ยที่ใช้ในการงอก เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด และเปอร์เซ็นต์การตายของโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุต่างกัน หลังจากการเพาะบนอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง ที่มีระดับน้ำตาลต่างกัน

อายุฝัก	น้ำตาล (ร้อยละ)	จำนวนวันที่ใช้ในการงอก	เปอร์เซ็นต์การงอก	เปอร์เซ็นต์การตายของโปรโตคอร์ม
4	2	-	-	-
	4	-	-	-
	6	-	-	-
5	2	-	-	-
	4	-	-	-
	6	-	-	-
6	2	35	17.50	17.22
	4	35	10.00	48.85
	6	35	11.50	68.00
7	2	28	62.50	-
	4	28	50.00	-
	6	28	33.50	12.50
8	2	56	3.00	61.67
	4	56	3.00	90.00
	6	56	2.50	100.00

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการนำเมล็ดไปดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 4 และ 5 สัปดาห์หลังการผสมเกสร คัพภะยังไม่มีการพัฒนาเต็มที่ ส่วนเมล็ดอายุ 6 สัปดาห์เมล็ดมีการพัฒนาของคัพภะเมื่อเมล็ดมีอายุ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสรเมล็ดมีการพัฒนาเต็มที่แล้ว และเมื่อมีอายุ 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร เมล็ดแก่เปลือกหุ้มเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ดังภาพ 4



ภาพ 4 เมล็ดที่ได้จากฝักอายุต่างกัน เมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์

คพ = คัพภะ ป = เปลือกหุ้มเมล็ด

ก. เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 4 สัปดาห์หลังการผสมเกสร (33.94X)

ข. เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 5 สัปดาห์หลังการผสมเกสร (33.94X)

ค. เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 6 สัปดาห์หลังการผสมเกสร (33.94X)

ง. เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสร (33.94X)

จ. เมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร (33.94X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนด้านการพัฒนาของโปรโตคอร์ม จากตาราง 11 พบว่าโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสรสามารถเกิดยอดได้เร็วกว่าโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 6 และ 8 สัปดาห์ โดยใช้เวลาเกิดยอดเฉลี่ย 64, 91 และ 79 วันหลังจากการเพาะ ตามลำดับ แต่ถ้านับจากหลังการงอกของเมล็ดพบว่า โปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 8 สัปดาห์ เกิดยอดเร็วกว่าโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 6 และ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสร โดยใช้เวลาในการเกิดยอด 23, 56 และ 36 วันหลังจากการงอกตามลำดับ เมื่อโปรโตคอร์มพัฒนาเป็นต้น ต้นที่ได้จากฝักอายุ 6 สัปดาห์ ที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 มีขนาดใหญ่ ใบใหญ่ยาวสีเขียว ส่วนที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ต้นมีขนาดเล็กใบเล็กสีเขียว ส่วนต้นที่ได้จากฝักอายุ 7 สัปดาห์ พบว่า ในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 ต้นมีขนาดใหญ่ ใบใหญ่ยาวสีเขียว แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 6 โดยรวม ต้นที่ได้มีขนาดค่อนข้างเล็กใบเล็กมีสีเขียว ส่วนโปรโตคอร์มที่ได้จากฝักอายุ 8 สัปดาห์ มีเพียงที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 เท่านั้นที่พัฒนาเป็นต้นได้ โดยต้นที่ได้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กใบมีขนาดเล็กสีเขียว ดังภาพ 5

คัพภะจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ นอกจากงอกเร็วที่สุด แล้วยังเกิดยอดมาก โดยมีเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดร้อยละ 87.50 – 100 ส่วนเมล็ดจากฝักอายุ 8 สัปดาห์ ซึ่งเกิดยอดเพียงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 โดยมีการเกิดยอดเพียงร้อยละ 38.33 ส่วนฝักอายุ 6 สัปดาห์ งอกได้เมื่อใช้น้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ซึ่งเกิดยอดร้อยละ 82.78 และ 57.15 ตามลำดับ

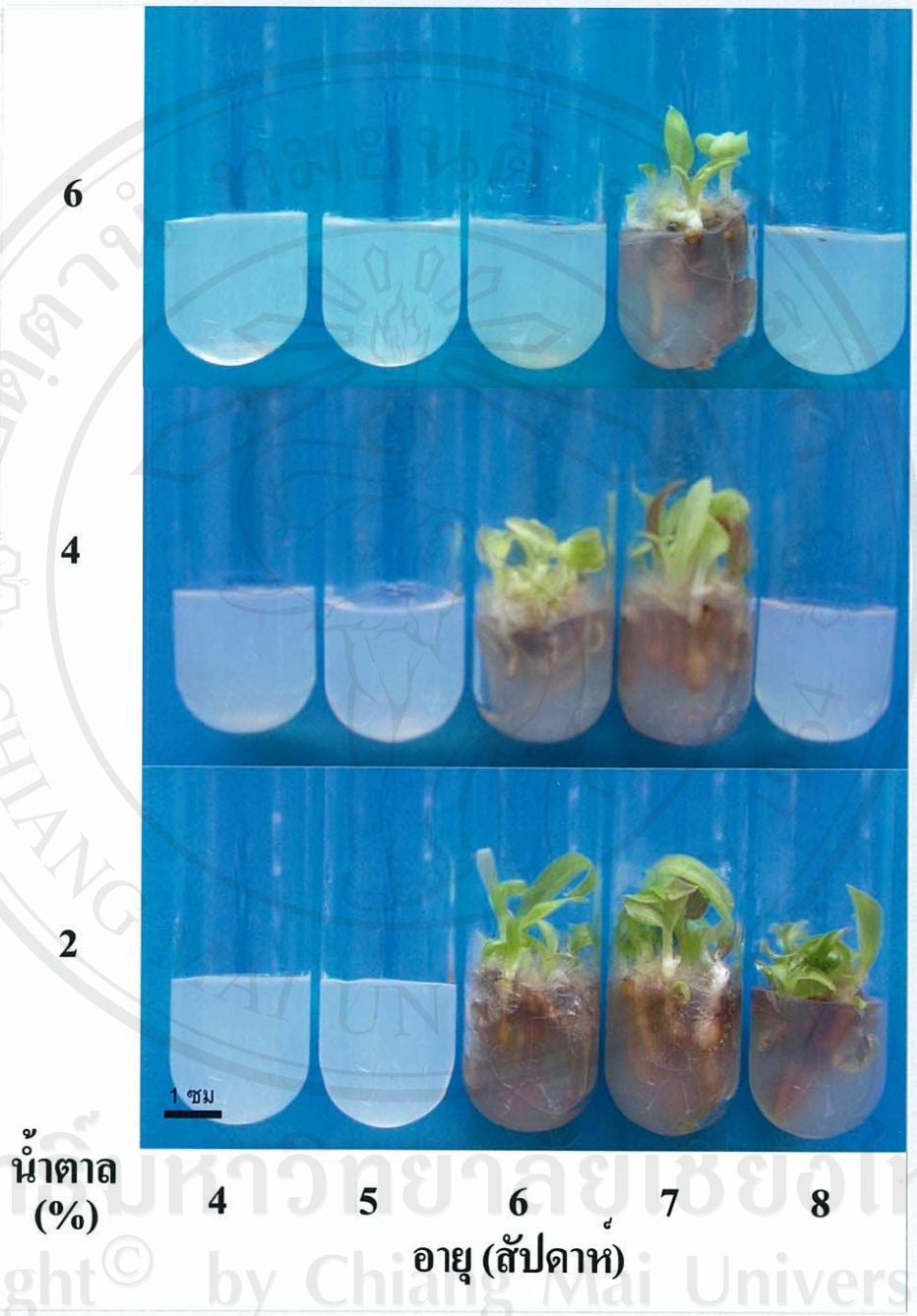
โดยสรุปอายุฝักและความเข้มข้นน้ำตาลมีความสำคัญต่อเปอร์เซ็นต์การงอกและการตายของโปรโตคอร์มในระยะเวลาต่อมา อายุฝักที่เหมาะสมคือ 7 สัปดาห์หลังการผสมเกสร และน้ำตาลร้อยละ 2 เหมาะสมที่สุด ทำให้เวลาที่เมล็ดใช้ในการงอกน้อยที่สุดรวมทั้งการพัฒนาของโปรโตคอร์มเร็วกว่าและเกิดยอดได้มากกว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลมีผลทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ และพบการตายของโปรโตคอร์มสูงซึ่งเห็นได้ชัดเจนในเมล็ดที่ได้จากฝักอายุ 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 11 จำนวนวันเฉลี่ยที่ใช้ในการเกิดยอด และเปอร์เซ็นต์การเกิดยอดของโปรโตคอร์มที่ได้จากการงอกของเมล็ดที่มีอายุต่างกัน หลังจากการเพาะบนอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง ที่มีระดับน้ำตาลต่างกัน

อายุฝัก	น้ำตาล (ร้อยละ)	จำนวนวันที่ใช้ในการเกิดยอด		เปอร์เซ็นต์การเกิดยอด
		หลังจากเพาะ	หลังจากงอก	
4	2	-	-	-
	4	-	-	-
	6	-	-	-
5	2	-	-	-
	4	-	-	-
	6	-	-	-
6	2	91	56	82.78
	4	91	56	57.15
	6	-	-	-
7	2	64	36	100.00
	4	64	36	100.00
	6	64	36	87.50
8	2	79	23	38.33
	4	-	-	-
	6	-	-	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

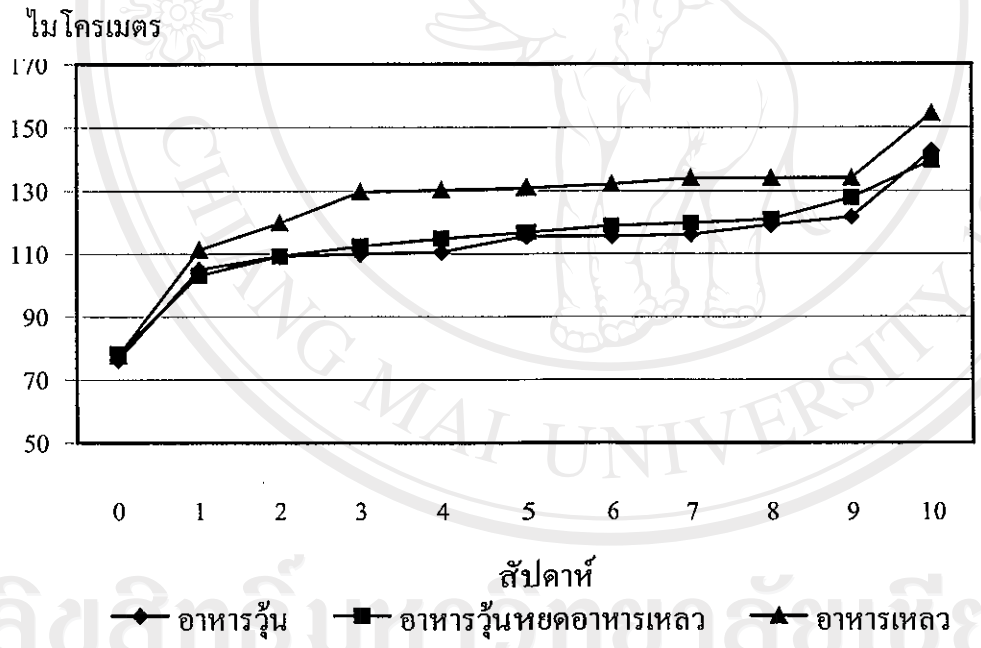


ภาพ 5 ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากฝักอายุต่างกันลงบนอาหารที่มีระดับน้ำตาลต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 1.2 ผลของสภาพอาหารต่อการงอกของเมล็ด

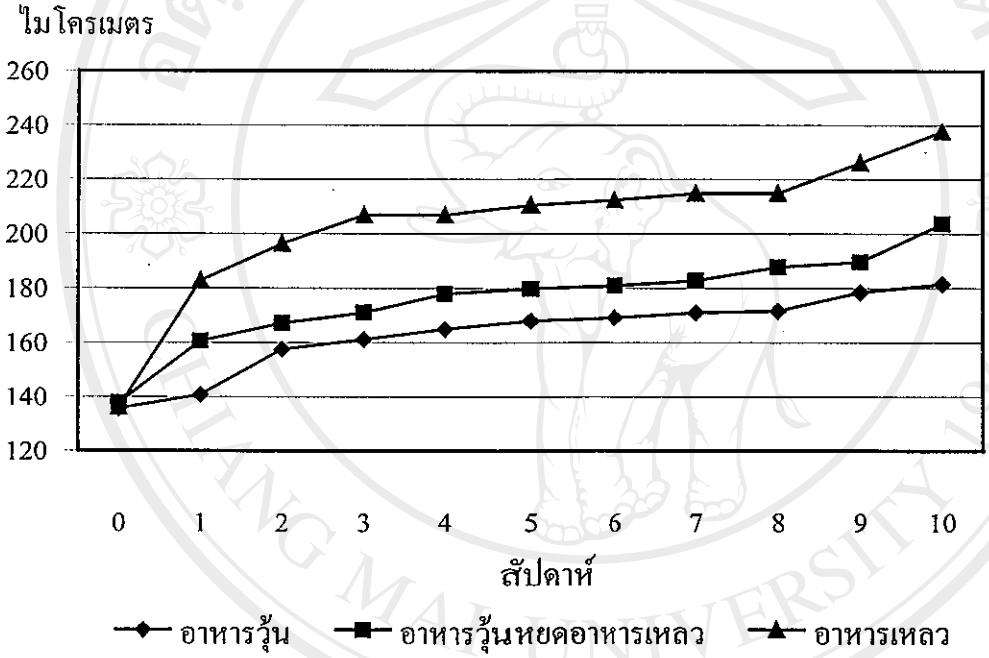
หลังจากเพาะเมล็ดลงพบอาหารสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU 1) ที่มีสภาพอาหารต่างกัน พบว่าความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของคัพภะที่เลี้ยงในอาหารทุกสภาพเริ่มมีการพัฒนาตั้งแต่สัปดาห์แรกจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 10 โดยเมล็ดที่เลี้ยงในอาหารเหลวมีความกว้าง และความยาวของคัพภะมากกว่าในอาหารอีก 2 สภาพตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 โดยมีการเพิ่มความกว้างของคัพภะอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มทำการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 9 – 10 ส่วนในอาหารวุ้นมีการเพิ่มความกว้างของคัพภะอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 9 –10 และในอาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลวมีการเพิ่มความกว้างของคัพภะอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 1 และเพิ่มต่อไปอย่างช้าๆ และมีอัตราการเจริญรวดเร็วอีกในสัปดาห์ที่ 8 –10 ดังแผนภาพ 1



แผนภาพ 1 ความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ เมื่อเพาะในอาหารที่มีสภาพอาหารต่างกัน ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนความยาวเฉลี่ยคัพภะจากเมล็ดที่เลี้ยงในอาหารเหลวมีขนาดเพิ่มความยาวขึ้นอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 3 หลังจากนั้นการเจริญค่อนข้างคงที่ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วอีกในสัปดาห์ที่ 8 –10 ส่วนในอาหารวุ้นมีการเพิ่มความยาวอย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่เจริญในอัตราเร็วขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 8 – 10 ส่วนอาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลวทำให้เมล็ดเพิ่มความยาวของคัพภะ อย่างรวดเร็วตั้งแต่เริ่มการทดลองถึงสัปดาห์ที่ 2 และเจริญอย่างรวดเร็วอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 9 –10 ในทำนองเดียวกับการเจริญในอาหารสภาพอื่น เมล็ดที่เลี้ยงในอาหารวุ้นมีความยาวคัพภะน้อยกว่าจากเมล็ดที่เลี้ยงในอาหารอีก 2 สภาพ ตั้งแต่เริ่มการทดลองกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ดังแผนภาพ 2



แผนภาพ 2 ความยาวเฉลี่ยของคัพภะ เมื่อเพาะในอาหารที่มีสภาพอาหารต่างกัน ตลอดระยะเวลา 10 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 10 จากตาราง 12 พบว่า ความกว้างเฉลี่ยของคัพภะที่เลี้ยงในอาหารวุ้น อาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลว อาหารเหลว ซึ่งมีความกว้างคัพภะเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 142.62 ± 13.86 - 154.35 ± 16.10 ไมโครเมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านความยาวเฉลี่ยของคัพภะ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอาหารเหลวมีความยาวคัพภะสูงสุด 237.70 ± 28.43 ไมโครเมตร รองลงมาคือ ความยาวจากอาหารวุ้นหยดอาหารเหลว และอาหารวุ้น ซึ่งยาว 203.74 ± 22.84 และ 181.52 ± 13.86 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยความยาวเฉลี่ยจากอาหารทั้ง 3 สภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 12 ขนาดเฉลี่ยของคัพภะที่เพาะในอาหารที่มีสภาพอาหารต่างกัน เมื่อเพาะนาน 10 สัปดาห์

สภาพอาหาร	คัพภะ	
	ความกว้าง (ไมโครเมตร) [n.s.]	ความยาว (ไมโครเมตร)[1]
อาหารวุ้น	142.62 ± 13.86	181.52 ± 13.86[c]
อาหารวุ้นหยดอาหารเหลว	139.53 ± 12.13	203.74 ± 22.84[b]
อาหารเหลว	154.35 ± 16.10	237.70 ± 28.43[a]

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

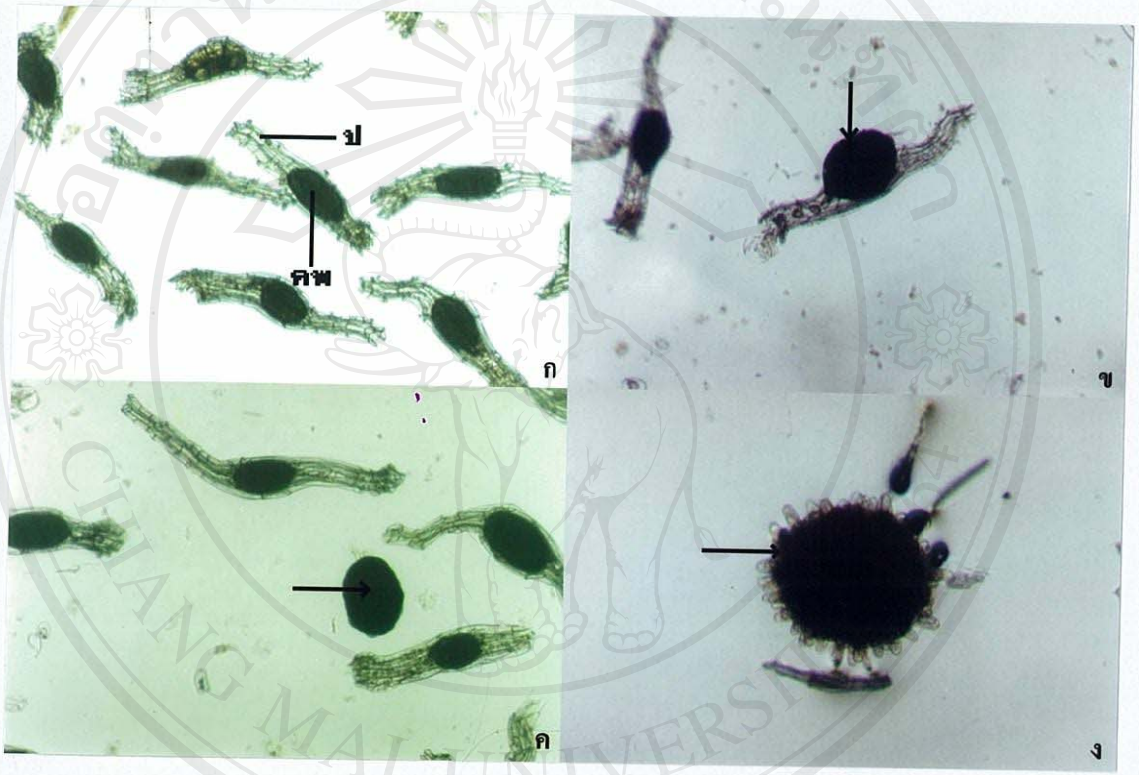
[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

การงอกของเมล็ดเกิดขึ้นโดยคัพภะเมล็ดมีการพัฒนาในด้านความกว้างและความยาวเพิ่มขึ้นจนกระทั่งดันให้เปลือกหุ้มเมล็ดฉีกขาด แล้วคัพภะดันตัวหลุดออกมาเป็นโปรโตคอร์มและโปรโตคอร์มมีการพัฒนาเกิดไรซอยด์ ดังภาพ 6

ด้านจำนวนวันที่ใช้ในการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่า เมล็ดที่เพาะในอาหารเหลวใช้เวลาในการงอกน้อยสุดคือ 50 วันหลังการเพาะและมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงคือ ร้อยละ 65 แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปนาน 20 สัปดาห์ พบว่าเกิดการตายของโปรโตคอร์มทำให้เกิดเป็นต้นได้น้อย ลักษณะของต้นมียอดไม่ยืดตัว ดังภาพ 7 และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเพียงร้อยละ 20 ส่วนเมล็ดที่เพาะในอาหารวุ้น ใช้เวลาในการงอกนานสุดคือ 78 วันหลังการเพาะ และมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำเพียงร้อยละ 25 แต่เมื่อเลี้ยงต่อไปนาน 20 สัปดาห์ พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงถึงร้อยละ 90 โดยสามารถเกิดเป็นต้นได้ ลักษณะของต้นที่ได้มีคุณภาพดี ต้นยืดและมีใบสีเขียวมีไรซอยด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำนวนมาก ต้นมีความสูงโดยรวมมากกว่าต้นที่งอกในอาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลวหรืออาหารเหลว ดังภาพ 6 ส่วนในอาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลวใช้เวลาในการงอก 57 วันหลังการเพาะ โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกและการรอดชีวิตร้อยละ 40 ลักษณะของต้นมีการยืดตัวแต่ใบมีสีเขียวซีด



ภาพ 6 การงอกของเมล็ดท้าวคูลูดอกเล็ก

ก. เมล็ดกล้วยไม้ที่มีคัพภะที่สมบูรณ์อยู่ภายใน (41.30X)

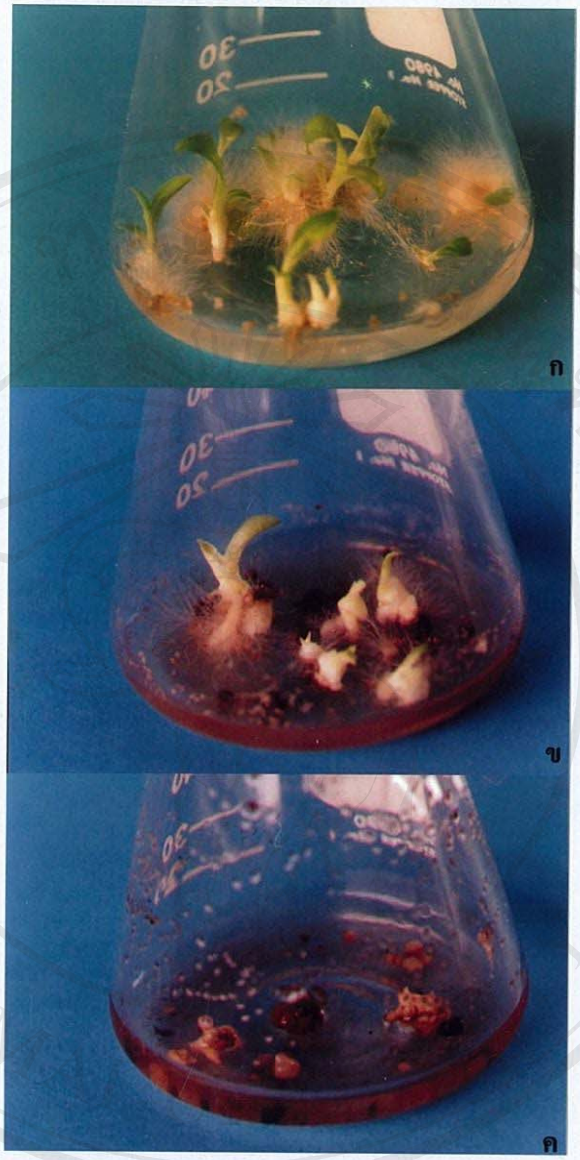
คพ = คัพภะ ป = เปลือกหุ้มเมล็ด

ข. คัพภะที่ดันตัวออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด (41.30X) (ลูกศร)

ค. คัพภะที่หลุดออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด (41.30X) (ลูกศร)

ง. โปรโตคอร์มที่เกิดไรซอยด์ (41.30X) (ลูกศร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 7 ลักษณะต้นที่งอกจากอาหารที่มีสภาพอาหารต่างกัน และเลี้ยงนาน 20 สัปดาห์
ก. อาหารวุ้น
ข. อาหารวุ้นที่หยดอาหารเหลว
ค. อาหารเหลว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยสรุปอาหารเหลวเหมาะสมสำหรับการพัฒนาของคุพภะทั้งความกว้างและความยาวซึ่งเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากงอกและเลี้ยงต่อไป 20 สัปดาห์ พบว่าโปรโตคอร์มไม่สามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ ในขณะที่อาหารวุ้นเมล็ดที่งอกสามารถพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้จึงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาของโปรโตคอร์มเป็นต้นอ่อน

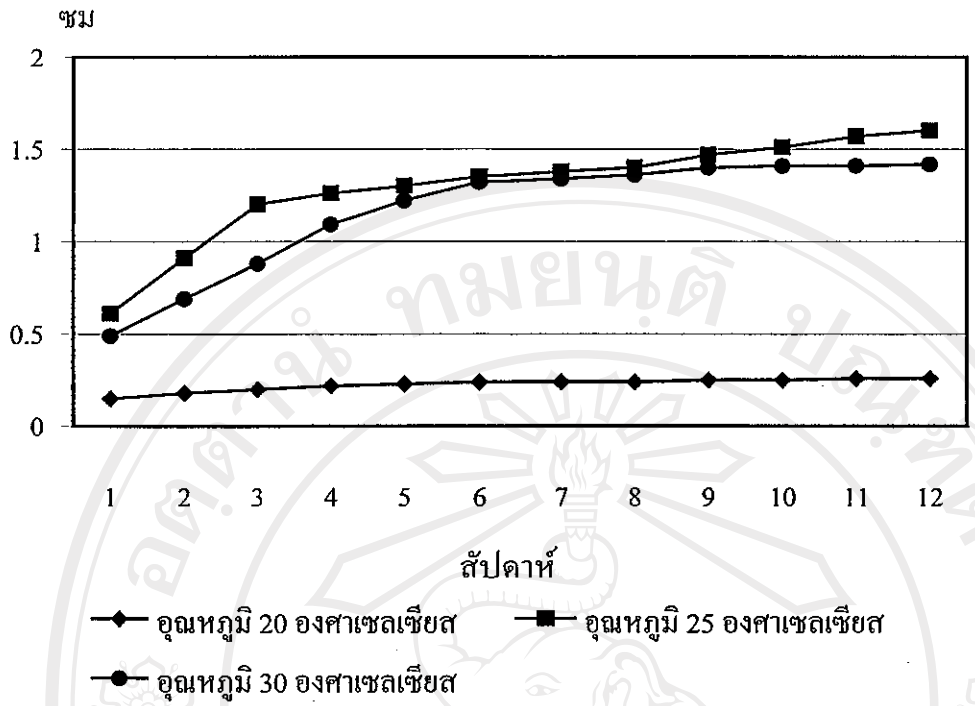
การทดลองที่ 2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้น และหัวของกล้วยไม้ดิน ท้าวคูลูดอกเล็ก

การทดลองที่ 2.1 ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของต้นและหัว

การเลี้ยงต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดด้วยอาหารสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU1) โดยให้ได้รับอุณหภูมิต่างกัน พบว่า ต้นอ่อนซึ่งเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีชีวิตรอดร้อยละ 60 ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส มีชีวิตรอดทั้งหมด

การเจริญเติบโตในด้านความสูงเฉลี่ย พบว่า ต้นอ่อนที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1 – 3 หลังจากนั้นมีการเจริญอย่างช้าๆ จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนต้นอ่อนเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงสัปดาห์ที่ 1 – 6 หลังจากนั้นมีการเจริญอย่างช้าๆ และค่อนข้างจะคงที่ ส่วนต้นอ่อนที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ตลอดการทดลอง (แผนภาพ 3) เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 พบว่า ต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความสูงเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.60 $\pm$ 0.66 ซม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 1.42 $\pm$ 0.55 ซม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกับความสูงของต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่มีความสูง 0.26 $\pm$ 0.24 ซม ดังแสดงในตาราง 13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 3 ความสูงเฉลี่ยของต้นเมื่อเลี้ยงในอุณหภูมิต่างกัน ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

ตาราง 13 ผลของอุณหภูมิต่อความสูงต้น จำนวนใบ และความยาวใบเฉลี่ย

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความสูง[1] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[1]	ความยาว[1] (ซม)
20	0.26 ± 0.24^{b}	1.00 ± 0.94^{b}	0.34 ± 0.31^{b}
25	1.60 ± 0.66^{a}	3.20 ± 0.42^{a}	1.04 ± 0.25^{a}
30	1.42 ± 0.55^{a}	3.00 ± 0.00^{a}	1.04 ± 0.45^{a}

[1]อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางด้านของใบ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ต้นจากอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ใบมีสีเขียว จำนวนใบเฉลี่ยต่อต้นมากที่สุดคือ 3.20 ± 0.42 ใบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผลของอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ซึ่งมีจำนวนใบเฉลี่ย 3.00 ใบ จำนวนใบจาก 2 อุณหภูมินี้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากจำนวนใบเฉลี่ยจากต้นในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเพียง

1.00 ± 0.94 ใบ แต่ใบที่ได้จากการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีสีเขียวซีด ทางด้านความยาวใบเป็นไปในทำนองเดียวกัน (ตาราง 13)

ทางด้านรากเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า จำนวนรากเฉลี่ยจากต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20, 25 และ 30 องศาเซลเซียส ก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับความสูงต้น แต่ความยาวรากเฉลี่ยของต้นที่เลี้ยงในอุณหภูมิต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความยาวรากเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.02 ± 0.35 ซม. และต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความยาวรากเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 0.12 ± 0.11 ซม ดังแสดงในตาราง 14 อย่างไรก็ตามต้นที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เกิดรากที่มีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับที่พบจากต้นในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสด้วย

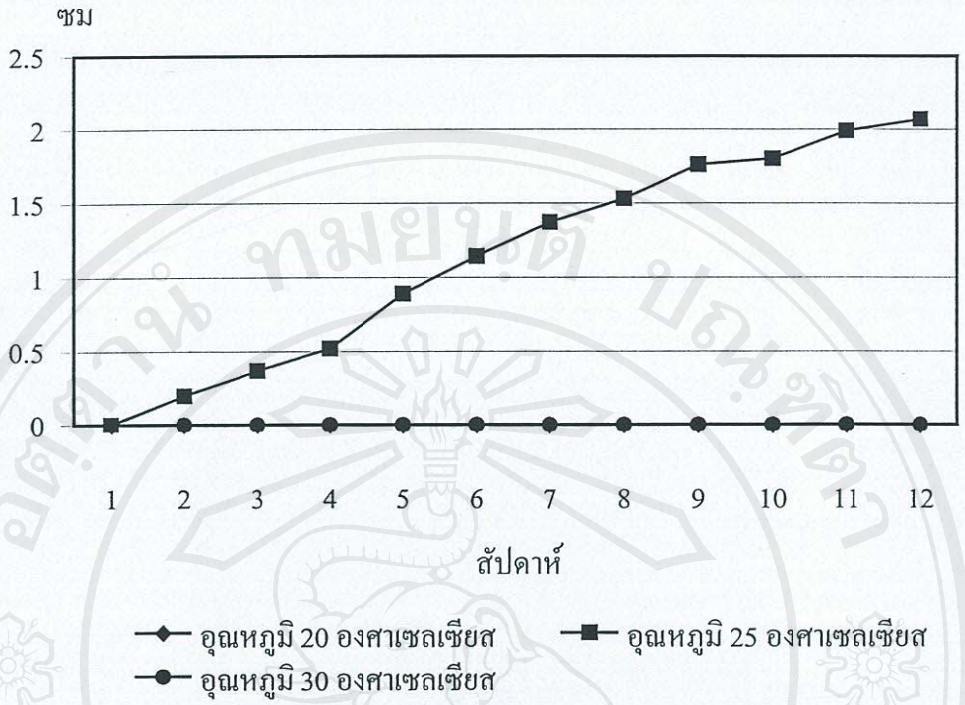
ตาราง 14 ผลของอุณหภูมิต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ราก	
	จำนวน[1]	ความยาว[1](ซม)
20	0.80 ± 0.79[b]	0.12 ± 0.11[c]
25	2.80 ± 0.79[a]	1.02 ± 0.35[a]
30	3.20 ± 1.03[a]	0.77 ± 0.25[b]

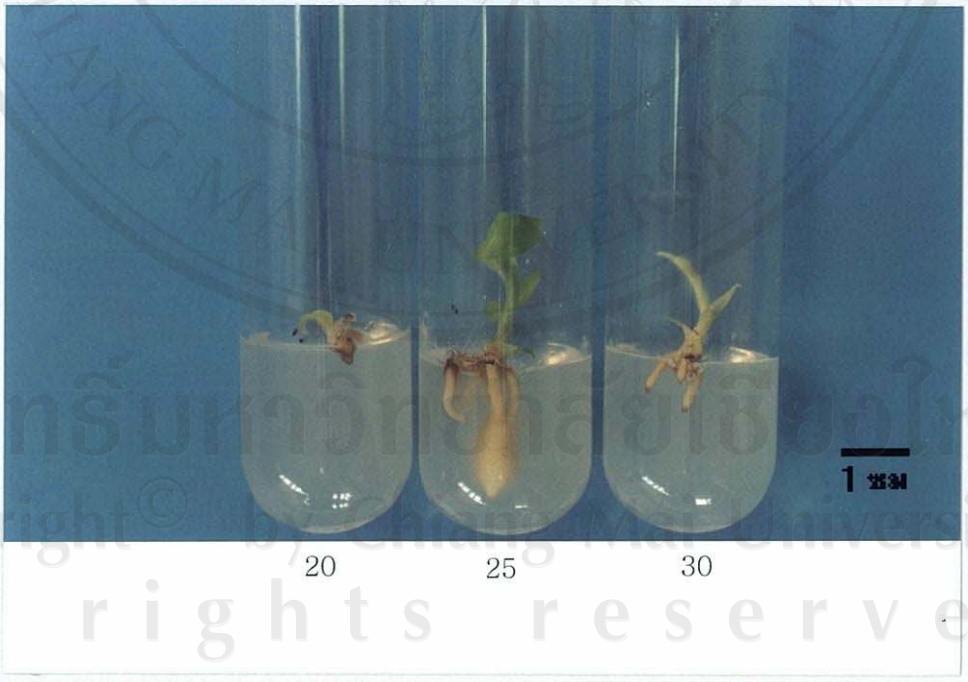
[1]อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

การเกิดหัวของต้นพบว่า เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 20 และ 30 องศาเซลเซียส ต้นไม่สามารถเกิดหัวได้ มีเพียงต้นที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เท่านั้นที่สามารถเกิดหัวได้ โดยพบว่าเกิดหลังจากการเลี้ยงนาน 1 สัปดาห์ และหัวเกิดบริเวณโคนต้น นอกจากนี้พบว่า การเจริญทางด้านความยาวหัวเป็นไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องไปจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 ดังแผนภาพ 4 เมื่อสิ้นสุดการทดลองหัวที่ได้มีความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย 0.47 ± 0.07 และ 2.07 ± 0.32 ซม ตามลำดับ ลักษณะของหัวที่ได้มีสีขาว ดังภาพ 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 4 ความยาวหัวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงในอุณหภูมิต่างกัน ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์



ภาพ 8 ต้นที่ได้จากการเลี้ยงที่อุณหภูมิต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 15 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
20	0^{b}	0^{b}
25	0.47 ± 0.07^{a}	2.07 ± 0.32^{a}
30	0^{b}	0^{b}

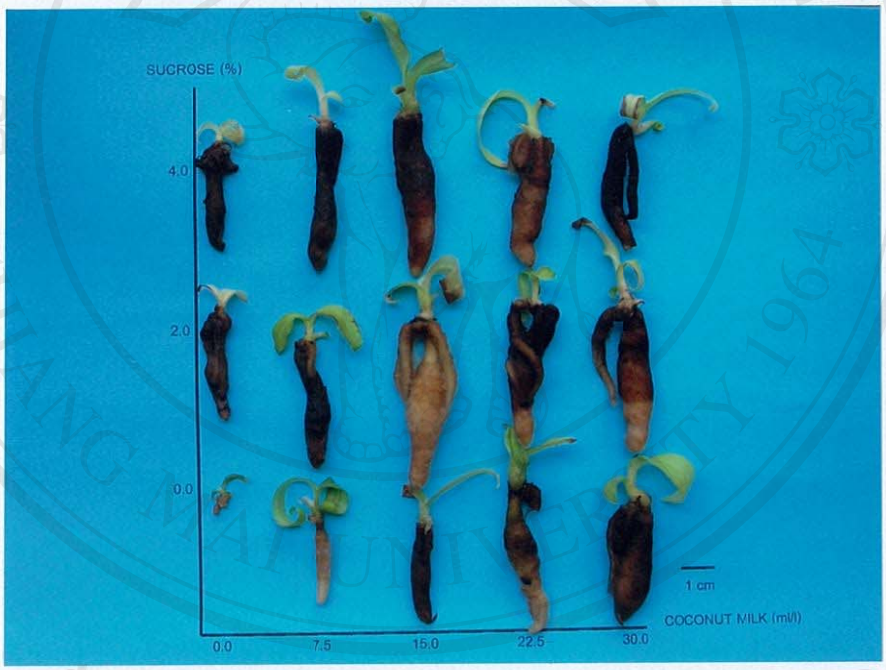
[1]อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

โดยสรุปอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และไม่มีการสร้างหัว ส่วนอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ให้ต้นที่มีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ และจำนวนรากไม่แตกต่างกัน แต่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีรากยาวกว่าและสามารถสร้างหัวได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2.2 ผลของความเข้มข้นของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่อการเจริญเติบโตของต้น และหัว

หลังจากย้ายต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดลงเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU1) ที่มีระดับของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่างกันพบว่า ต้นอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีน้ำตาลร่วมกับน้ำมะพร้าวทุกระดับ โดยไม่พบการตายของต้น จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 ต้นอ่อนที่ได้มีลักษณะปกติ แต่มีขนาดต้นและหัวต่างกัน ซึ่งเป็นผลของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ร่วมกันดังภาพ 9

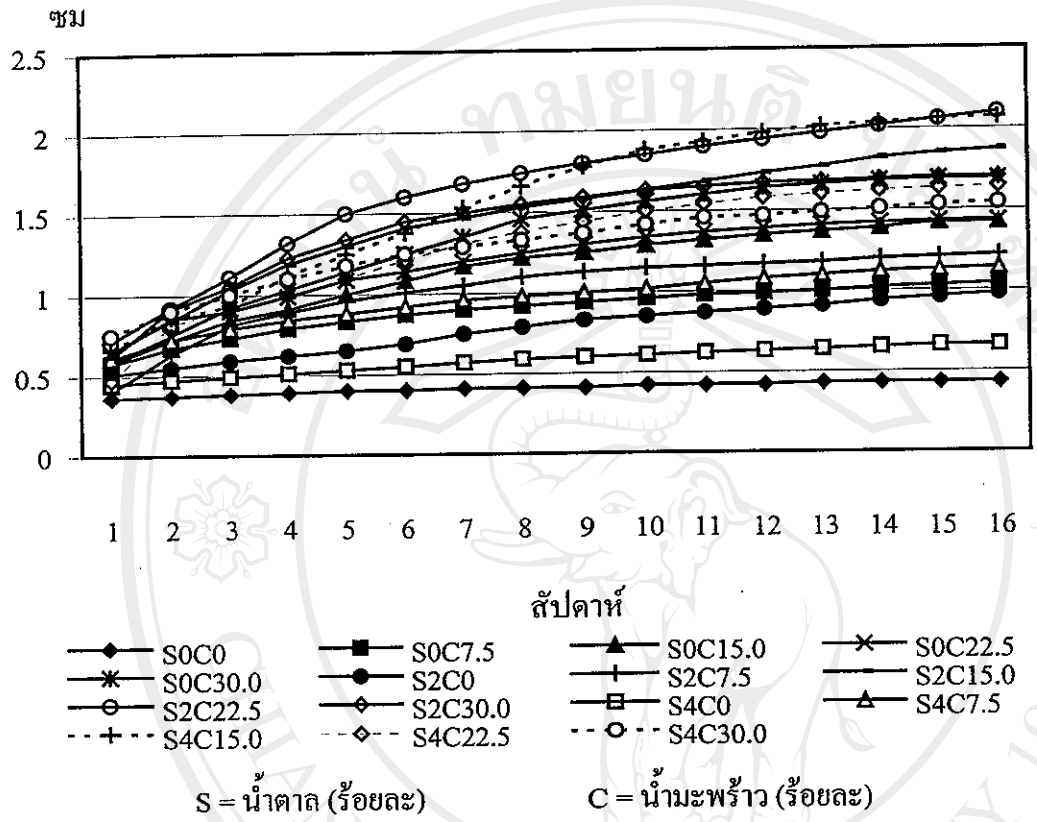


ภาพ 9 ต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มีระดับน้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 16 สัปดาห์

จากแผนภาพ 5 พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงเฉลี่ยของ ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำมะพร้าวมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ตลอดการทดลองโดยมีการเจริญทางด้านความสูงน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่เลี้ยงในอาหารส่วนผสมอื่น ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและน้ำมะพร้าวมีความสูงน้อยที่สุด ส่วนต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 22.5 โดยภาพรวมมีการเจริญเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทุกสัปดาห์ และตั้งแต่สัปดาห์ที่ 9 – 16 หลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเลี้ยงมีการเจริญดีพอๆ กับการเจริญด้านความสูงต้นจากอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15 ส่วนต้นที่เลี้ยงในส่วนผสมอื่นมีความสูงอยู่ในระดับปานกลาง



แผนภาพ 5 ความสูงเฉลี่ยของต้นเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือ น้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่อความสูง จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตาราง16) พบว่า น้ำตาลและ น้ำมะพร้าวไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ ต่อความสูงต้นเฉลี่ย แต่พบว่า น้ำตาลและน้ำมะพร้าวมีปฏิสัมพันธ์กันต่อ จำนวนใบเฉลี่ย โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า จำนวนใบเฉลี่ยในกลุ่มมากที่สุด คือ ต้นจากอาหารที่ไม่เติมน้ำตาล แต่ใช้น้ำมะพร้าวร้อยละ 15 หรือเติมน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 0, 15 หรือ 22.5 หรือเติมน้ำตาลร้อยละ 4 แต่ไม่เติมน้ำมะพร้าว สำหรับกลุ่มที่มีจำนวนใบเฉลี่ยรองลงมา คือ ต้นที่มาจากอาหารที่ไม่มีน้ำตาล แต่เพิ่มน้ำมะพร้าวเป็นร้อยละ 22.5 หรือ 30.0 แต่ถ้าเติมน้ำตาลร้อยละ 2 และลดน้ำมะพร้าวลงเป็นร้อยละ 7.5 ก็ให้ผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่นเดียวกับเมื่อเพิ่มน้ำตาลเป็นร้อยละ 4 และเติมน้ำมะพร้าวร้อยละ 7.5, 15.0 และ 22.5 แต่เมื่อใช้น้ำตาลระดับนี้ และใช้น้ำมะพร้าวระดับสูงขึ้นอีกเป็นร้อยละ 30.0 จำนวนใบเฉลี่ยจัดอยู่ในกลุ่มน้อยที่สุด เช่นเดียวกับผลที่ได้จากการไม่ใช้น้ำตาล และน้ำมะพร้าวเลย ในด้านความยาวเฉลี่ยของใบ พบว่ากลุ่มที่ยาวที่สุดมาจากอาหารที่เติมน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 หรือ 22.5 หรือเมื่อเพิ่มน้ำตาลเป็นร้อยละ 4 และใช้ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 แต่ถ้าไม่ใช้น้ำตาลเลยสามารถเพิ่มน้ำมะพร้าวเป็นร้อยละ 30.0 ส่วนความยาวเฉลี่ยน้อยที่สุดมาจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลทุกระดับแต่ไม่มีน้ำมะพร้าว หรือเมื่อใช้น้ำตาลความเข้มข้นร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวระดับสูงสุด ส่วนต้นจากส่วนผสมของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับอื่นให้ผลแตกต่างกันไปอยู่ในกลุ่มปานกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 16 ผลของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับต่างกันต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	ความสูง[n.s.] (ซม)	ใบ	
			จำนวน[1]	ความยาว[1] (ซม)
0	0	0.43 ± 0.15	2.20 ± 0.42^{d}	0.88 ± 0.48^{g}
	7.5	1.04 ± 0.21	2.40 ± 0.52^{cd}	1.83 ± 0.41^{bcd}
	15.0	1.42 ± 0.51	3.00 ± 0.67^{ab}	1.56 ± 0.71^{def}
	22.5	1.43 ± 0.39	2.80 ± 0.42^{bc}	1.69 ± 0.65^{cdc}
	30.0	1.69 ± 0.79	2.60 ± 0.52^{bcd}	2.14 ± 0.42^{abc}
2	0	0.98 ± 0.24	3.00 ± 0.67^{ab}	1.07 ± 0.18^{fg}
	7.5	1.22 ± 0.25	2.60 ± 0.52^{bcd}	1.72 ± 0.63^{cdc}
	15.0	1.87 ± 0.49	3.40 ± 0.52^{a}	2.16 ± 0.27^{abc}
	22.5	2.10 ± 0.85	3.00 ± 0.00^{ab}	2.52 ± 0.95^{a}
	30.0	1.70 ± 0.33	2.40 ± 0.52^{cd}	1.90 ± 0.40^{bcd}
4	0	0.66 ± 0.18	3.00 ± 0.00^{ab}	0.81 ± 0.21^{g}
	7.5	1.14 ± 0.65	2.80 ± 0.42^{bc}	1.07 ± 0.49^{fg}
	15.0	2.07 ± 0.65	2.80 ± 0.42^{bc}	2.32 ± 1.13^{ab}
	22.5	1.64 ± 0.40	2.80 ± 0.42^{bc}	1.65 ± 0.65^{cdc}
	30.0	1.54 ± 0.94	2.20 ± 1.23^{d}	1.22 ± 0.80^{cfg}

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1]อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 17 ผลของระดับน้ำตาลต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	ความสูง[1] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[n.s.]	ความยาว[1] (ซม)
0	1.20 ± 0.63^{b}	2.60 ± 0.57	1.62 ± 0.68^{ab}
2	1.57 ± 0.63^{a}	2.88 ± 0.59	1.87 ± 0.73^{a}
4	1.41 ± 0.77^{ab}	2.72 ± 0.67	1.41 ± 0.87^{b}

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลของน้ำตาลต่อความสูง จำนวน และความยาวใบ พบว่า ความเข้มข้นน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ให้ความสูงเฉลี่ยของต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลที่ได้รับจากการไม่ใช้น้ำตาลเลยให้ความสูงต้นเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่รับน้ำตาลร้อยละ 2 (ตาราง 17) จำนวนใบเฉลี่ยของต้นที่ได้รับความเข้มข้นน้ำตาลต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวนใบอยู่ระหว่าง $2.60 \pm 0.57 - 2.88 \pm 0.59$ ใบ ด้านความยาวใบเมื่อไม่ใช้น้ำตาล หรือน้ำตาลร้อยละ 2 ให้ใบที่มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้น้ำตาลร้อยละ 2 ให้ความยาวใบมากกว่าที่ได้รัยจากน้ำตาลร้อยละ 4 อย่างมีนัยสำคัญ

ผลของน้ำมะพร้าว พบว่า ความเข้มข้นน้ำตาลร้อยละ 15.0 – 30.0 ให้ความสูงเฉลี่ยของต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่การไม่ใช้น้ำมะพร้าวให้ต้นที่มีความสูงต้นต่ำสุดเพียง 0.69 ± 0.30 ซม และความยาวใบเฉลี่ยให้ผลไปในทำนองเดียวกันกับความสูง แต่จำนวนใบเฉลี่ยพบว่า การใช้น้ำมะพร้าวร้อยละ 30.0 ให้จำนวนใบเฉลี่ยต่ำสุด และการใช้น้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 – 22.5 ให้จำนวนใบเฉลี่ยอยู่ในกลุ่มมากที่สุด และน้ำมะพร้าวระดับลดลงให้จำนวนใบลดลงด้วย (ตาราง 18)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 18 ผลของระดับน้ำมะพร้าวต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	ความสูง[1] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[1]	ความยาว[1] (ซม)
0	0.69 ± 0.30^{c}	2.73 ± 0.58^{b}	0.92 ± 0.33^{b}
7.5	1.13 ± 0.41^{b}	2.60 ± 0.49^{bc}	1.54 ± 0.61^{b}
15.0	1.78 ± 0.60^{a}	3.07 ± 0.58^{a}	2.02 ± 0.83^{a}
22.5	1.72 ± 0.63^{a}	2.87 ± 0.35^{ab}	1.95 ± 0.84^{a}
30.0	1.65 ± 0.72^{a}	2.40 ± 0.81^{c}	1.76 ± 0.68^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือ น้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

ทางด้านรากน้ำตาลและน้ำมะพร้าวมีปฏิสัมพันธ์กัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 พบว่า จำนวนรากเฉลี่ยในกลุ่มที่มากที่สุดได้มาจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และใช้ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 7.5, 15.0 และ 22.5 หรือน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 และ 22.5 หรือเมื่อใช้น้ำมะพร้าวอย่างเดียว แต่ไม่เติมน้ำตาลเลย ส่วนรากจากอาหารส่วนผสมอื่นให้จำนวนน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ และจะเป็นผลชัดยิ่งขึ้น เมื่อใช้น้ำตาลระดับต่ำสุด คือ ร้อยละ 2 และไม่เติมน้ำมะพร้าว นอกจากนี้ถ้าไม่ใช้น้ำตาล และไม่เติมน้ำมะพร้าวด้วย ต้นไม่เกิดรากเลย

ส่วนความกว้างเฉลี่ยของราก พบว่า ความกว้างมากที่สุดมาจากต้นที่ใช้อาหารที่เติมน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวระดับสูงร้อยละ 22.5 และ 30.0 หรือน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 22.5 เมื่อใช้น้ำตาลระดับนี้ร่วมกับน้ำมะพร้าวความเข้มข้นอื่น ให้ความกว้างเฉลี่ยรองลงมา โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับความกว้างรากจากในอาหารที่ไม่เติมน้ำตาล แต่เติมน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 และกลุ่มที่รากมีความกว้างน้อยถึงน้อยสุด มาจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล หรือใช้น้ำตาลร้อยละ 2 และเติมน้ำมะพร้าวระดับต่ำสุด

การเจริญด้านความยาวรากเฉลี่ยของราก พบว่า รากยาวที่สุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติมน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 22.5 และที่น้ำตาลระดับนี้ใช้ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 7.5, 15.0 หรือ 30.0 ให้ผลรองลงมาเช่นเดียวกับความยาวจากอาหารที่เติมน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำมะพร้าวระดับสูงร้อยละ 22.5 หรือ30.0 ในขณะที่น้ำตาลระดับสูงสุดร้อยละ 4 โดยไม่เติมน้ำมะพร้าวให้ความยาวรากน้อยกว่า และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลจากการใช้น้ำมะพร้าวระดับสูงสุดเพียงอย่างเดียว (ตาราง 19) ความยาวรากยิ่งลดลง ถ้าใช้น้ำตาลร้อยละ 2 และไม่ใช้น้ำมะพร้าวร่วมด้วย และจะเห็นผลชัดขึ้นไปอีก หากไม่ใช้น้ำตาลในอาหาร แม้ว่าจะใช้น้ำมะพร้าวความเข้มข้นต่ำกว่าร้อยละ 30.0 ร่วมด้วย และเมื่อไม่เติมทั้งน้ำตาล และน้ำมะพร้าวต้นไม่เกิดรากเลย

ตาราง 19 ผลของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับต่างกันต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	ราก		
		จำนวน[1]	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0	-	-	-
	7.5	2.20 ± 0.42^{cd}	0.11 ± 0.03^{cf}	0.48 ± 0.28^{d}
	15.0	2.80 ± 0.79^{abc}	0.15 ± 0.02^{bcde}	0.59 ± 0.19^{d}
	22.5	1.60 ± 1.08^{de}	0.14 ± 0.08^{de}	0.46 ± 0.29^{d}
	30.0	2.40 ± 0.84^{bcd}	0.14 ± 0.03^{cde}	1.03 ± 0.28^{c}
2	0	0.80 ± 1.23^{ef}	0.08 ± 0.10^{f}	0.25 ± 0.32^{de}
	7.5	2.80 ± 0.79^{abc}	0.13 ± 0.02^{e}	0.48 ± 0.15^{d}
	15.0	2.80 ± 0.42^{abc}	0.14 ± 0.03^{de}	1.01 ± 0.53^{c}
	22.5	3.20 ± 1.22^{ab}	0.20 ± 0.06^{ab}	1.55 ± 0.55^{b}
	30.0	2.40 ± 0.52^{bcd}	0.19 ± 0.01^{abc}	1.55 ± 0.55^{b}
4	0	2.00 ± 0.94^{cd}	0.16 ± 0.09^{bcde}	1.04 ± 0.51^{c}
	7.5	2.40 ± 0.84^{bcd}	0.16 ± 0.03^{bcde}	1.58 ± 0.52^{b}
	15.0	3.60 ± 1.43^{a}	0.16 ± 0.04^{bcde}	1.36 ± 0.32^{bc}
	22.5	3.20 ± 1.22^{ab}	0.24 ± 0.05^{a}	2.01 ± 0.49^{a}
	30.0	2.20 ± 1.40^{cd}	0.18 ± 0.11^{bcd}	1.27 ± 0.75^{bc}

[1]อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 20 ผลของระดับน้ำตาลต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	ราก		
	จำนวน[1]	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	1.80 ± 1.21^{b}	0.11 ± 0.07^{c}	0.51 ± 0.40^{c}
2	2.40 ± 1.21^{a}	0.15 ± 0.07^{b}	0.97 ± 0.69^{b}
4	2.68 ± 1.29^{a}	0.18 ± 0.07^{a}	1.45 ± 0.61^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลของน้ำตาลต่อราก พบว่า การเลี้ยงต้นในอาหารที่มีน้ำตาลและไม่มีน้ำตาลให้จำนวนรากเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ให้จำนวนรากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลต่อความกว้างและความยาวเฉลี่ยของราก พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ การใช้น้ำตาลร้อยละ 4 ให้ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.18 ± 0.07 และ 1.45 ± 0.61 ซม ตามลำดับ และการไม่ใช้น้ำตาลให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ตาราง 20)

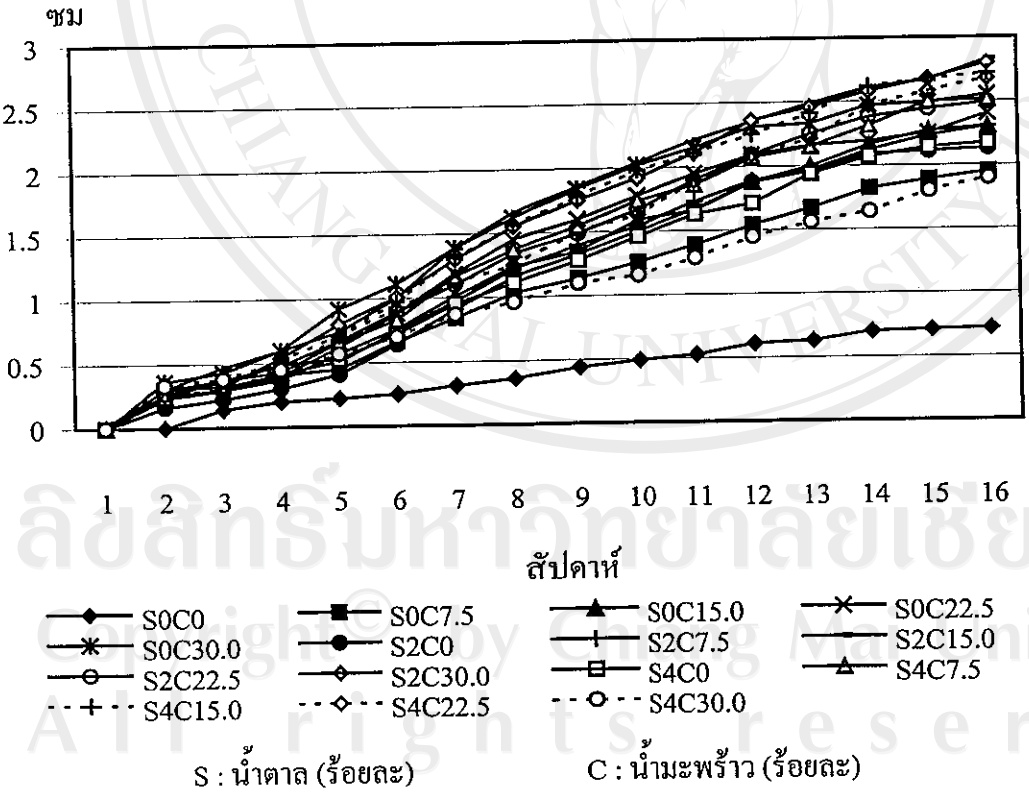
ผลของน้ำมะพร้าว พบว่า ต้นที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด แต่ไม่แตกต่างกับการเลี้ยงด้วยน้ำมะพร้าวร้อยละ 22.5 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.07 ± 1.01 และ 2.67 ± 1.37 ราก ตามลำดับ และน้ำมะพร้าวระดับสูงถึงร้อยละ 30.0 หรือต่ำร้อยละ 7.5 ทำให้จำนวนรากลดลง แต่การเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่มีน้ำมะพร้าวต้นมีจำนวนรากน้อยสุดเพียง 0.93 ± 1.20 ราก ส่วนผลต่อความกว้างและความยาวรากเฉลี่ยให้ผลไปในทำนองเดียวกัน คือ การใช้น้ำมะพร้าวร้อยละ 22.5 – 30.0 ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และขนาดลดลงตามความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวที่ใช้และ การเลี้ยงโดยไม่ใช้น้ำมะพร้าวให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ตาราง 21)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 21 ผลของระดับน้ำมะพร้าวต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	ราก		
	จำนวน[1]	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.93 ± 1.20^{c}	0.08 ± 0.10^{d}	0.43 ± 0.56^{d}
7.5	2.47 ± 0.73^{b}	0.13 ± 0.03^{c}	0.85 ± 0.63^{b}
15.0	3.07 ± 1.01^{a}	0.15 ± 0.03^{bc}	0.99 ± 0.48^{bc}
22.5	2.67 ± 1.37^{ab}	0.19 ± 0.08^{a}	1.34 ± 0.80^{a}
30.0	2.33 ± 0.96^{b}	0.17 ± 0.07^{ab}	1.28 ± 0.59^{ab}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน



แผนภาพ 6 ความยาวหัวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 22 ผลของน้ำตาล และน้ำมะพร้าวระดับต่างกันต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	หัว	
		ความกว้าง[n.s.] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0	0.19 ± 0.02	0.72 ± 0.23^{h}
	7.5	0.32 ± 0.08	1.95 ± 0.38^{fg}
	15.0	0.50 ± 0.12	2.30 ± 0.41^{cdef}
	22.5	0.60 ± 0.14	2.40 ± 0.21^{bcde}
	30.0	0.70 ± 0.16	2.55 ± 0.26^{abc}
2	0	0.39 ± 0.04	2.13 ± 0.38^{efg}
	7.5	0.49 ± 0.18	2.30 ± 0.16^{cdef}
	15.0	0.70 ± 0.12	2.83 ± 0.44^{a}
	22.5	0.80 ± 0.18	2.49 ± 0.17^{abcde}
	30.0	0.70 ± 0.21	2.80 ± 0.47^{a}
4	0	0.41 ± 0.10	2.17 ± 0.35^{defg}
	7.5	0.41 ± 0.05	2.51 ± 0.42^{abcd}
	15.0	0.68 ± 0.11	2.72 ± 0.28^{ab}
	22.5	0.76 ± 0.31	2.68 ± 0.23^{ab}
	30.0	0.71 ± 0.40	1.90 ± 1.01^{g}

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือ น้ำตาล และน้ำมะพร้าวต่อความกว้าง และ ความยาวหัวเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 พบว่า น้ำตาลและน้ำมะพร้าวไม่มีผลปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อความกว้างเฉลี่ยของหัว แต่น้ำตาลและน้ำมะพร้าวมีผลร่วมกันต่อการเจริญด้านความยาวของหัว (แผนภาพ 6) โดยพบว่า ความยาวหัวเริ่มเจริญในสัปดาห์ที่ 1 หลังการเลี้ยงและมีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสัปดาห์ที่ 16 โดยมีการเจริญเป็นไปในทำนองเดียวกัน แต่การเจริญด้านความยาวของหัวน้อย เมื่อไม่ใช้น้ำตาลและใช้น้ำมะพร้าวความเข้มข้นต่ำคือร้อยละ 7.5 หรือเมื่อใช้น้ำตาลระดับสูงสุดร่วมกับน้ำมะพร้าวระดับสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อไม่ใช้น้ำตาล หรือน้ำมะพร้าวเลย ความยาวหัวเริ่มตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 โดยมีการเจริญช้า และน้อยที่สุด

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ความยาวเฉลี่ยของหัวในกลุ่มยาวที่สุด มาจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ใช้น้ำมะพร้าวเพียงอย่างเดียวร้อยละ 30.0 หรือใช้น้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 – 30.0 หรือใช้น้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 7.5 – 22.5 แต่ความยาวลดลงอย่างมีนัยสำคัญในทุกความเข้มข้นของน้ำตาล เมื่อใช้ความเข้มข้นน้ำมะพร้าวน้อยลง และความยาวเฉลี่ยของหัวต่ำสุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและน้ำมะพร้าว นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลมากที่สุด ใช้ร่วมกับน้ำมะพร้าวความเข้มข้นสูงสุดก็ทำหัวยาวน้อยที่สุดเช่นกัน

ตาราง 23 ผลของระดับน้ำตาลต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.46 ± 0.22^{b}	1.89 ± 0.73^{b}
2	0.62 ± 0.22^{a}	2.51 ± 0.44^{a}
4	0.59 ± 0.27^{a}	2.40 ± 0.61^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาผลของน้ำตาลอย่างเดียว พบว่า อาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อ ความกว้างและความยาวหัวเฉลี่ย ในขณะที่การไม่ใช้น้ำตาลมีผลทำให้หัวที่ได้มีความกว้างและความยาวหัวเฉลี่ยต่ำสุด (ตาราง 23)

ตาราง 24 ผลของระดับน้ำมะพร้าวต่อ ความกว้างหัว และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำมะพร้าว (ร้อยละ)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.33 ± 0.12^{b}	1.67 ± 0.76^{c}
7.5	0.40 ± 0.13^{b}	2.26 ± 0.40^{b}
15.0	0.63 ± 0.14^{a}	2.61 ± 0.44^{a}
22.5	0.72 ± 0.23^{a}	2.52 ± 0.23^{ab}
30.0	0.71 ± 0.27^{a}	2.42 ± 0.75^{ab}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

จากตาราง 24 พบว่า หัวที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวมีความกว้างและความยาวเฉลี่ยของหัวเพิ่มขึ้น โดยต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 – 30.0 ให้ขนาดหัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งด้านความกว้าง และความยาว แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหัวจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำมะพร้าวหรือมีน้ำมะพร้าวร้อยละ 7.5 โดยความกว้าง และความยาวน้อยที่สุด เมื่อไม่เติมน้ำมะพร้าวในอาหารที่เลี้ยง

โดยสรุปต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและน้ำมะพร้าวมีการเจริญต่ำสุด และอาหารที่ไม่มีน้ำมะพร้าวมีอัตราการเจริญช้ามาก น้ำตาลและน้ำมะพร้าวไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อความสูง และความกว้างหัว โดยรวมแล้วการเลี้ยงต้นอ่อนในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 มีการเจริญเติบโตดี แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นขึ้นทำให้การเจริญเติบโตลดลง

เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล พบว่า น้ำตาลไม่มีผลต่อจำนวนใบ แต่ในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 มีความยาวใบสูงสุด ในขณะที่น้ำตาลร้อยละ 4 ให้ความกว้างและความยาวรากสูงสุด

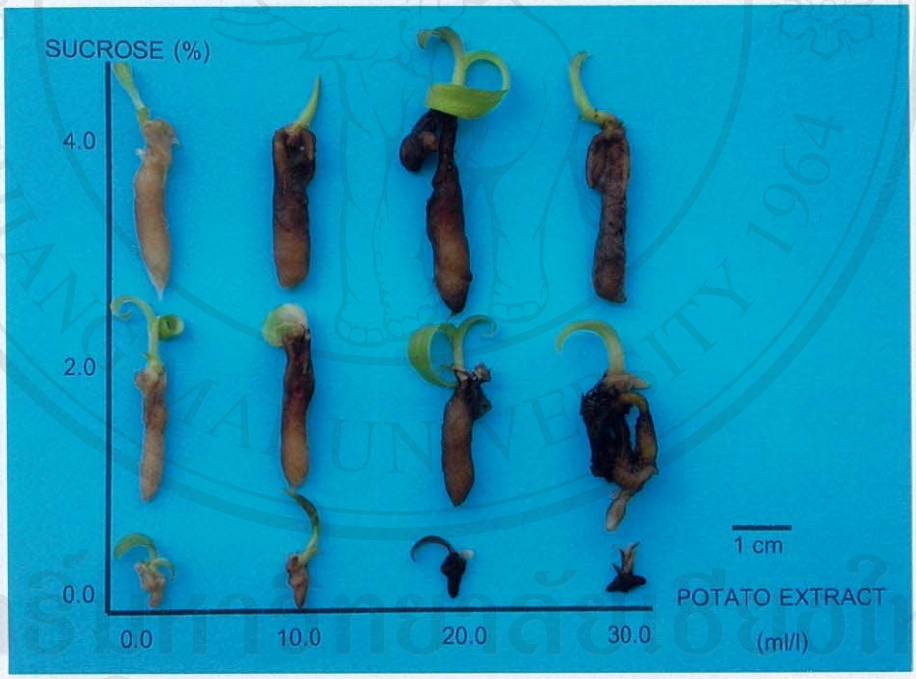
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลของปัจจัยหลัก คือน้ำมะพร้าว พบว่าต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 – 22.5 ให้ต้นที่มีจำนวนใบ และจำนวนรากอยู่ในกลุ่มสูง ขณะที่ความเข้มข้นร้อยละ 22.5 – 30.0 ให้ความกว้างและความยาวรากสูงสุด ส่วนความสูง ความยาวใบ ความกว้างและความยาวหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวร้อยละ 15.0 – 30.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2.3 ผลของความเข้มข้นของน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต่อการเจริญเติบโตของต้น และหัว

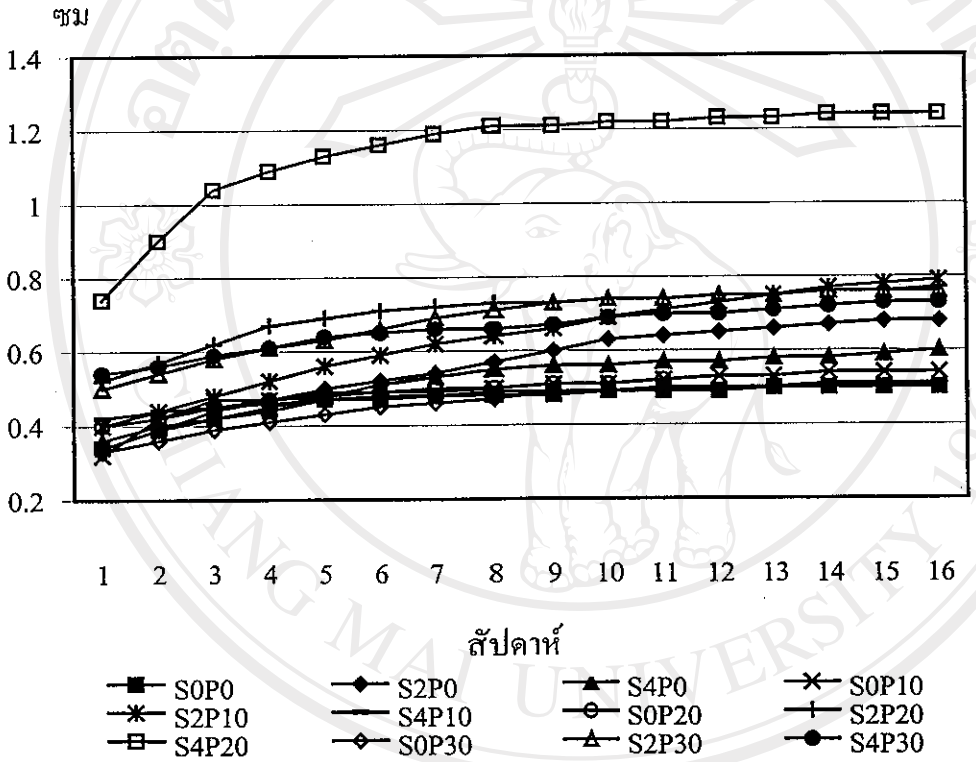
หลังจากย้ายต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดลงเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU1) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดต่างกันพบว่าต้นอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ยกเว้นอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีน้ำมันฝรั่งสกัดที่ 20 และ 30 ก/ล ต้นมีการเจริญเติบโตน้อยมาก ต้นเป็นสีดำ และตายก่อนสิ้นสุดการทดลอง ลักษณะของต้นที่ได้จากการเลี้ยงในการทดลองนี้ได้แสดงในภาพ 10 และ พบว่าน้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดมีผลต่อความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ จำนวนราก ความยาวราก ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว เมื่อเลี้ยงนาน 16 สัปดาห์แตกต่างกันไป



ภาพ 10 ต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มีระดับน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงพบว่า ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัดที่ 20 ก/ล มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าต้นที่เลี้ยงในอาหารส่วนผสมอื่นอย่างเห็นได้ชัด ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 โดยความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 8 สัปดาห์แรก และต้นมีความสูงเฉลี่ยมากกว่า 1 ซม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 3 ในขณะที่ต้นที่เลี้ยงในอาหารอื่นมีความสูงไม่เกิน 0.8 ซม จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง (แผนภาพ 7) และต้นที่เลี้ยงในอาหารทีไม่มีน้ำตาลแต่มีน้ำมันฝรั่งสกัดที่ 20 หรือ 30 ก/ล ตายตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และ 9 ตามลำดับ



S = น้ำตาล (ร้อยละ) P = น้ำมันฝรั่งสกัด (ก/ล)

แผนภาพ 7 การเจริญทางด้านความสูงเฉลี่ยของต้นเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลปฏิสัมพันธ์ (ตาราง 25) และผลของปัจจัยหลัก คือ น้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต่อความสูง จำนวนใบ และความยาวใบเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัดที่ 20 ก/ล มีความสูงเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.24 $\pm$ 0.33 ซม ซึ่งมีความแตกต่างกับต้นที่เลี้ยงในอาหารส่วนผสมอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

น้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในเรื่องจำนวนใบเฉลี่ย คือ จำนวนใบในกลุ่มที่มากที่สุดได้มาจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่เติมน้ำตาล ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 0 และ 10 ก/ล หรือ น้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 10 และ 20 ก/ล หรือน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 0 และ 20 ก/ล พบว่าจำนวนใบเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อใช้น้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งเข้มข้นสูง 30 ก/ล และผลนี้จะเห็นได้ชัดขึ้นเมื่อเพิ่มน้ำตาลเป็นร้อยละ 4

ในด้านความยาวเฉลี่ยของใบที่มากที่สุดได้จากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 10 ก/ล หรือน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัดเพิ่มเป็น 20 ก/ล ส่วนกลุ่มที่มีความยาวใบรองลงมา คือ ต้นจากอาหารที่เติมน้ำตาลร้อยละ 2 แต่ไม่เติมน้ำมันฝรั่งสกัด หรือที่ไม่เติมน้ำตาลแต่ใช้มันฝรั่งสกัด 10 ก/ล หรือที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ใช้ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัดระดับอื่น ยกเว้นที่ 20 ก/ล และเมื่อไม่เติมทั้งน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต้นมีความยาวเฉลี่ยของใบน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 25 ผลของน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดระดับต่างกันต่อความสูงต้น จำนวน และ ความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมันฝรั่งสกัด (ก/ล)	ความสูง[1] (ซม)	ใบ	
			จำนวน[1]	ความยาว[1] (ซม)
0	0	0.50 ± 0.13^{b}	2.40 ± 0.52^{a}	0.38 ± 0.09^{d}
	10	0.54 ± 0.28^{b}	2.20 ± 0.42^{a}	0.58 ± 0.31^{cd}
	20	-	-	-
	30	-	-	-
2	0	0.68 ± 0.33^{b}	1.80 ± 0.78^{bc}	0.59 ± 0.23^{cd}
	10	0.79 ± 0.27^{b}	2.00 ± 0.00^{abc}	0.94 ± 0.31^{ab}
	20	0.77 ± 0.61^{b}	2.20 ± 1.40^{ab}	0.85 ± 0.59^{bc}
	30	0.76 ± 0.43^{b}	1.60 ± 0.84^{c}	0.82 ± 0.44^{bc}
4	0	0.60 ± 0.33^{b}	2.00 ± 0.00^{abc}	0.55 ± 0.17^{cd}
	10	0.51 ± 0.17^{b}	1.80 ± 0.42^{bc}	0.56 ± 0.18^{cd}
	20	1.24 ± 0.31^{a}	2.20 ± 0.42^{ab}	1.23 ± 0.45^{a}
	30	0.73 ± 0.75^{b}	1.00 ± 0.94^{d}	0.60 ± 0.60^{cd}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาผลของน้ำตาลอย่างเดียว ต่อความสูง จำนวนและความยาวใบเฉลี่ย พบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกันคือ ต้นที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากไม่ใช้น้ำตาลมีผลให้ต้นที่ได้มีความสูง จำนวนและความยาวใบเฉลี่ยต่ำสุดและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีน้ำตาล ดังแสดงในตาราง 26

ตาราง 26 ผลของระดับน้ำตาลต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	ความสูง [1] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[1]	ความยาว[1] (ซม)
0	0.26 ± 0.30^{b}	1.15 ± 1.21^{b}	0.24 ± 0.30^{b}
2	0.75 ± 0.41^{a}	1.90 ± 0.90^{a}	0.80 ± 0.42^{a}
4	0.77 ± 0.52^{a}	1.75 ± 0.71^{a}	0.73 ± 0.48^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลของน้ำมันฝรั่งสกัด พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันฝรั่งสกัดไม่มีผลต่อความสูง และความยาวใบเฉลี่ย แต่มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ยโดยพบว่า การไม่ใช้น้ำมันฝรั่งสกัด หรือใช้ที่ความเข้มข้นต่ำให้จำนวนใบเฉลี่ยมากและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลทำให้มีจำนวนใบเฉลี่ยลดลง และจำนวนใบเฉลี่ยต่ำสุดคือ 0.87 ± 0.97 ใบ เมื่อเลี้ยงต้นที่ความเข้มข้น 30 ก/ล (ตาราง 27)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 27 ผลของระดับน้ำมันฝรั่งสกัดต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

มันฝรั่งสกัด (ก/ล)	ความสูง[n.s.] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[1]	ความยาว[n.s.] (ซม)
0	0.60 ± 0.28	2. 07 ± 0.58[a]	0.51 ± 0.19
10	0.61 ± 0.27	2.00 ± 0.37[a]	0.70 ± 0.32
20	0.67 ± 0.64	1.47 ± 1.33[b]	0.69 ± 0.67
30	0.50 ± 0.60	0.87 ± 0.97[c]	0.47 ± 0.54

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1/] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย

จากตาราง 28 พบว่า จำนวนรากเฉลี่ยเกิดขึ้นในต้นที่รอดตายในทุกกรรมวิธีอยู่ในกลุ่มที่พอ ๆ กัน คือ อยู่ระหว่าง 2.40 ± 1.08 – 3.40 ± 3.24 ราก ยกเว้นจำนวนที่ได้จากการไม่ใช้น้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดเลย ความยาวเฉลี่ยของรากที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 10 และ 30 ก/ล หรือ น้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 20 – 30 ก/ล ให้ความยาวรากในกลุ่มสูง โดยให้ความยาวรากอยู่ระหว่าง 0.99 ± 0.59 – 0.73 ± 0.70 ซม และหากเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัด หรือมีน้ำมันฝรั่งสกัดความเข้มข้นต่ำอย่างเดียว ให้ต้นที่มีความยาวรากน้อยสุดแตกต่างจากอาหารส่วนผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

ผลของน้ำตาลอย่างเดียวต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย พบว่า ให้ผลไปในทำนองเดียวกันคือการใช้ความเข้มข้นน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลต้นที่ได้มีจำนวนและความยาวรากต่ำสุด และแตกต่างกับการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 29)

ผลเดี่ยวของน้ำมันฝรั่งสกัด พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันฝรั่งสกัดไม่มีผลต่อความยาวรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ย โดยใช้น้ำมันฝรั่งสกัดที่ความเข้มข้น 10 ก/ล ให้จำนวนรากสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการไม่ใช้น้ำมันฝรั่งสกัดหรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ที่ความเข้มข้น 20 ก/ล แต่หากเลี้ยงที่ความเข้มข้น 30 ก/ล ให้จำนวนรากเฉลี่ยต่ำสุด ดังแสดงในตาราง 30

ตาราง 28 ผลของน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดระดับต่างกันต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมันฝรั่งสกัด (ก/ล)	ราก	
		จำนวน[1]	ความยาว[1](ซม)
0	0	1.40 ± 1.26^{c}	0.21 ± 0.21^{de}
	10	2.40 ± 1.08^{abc}	0.23 ± 0.10^{de}
	20	-	-
	30	-	-
2	0	2.80 ± 0.79^{ab}	0.61 ± 0.43^{bc}
	10	2.80 ± 1.23^{ab}	0.77 ± 0.21^{ab}
	20	3.40 ± 3.24^{a}	0.66 ± 0.46^{bc}
	30	2.00 ± 1.33^{bc}	0.99 ± 0.59^{a}
4	0	2.80 ± 0.79^{ab}	0.40 ± 0.32^{cd}
	10	3.00 ± 0.67^{ab}	0.62 ± 0.24^{bc}
	20	2.80 ± 0.78^{ab}	0.92 ± 0.26^{ab}
	30	2.80 ± 3.08^{ab}	0.73 ± 0.70^{ab}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 29 ผลของระดับน้ำตาลต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	ราก	
	จำนวน [1]	ความยาว[1] (ซม)
0	0.95 ± 1.30^{b}	0.11 ± 0.16^{b}
2	2.75 ± 1.89^{a}	0.76 ±อ 0.45^{a}
4	2.85 ± 1.61^{a}	0.67 ± 0.45^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ตาราง 30 ผลของระดับน้ำมันฝรั่งสกัดต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำมันฝรั่งสกัด (ก/ล)	ราก	
	จำนวน[1]	ความยาว[n.s.] (ซม)
0	2.33 ± 1.15^{ab}	0.41 ± 0.36
10	2.73 ± 1.01^{a}	0.54 ± 0.30
20	2.07 ± 2.39^{ab}	0.52 ± 0.49
30	1.60 ± 2.22^{b}	0.57 ± 0.67

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

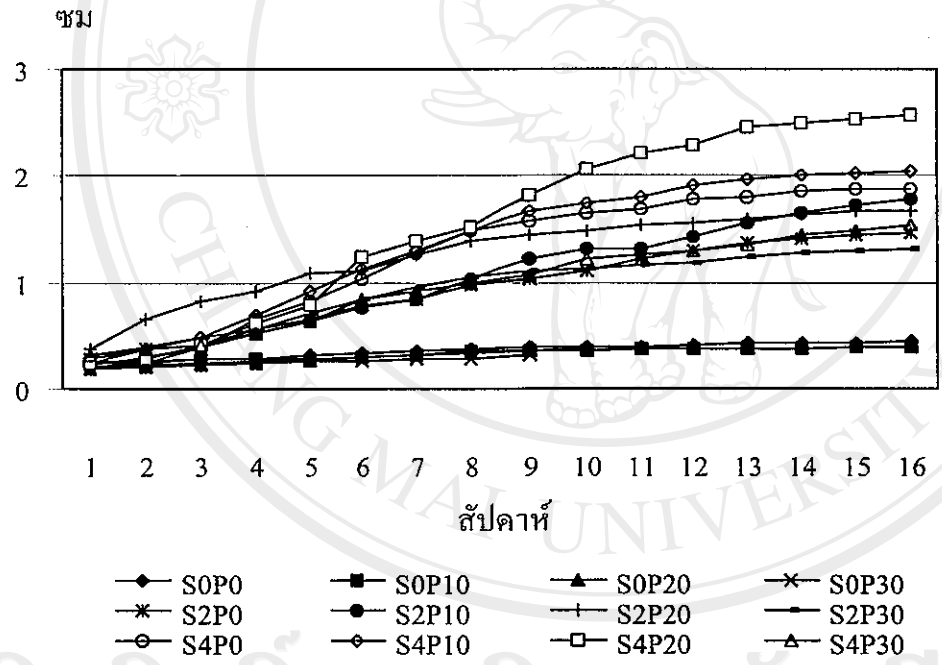
[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือ น้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดต่อความกว้างและความยาวหัวเฉลี่ย

การเจริญเติบโตทางด้านความยาวหัวพบว่าในสัปดาห์ที่ 1 – 5 ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 20 ก/ล มีการเจริญเติบโตสูงกว่าต้นที่เลี้ยงในอาหารส่วนผสมอื่นๆ เล็กน้อย แต่ต่อมาอัตราการเจริญค่อนข้างคงที่ (แผนภาพ 8) ในขณะที่ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 20 ก/ล มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตลอดการทดลอง ทำให้มีความยาวหัวสูงสุด และต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัด หรือมีเพียงน้ำมันฝรั่งสกัดที่ 10 ก/ล มีความยาวหัวเฉลี่ยต่ำที่สุดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ส่วนในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีน้ำมันฝรั่งสกัด 20 หรือ 30 ก/ล ตายในสัปดาห์ที่ 11 และ 10 ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง น้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดไม่มีผลร่วมกันต่อความยาวหัวเฉลี่ย ซึ่งแสดงค่าในตาราง 31 ส่วนความกว้างหัว พบว่า ต้นที่ได้จากน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 20 ก/ล ให้ความกว้างหัวเฉลี่ยสูงสุด 0.53 $\pm$ 0.09 ซม แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้จากที่น้ำตาลระดับเดียวกันร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 10 ก/ล แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลหัวที่ได้มีความกว้างเฉลี่ยต่ำสุด นอกจากนี้เมื่อใช้น้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 แต่ไม่ใช้น้ำมันฝรั่งสกัดร่วมด้วยก็ให้ความกว้างเฉลี่ยน้อยกว่าเมื่อใช้ อย่างมีนัยสำคัญ



แผนภาพ 8 ความยาวหัวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 31 ผลของน้ำตาล และน้ำมันฝรั่งสกัดระดับต่างกันต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	น้ำมันฝรั่งสกัด (ก/ล)	หัว	
		ความกว้าง[1](ซม)	ความยาว[n.s.](ซม)
0	0	0.18 ± 0.04^{c}	0.45 ± 0.15
	10	0.22 ± 0.05^{de}	0.39 ± 0.21
	20	-	-
	30	-	-
2	0	0.34 ± 0.03^{bcd}	1.46 ± 0.65
	10	0.39 ± 0.06^{bc}	1.79 ± 0.64
	20	0.39 ± 0.22^{bc}	$1.67 \pm$อ 0.99
	30	0.31 ± 0.19^{cd}	$1.32 \pm$อ 0.84
4	0	0.28 ± 0.08^{cde}	1.88 ± 0.82
	10	0.44 ± 0.05^{ab}	2.04 ± 0.47
	20	0.53 ± 0.09^{a}	2.57 ± 0.08
	30	0.39 ± 0.36^{bc}	1.53 ± 1.41

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลเดี่ยวของน้ำตาลต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย พบว่า ความกว้างหัวที่ได้จากอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ค่าอยู่ในกลุ่มสูงสุด และเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลหัวที่ได้มีความกว้างเฉลี่ยต่ำสุด ส่วนความยาวหัว พบว่า ความเข้มข้นน้ำตาลแต่ละระดับให้หัวที่มีความยาวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหัวที่ได้จากน้ำตาลร้อยละ 4 มีความยาวเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.01 ± 0.90 ซม ในขณะที่หัวที่ได้จากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลให้ความยาวหัวเฉลี่ยต่ำสุดเช่นกัน ดังแสดงในตาราง 32

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 32 ผลของระดับน้ำตาลต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.10 ± 0.10^{b}	0.21 ± 0.25^{c}
2	0.36 ± 0.15^{a}	1.56 ± 0.79^{b}
4	0.41 ± 0.21^{a}	2.01 ± 0.90^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ผลเดี่ยวของน้ำมันฝรั่งสกัด พบว่า ต้นที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำมันฝรั่งสกัด 0 – 20 ก/ล มีความกว้างหัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นที่เลี้ยงที่น้ำมันฝรั่งสกัด 10 ก/ล ให้หัวที่มีความกว้างเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.35 ± 0.11 ซม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นที่ได้จากน้ำมันฝรั่งสกัด 30 ก/ล ที่มีความกว้างหัวเฉลี่ยต่ำสุด (ตาราง 33) ส่วนความยาวหัวพบว่าเมื่อเลี้ยงต้นในอาหารที่มีน้ำมันฝรั่งสกัดความเข้มข้นต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 33 ผลของระดับน้ำมันฝรั่งสกัดต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

มันฝรั่งสกัด (ก/ล)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[n.s.] (ซม)
0	0.27 ± 0.08^{ab}	1.26 ± 0.86
10	0.35 ± 0.11^{a}	1.40 ± 0.88
20	0.31 ± 0.26^{ab}	1.42 ± 1.24
30	0.23 ± 0.28^{b}	0.95 ± 1.16

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยสรุปเมื่อเลี้ยงต้นอ่อนในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีน้ำมันฝรั่งสกัด 20 – 30 ก/ล ไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญ โดยพบว่ามีการตายในสัปดาห์ที่ 12 และ 9 ตามลำดับ ในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดมีอัตราการเจริญต่ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองน้ำตาลและน้ำมันฝรั่งสกัดไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อความยาวหัว โดยรวมแล้วการเลี้ยงต้นอ่อนในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับน้ำมันฝรั่งสกัด 20 ก/ล มีการเจริญเติบโตที่ดีทั้งทางต้นและหัว

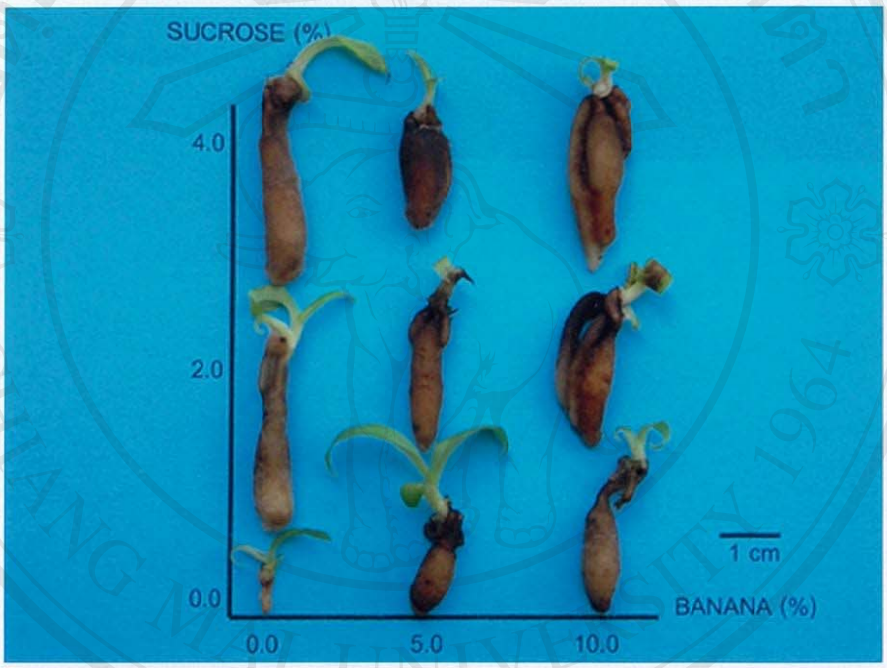
เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล พบว่า ความเข้มข้นน้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 ให้ต้นอ่อนที่มีความสูง จำนวนใบ ความยาวใบ ความยาวราก และความกว้างหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุดและไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นทำให้หัวมีความยาวลดลง

ผลของปัจจัยหลัก คือน้ำมันฝรั่งสกัด พบว่า น้ำมันฝรั่งสกัดไม่มีผลต่อความสูงความยาวใบ ความยาวราก และความยาวหัว การเลี้ยงต้นอ่อนในอาหารที่มีน้ำมันฝรั่งสกัด 0 – 10 ก/ล ให้จำนวนใบอยู่ในกลุ่มสูงสุด ส่วนจำนวนราก และความกว้างหัวที่ได้จากอาหารที่มีน้ำมันฝรั่งสกัด 0 – 20 ก/ล อยู่ในกลุ่มสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2.4 ผลของระดับน้ำตาล และกล้วยบดที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้น และหัว

หลังจากย้ายต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเมล็ดลงเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU1) ที่มีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลและกล้วยบดต่างกัน พบว่าต้นอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารทุกส่วนผสมจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 16 โดยต้นที่ได้จากอาหารทุกส่วนผสมมีลักษณะของต้นและหัวปกติ ดังภาพ 11



ภาพ 11 ต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มีระดับน้ำตาล และกล้วยบดต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

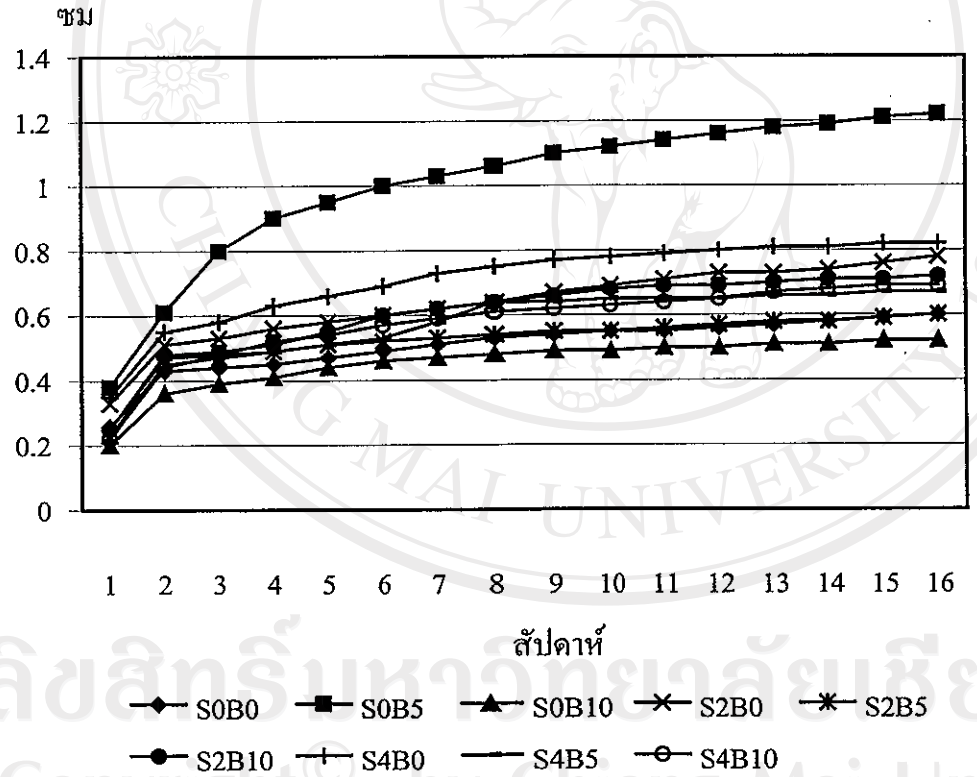
ทางด้านความสูงต้นพบว่า น้ำตาลและกล้วยบดมีผลร่วมกัน โดยพบว่า ในอาหารที่มีการเติมน้ำตาลร่วมกับกล้วยบดมีผลทำให้ความสูงต้นลดลง จากแผนภาพ 9 พบว่า การเจริญเติบโตของต้นทางด้านความสูงเมื่อเลี้ยงต้นอ่อนในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีกล้วยบดร้อยละ 5 ต้นมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากกว่าต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารสูตรอื่นๆ ตั้งแต่สัปดาห์แรกจนสิ้นสุดการทดลองโดยมีการเจริญอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1 – 6 และเป็นต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารเพียงสูตรเดียวที่ต้นมีความสูงมากกว่า 1 ซม ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 6 โดยในอาหารส่วนผสมอื่นๆ ต้นมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1 – 2 หลังจากนั้นการเจริญเป็นไปอย่างช้าๆ และมีความสูงน้อยกว่า 1 ซม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ส่วนต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีกล้วยบด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร้อยละ 10 มีการเจริญเติบโตด้านความสูงช้าที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่เลี้ยงในอาหารสูตรอื่นตั้งแต่สัปดาห์แรก

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล และกล้วยบดต่อความสูง จำนวนและความยาวใบเฉลี่ย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีเพียงกล้วยบดร้อยละ 5 มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 1.23 $\pm$ 0.61 ซม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่เลี้ยงในอาหารส่วนผสมอื่น แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีเพียงกล้วยบดร้อยละ 10 ให้ความสูงเฉลี่ยต่ำสุด และในส่วนผสมที่เหลือมีความสูงอยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงค่าในตาราง 34 ซึ่งเห็นได้ชัดว่าการเติมน้ำตาลร่วมกับกล้วยบดมีแนวโน้มทำให้ความสูงต้นเฉลี่ยลดลง



แผนภาพ 9 การเจริญทางด้านความสูงเฉลี่ยของต้นเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และกล้วยบดระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 34 ผลของน้ำตาล และกล้วยบดระดับต่างกันต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	กล้วยบด (ร้อยละ)	ความสูง [1](ซม)	ใบ	
			จำนวน[1]	ความยาว [1](ซม)
0	0	0.60 ± 0.25^{bc}	2.60 ± 0.52^{ab}	0.78 ± 0.24^{bc}
	5	1.23 ± 0.61^{a}	2.80 ± 0.42^{a}	1.35 ± 0.57^{a}
	10	0.52 ± 0.15^{c}	2.00 ± 0.00^{c}	0.60 ± 0.20^{bc}
2	0	0.78 ± 0.30^{bc}	2.60 ± 0.52^{ab}	0.83 ± 0.25^{bc}
	5	0.60 ± 0.07^{bc}	2.20 ± 0.42^{bc}	0.56 ± 0.08^{c}
	10	0.72 ± 0.30^{bc}	2.40 ± 0.52^{abc}	0.67 ± 0.12^{bc}
4	0	0.82 ± 0.35^{b}	2.40 ± 0.52^{abc}	0.71 ± 0.43^{b}
	5	0.67 ± 0.18^{bc}	2.20 ± 0.42^{bc}	0.64 ± 0.11^{bc}
	10	0.69 ± 0.28^{bc}	2.60 ± 0.52^{ab}	0.65 ± 0.26^{bc}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ทางด้านใบพบว่า น้ำตาลและกล้วยบดมีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวนใบเฉลี่ย โดยกลุ่มที่ให้จำนวนใบมากที่สุด เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและกล้วยบด หรือมีกล้วยบดร้อยละ 5 หรือน้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 ที่ไม่มี หรือมีกล้วยบด ร้อยละ 10 จำนวนใบน้อยที่สุดพบในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล หรือมีน้ำตาลระดับต่ำร่วมกับกล้วยบดร้อยละ 10 ดังแสดงค่าในตาราง 34 ส่วนความยาวใบมีแนวโน้มว่า การเติมน้ำตาลร่วมกับกล้วยบดมีผลทำให้ความยาวใบเฉลี่ยลดลง เช่นเดียวกับผลจากการไม่ใช้น้ำตาล และกล้วยบด แต่ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีเพียงกล้วยบดร้อยละ 5 มีความยาวใบเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.35 ± 0.57 ซม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีส่วนผสมอื่น

เมื่อพิจารณาผลของน้ำตาลเพียงอย่างเดียว พบว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลไม่มีผลต่อความสูง และจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ความยาวใบเฉลี่ยของต้นที่ได้จากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลยาวที่สุด ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับความยาวใบที่ได้จากอาหารที่มีน้ำตาล (ตาราง 35)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 35 ผลของระดับน้ำตาลต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	ความสูง[n.s.] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[n.s.]	ความยาว[1] (ซม)
0	0.78 ± 0.50	2.47 ± 0.51	0.91 ± 0.49[a]
2	0.70 ± 0.26	2.40 ± 0.50	0.69 ± 0.20[b]
4	0.73 ± 0.28	2.40 ± 0.50	0.67 ± 0.29[b]

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ตาราง 36 ผลของระดับกล้วยบดต่อความสูงต้น จำนวน และความยาวใบเฉลี่ย

กล้วยบด (ร้อยละ)	ความสูง[n.s.] (ซม)	ใบ	
		จำนวน[n.s.]	ความยาว[1] (ซม)
0	0.74 ± 0.31	2.53 ± 0.51	0.78 ± 0.31[ab]
5	0.83 ± 0.46	2.40 ± 0.50	0.85 ± 0.49[a]
10	0.65 ± 0.26	2.33 ± 0.48	0.64 ± 0.20[b]

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1/] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ความเข้มข้นของกล้วยบดเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อความสูง และจำนวนใบเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลต่อความยาวใบ โดยใบที่ได้จากการเลี้ยงที่ไม่มีหรือมีกล้วยบดร้อยละ 5 ให้ความยาวใบเฉลี่ยอยู่กลุ่มสูง ซึ่งให้ ค่าเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีกล้วยบดร้อยละ 5 แต่ถ้าเพิ่มกล้วยบดเป็นร้อยละ 10 มีผลทำให้ความยาวใบลดลง และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 36)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล และกล้วยบดต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาลและกล้วยไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อ ความยาวรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและกล้วยบด ไม่สามารถเกิดรากได้ กล้วยบดสามารถทดแทนน้ำตาลได้ โดยทำให้ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลสามารถเกิดรากได้ และต้นที่สามารถเกิดรากได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกรรมวิธี ดังแสดงในตาราง 37 ความกว้างเฉลี่ยของรากที่ได้จากอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 4 ร่วมกับกล้วยบดร้อยละ 10 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับอย่างมีนัยสำคัญกับที่ได้จากอาหารส่วนผสมอื่น ยกเว้นอาหารที่มีกล้วยบดร้อยละ 10 เพียงอย่างเดียวซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตาราง 37 ผลของน้ำตาล และกล้วยบดระดับต่างกันที่มีต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	กล้วยบด (ร้อยละ)	ราก		
		จำนวน[1]	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[n.s.] (ซม)
0	0	-	-	-
	5	2.20 ± 1.69^{a}	0.12 ± 0.07^{ab}	0.33 ± 0.22
	10	1.40 ± 1.08^{a}	0.11 ± 0.07^{b}	0.41 ± 0.31
2	0	2.00 ± 0.67^{a}	0.13 ± 0.03^{ab}	0.52 ± 0.32
	5	1.60 ± 0.84^{a}	0.13 ± 0.03^{ab}	0.51 ± 0.22
	10	2.20 ± 0.78^{a}	0.14 ± 0.04^{ab}	0.60 ± 0.22
4	0	2.20 ± 0.79^{a}	0.11 ± 0.01^{ab}	0.42 ± 0.17
	5	1.40 ± 1.08^{a}	0.11 ± 0.07^{ab}	0.41 ± 0.23
	10	2.00 ± 0.94^{a}	0.16 ± 0.04^{a}	0.59 ± 0.23

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาผลเดี่ยวของน้ำตาลต่อราก พบว่า ทั้งจำนวน ความกว้าง และความยาวราก เฉลี่ยเป็นไปในทำนองเดียวกัน คือ เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลให้ผลที่แตกต่างกับการเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลอย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตาราง 38

ตาราง 38 ผลของระดับน้ำตาลต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

น้ำตาล	ราก		
(ร้อยละ)	จำนวน[1]	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	1.40 ± 1.45^{b}	0.08 ± 0.08^{b}	0.25 ± 0.28^{b}
2	1.93 ± 0.78^{a}	0.13 ± 0.03^{a}	0.54 ± 0.25^{a}
4	1.87 ± 0.97^{a}	0.13 ± 0.05^{a}	0.47 ± 0.22^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ตาราง 39 ผลของระดับกล้วยบดต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวรากเฉลี่ย

กล้วยบด	ราก		
(ร้อยละ)	จำนวน[n.s.]	ความกว้าง[1](ซม)	ความยาว[1](ซม)
0	1.40 ± 1.16	0.08 ± 0.06^{b}	0.31 ± 0.30^{b}
5	1.73 ± 1.26	0.12 ± 0.06^{a}	0.42 ± 0.23^{ab}
10	1.87 ± 0.97	0.14 ± 0.05^{a}	0.54 ± 0.27^{a}

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นกล้วยบดไม่มีผลต่อจำนวนรากเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลต่อความกว้างและความยาวรากเฉลี่ย โดยรากที่ได้จากอาหารที่มีกล้วยบดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีกล้วยบดให้รากที่มีความกว้างเฉลี่ยต่ำสุด และความยาวรากที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่มีกล้วยบดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน แต่การเลี้ยงในอาหารที่มีกล้วยบดร้อยละ 10 กับไม่มีกล้วยบดให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้วย (ตาราง 39)

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล และกล้วยบดต่อความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำตาลและกล้วยบดมีผลปฏิสัมพันธ์กันต่อความกว้างและความยาวเฉลี่ยของหัว (ตาราง 40) กลุ่มที่ให้ความกว้างเฉลี่ยของหัวสูงสุด เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 ร่วมกับกล้วยบดร้อยละ 5 แต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาลต้องไม่เติมกล้วยบดจึงให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกล้วยเมื่อใช้น้ำตาลเท่าเดิมมีผลทำให้หัวที่ได้มีความกว้างเฉลี่ยลดลง แต่การเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและกล้วยบดก็ให้ความกว้างและความยาวหัวเฉลี่ยต่ำสุด จากแผนภาพ 10 พบว่า ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและกล้วยบดมีการเจริญเติบโตช้ามากเกือบคงที่ตลอดการทดลองทั้ง 16 สัปดาห์ และเป็นอาหารส่วนผสมเดียวที่ให้ความยาวหัวเฉลี่ยน้อยกว่า 0.5 ซม ส่วนต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีการเติมกล้วยบดทั้ง 2 ระดับมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 – 12 โดยหลังจากสัปดาห์ที่ 12 หัวมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาล ร้อยละ 2 ร่วมกับกล้วยบดร้อยละ 10 มีความยาวหัวน้อยกว่าตลอดระยะการทดลอง ส่วนในอาหารที่มีเพียงน้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 อย่างเดียวให้หัวที่ได้มีการเจริญเติบโตด้านความยาวหัวอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 5 – 14 แล้วหลังจากนั้นมีการเจริญทางด้านความยาวอย่างช้าๆ โดยในอาหารที่มีน้ำตาลร้อยละ 2 หรือ 4 หัวที่ได้มีความยาวหัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองอยู่ระหว่าง 2.11 $\pm$ 0.49 – 2.25 $\pm$ 0.25 ซม ซึ่งอยู่ในกลุ่มสูงสุด แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาในระดับน้ำตาลเดียวกัน การเติมกล้วยบดเพิ่มขึ้นทำให้ความยาวหัวลดลง แต่ในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลแต่มีกล้วยบดช่วยให้หัวที่ได้มีความยาวหัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (ตาราง 40)

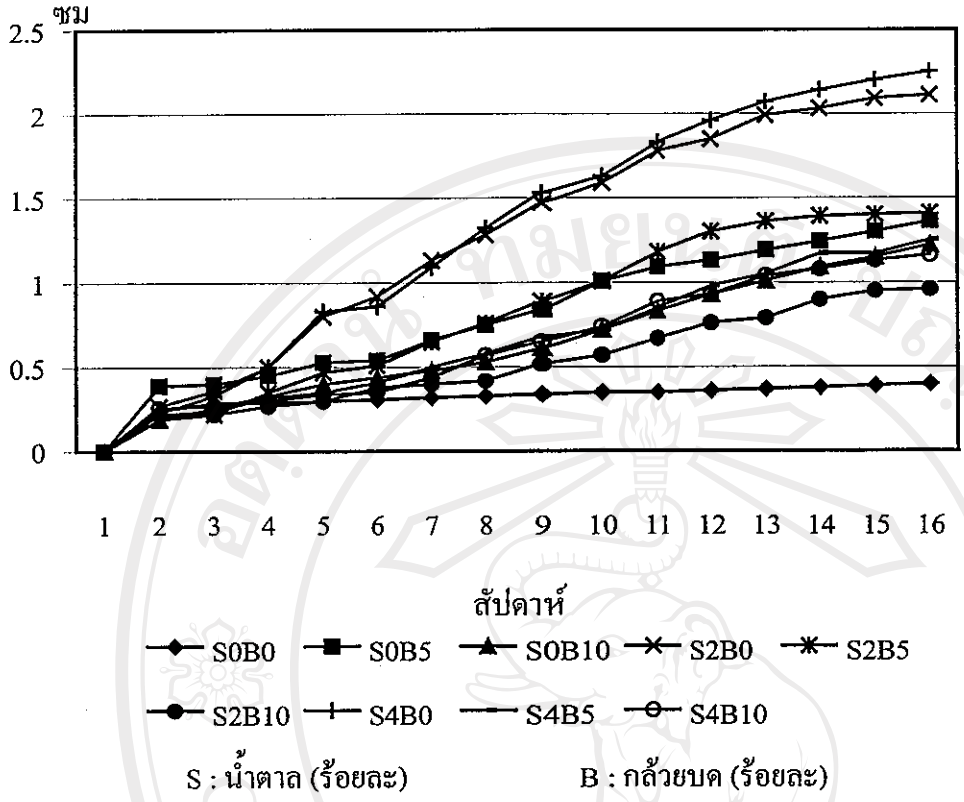
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 40 ผลของน้ำตาล และกล้วยบดระดับต่างกันต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	กล้วยบด (ร้อยละ)	หัว	
		ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0	0.17 ± 0.04^{d}	0.40 ± 0.11^{d}
	5	0.36 ± 0.07^{c}	1.36 ± 0.24^{b}
	10	0.36 ± 0.12^{c}	1.22 ± 0.75^{bc}
2	0	0.42 ± 0.13^{bc}	2.11 ± 0.49^{a}
	5	0.45 ± 0.07^{ab}	1.41 ± 0.26^{b}
	10	0.35 ± 0.09^{c}	0.96 ± 0.32^{c}
4	0	0.51 ± 0.07^{a}	2.25 ± 0.25^{a}
	5	0.36 ± 0.12^{c}	1.25 ± 0.22^{bc}
	10	0.37 ± 0.11^{c}	1.16 ± 0.31^{bc}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 10 ความยาวหัวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล และกล้วยบดระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาผลของน้ำตาลเพียงอย่างเดียว จากตาราง 41 พบว่า ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัวให้ผลไปในทำนองเดียวกัน คือ การเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาล 2 ระดับ ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลความกว้างและความยาวหัวที่ได้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 41 ผลของระดับน้ำตาลต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

น้ำตาล (ร้อยละ)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.30 ± 0.12^{b}	0.99 ± 0.62^{b}
2	0.41 ± 0.10^{a}	1.49 ± 0.60^{a}
4	0.41 ± 0.12^{a}	1.55 ± 0.56^{a}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ตาราง 42 ผลของระดับกล้วยบดต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

กล้วยบด (ร้อยละ)	หัว	
	ความกว้าง[n.s.] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.37 ± 0.17	1.59 ± 0.91^{a}
5	0.39 ± 0.10	1.34 ± 0.24^{ab}
10	0.36 ± 0.10	1.12 ± 0.50^{b}

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

จากตาราง 42 พบว่า ความเข้มข้นกล้วยบดอย่างเดียวไม่มีผลต่อความกว้างหัวเฉลี่ย แต่มีผลต่อความยาวหัวเฉลี่ย ซึ่งเมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีกล้วยบด หรือมีกล้วยบดความเข้มข้นต่ำคือร้อยละ 5 ให้ความยาวหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นกล้วยเพิ่มมีผลให้ความยาวลดลง แต่ก็มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกับหัวที่ได้จากกล้วยร้อยละ 5 อย่างมีนัยสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยสรุปอาหารที่ไม่มีทั้งน้ำตาลและกล้วยบดมีอัตราการเจริญต่ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำตาล และกล้วยบดไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อจำนวน และความยาวราก เมื่อเพิ่มความเข้มข้นน้ำตาล และกล้วยบดขึ้นมีผลให้ความสูง และความยาวใบลดลง เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีเพียงน้ำตาลร้อยละ 4 ได้หัวที่มีขนาดดี แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีเพียงกล้วยบดร้อยละ 5 ให้ต้นขนาดดี

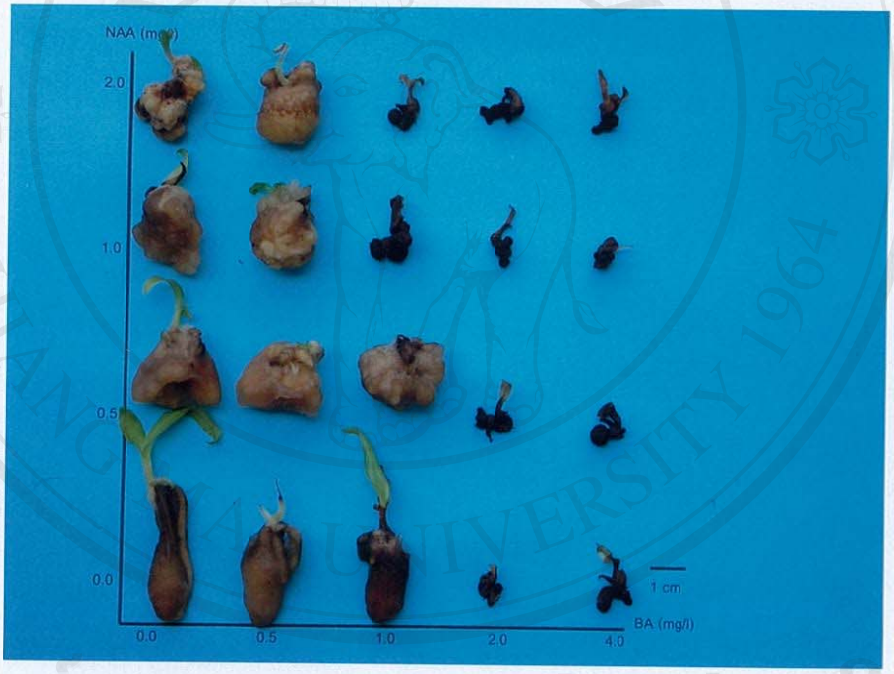
เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลัก คือน้ำตาล พบว่าไม่มีผลต่อความสูง และจำนวนใบ ความเข้มข้นร้อยละ 2 หรือ 4 ให้ต้นที่มีจำนวนราก ความกว้างราก ความยาวราก ความกว้างและความยาวหัวไม่แตกต่างกันและอยู่ในกลุ่มสูงสุด แต่เมื่อเลี้ยงในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลได้ต้นที่มีความยาวใบสูงสุด

ผลของปัจจัยหลัก คือกล้วยบด พบว่าไม่มีผลต่อความสูง จำนวนใบ จำนวนราก และความกว้างหัว เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีกล้วยบดร้อยละ 0 – 5 ให้ความยาวใบ และความยาวหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุด และความเข้มข้นร้อยละ 5 – 10 ให้ความกว้าง และความยาวรากกลุ่มสูงสุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

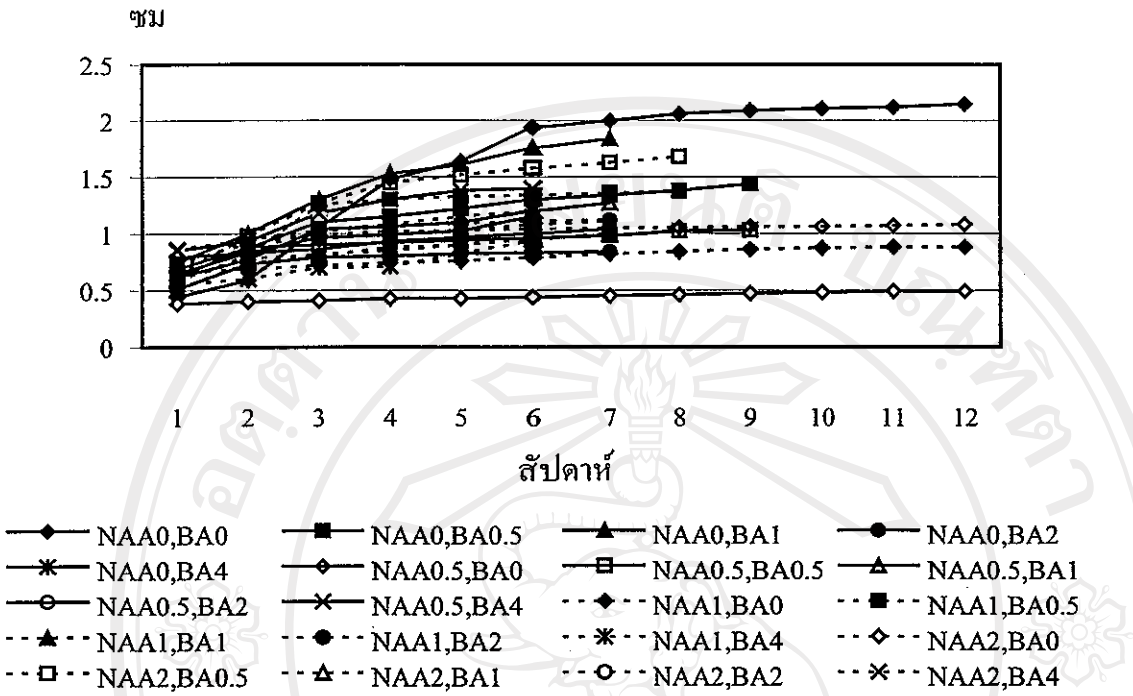
การทดลองที่ 2.5 ผลของ NAA และ BA ต่อการเจริญเติบโตของต้น และหัว

เมื่อย้ายต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดลงเลี้ยงในอาหารวุ้นสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง (CMU 1) ที่มีระดับของ NAA และ BA ต่างกัน ในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวร้อยละ 15 พบว่าต้นอ่อนที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA ความเข้มข้นสูงจะตายก่อนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 7 และในอาหารที่มี BA ความเข้มข้นต่ำตายในสัปดาห์ที่ 9 – 10 ต้นที่ได้จากการเลี้ยงในอาหารที่ไม่มี NAA และ BA มีความปกติทั้งต้นและหัว แต่ในอาหารที่ไม่มี NAA ร่วมกับ BA ตั้งแต่ 0 – 1.0 มก/ล เกิดหัวที่ปกติ และพบหัวที่ผิดปกติเมื่อเลี้ยงในอาหาร NAA ตั้งแต่ 0.5 – 2.0 มก/ล ร่วมกับ BA 0 – 1.0 มก/ล ลักษณะของต้น และหัวได้แสดงไว้ในภาพ 12



ภาพ 12 ต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มีระดับ NAA และ BA ต่างกัน เมื่อเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 11 การเจริญทางด้านความสูงเฉลี่ยของต้นเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มี NAA และ BA ระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

จากแผนภาพ 11 พบว่า การเจริญเติบโตทางด้านความสูงเฉลี่ยของต้น ในอาหารที่ไม่มีทั้ง NAA และ BA มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 1 – 6 และหลังจากนั้นมีการเจริญเติบโตอย่างช้าๆ จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นอาหารเพียงสูตรเดียวที่ต้นความสูงเฉลี่ยสูงกว่า 2 ซม สำหรับการเจริญด้านความสูงจากต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มี NAA 0.5 มก/ล แต่ไม่มี BA เกือบไม่มีการเจริญเลยตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อเพิ่ม NAA ขึ้นการเจริญเพิ่มขึ้นบ้าง แต่อัตราการเจริญเกือบไม่มีเลยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง และจัดอยู่ในกลุ่มการเจริญด้านลำต้นน้อย เป็นที่น่าสังเกตว่า เมื่อเติม BA ในอาหารทำให้ต้นตายในช่วงเวลาต่างกันดังกล่าวข้างต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 43 ผลของ NAAและ BA ระดับต่างกันต่อความสูงต้น จำนวนและ ความยาวใบเฉลี่ย[1]

NAA(มก/ล)	BA(มก/ล)	ความสูง (ซม)	ใบ	
			จำนวน	ความยาว(ซม)
0	0	2.15 ± 0.49	2.80 ± 0.42	1.56 ± 1.01
	0.5	-	-	-
	1.0	-	-	-
	2.0	-	-	-
	4.0	-	-	-
0.5	0	0.49 ± 0.49	1.60 ± 1.43	0.71 ± 0.63
	0.5	-	-	-
	1.0	-	-	-
	2.0	-	-	-
	4.0	-	-	-
1.0	0	0.88 ± 0.27	1.80 ± 0.42	0.81 ± 0.29
	0.5	-	-	-
	1.0	-	-	-
	2.0	-	-	-
	4.0	-	-	-
2.0	0	1.08 ± 0.28	2.20 ± 0.42	0.92 ± 0.13
	0.5	-	-	-
	1.0	-	-	-
	2.0	-	-	-
	4.0	-	-	-

[1] ไม่ได้นำค่าเฉลี่ยไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 12 หลังการเลี้ยง จากตาราง 43 พบว่า มีต่อความสูงเฉลี่ย โดยเมื่อเลี้ยงต้นในอาหารที่ไม่มีทั้ง NAA และ BA มีความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุดคือ 2.15 ± 0.49 ซม ซึ่งมีความสูงมากกว่าต้นที่เลี้ยงในอาหารทุกส่วนผสม และพบว่า ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA 0.5 หรือ 1.0 มก/ล ร่วมกับ NAA 0 หรือ 0.5 มก/ล และต้นที่เลี้ยงในอาหารที่มี BA 0.5 มก/ล ร่วมกับ NAA 1.0 หรือ 2.0 มก/ล ที่ต้นมียอดแต่ยอดไม่ยืดจึงไม่สามารถวัดความสูงได้ และพบการตายของต้นในอาหารส่วนผสมที่เหลือ เกี่ยวกับจำนวนและ ความยาวใบเฉลี่ย พบว่า อาหารที่ไม่เติมทั้ง NAA และ BA ให้จำนวนใบเฉลี่ย 2.15 ± 0.19 ใบ มากกว่าใบจากต้นที่รอดตายในอาหารส่วนผสมอื่นซึ่งอยู่ในช่วง 0.49 ± 0.49 – 1.08 ± 0.28 ใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

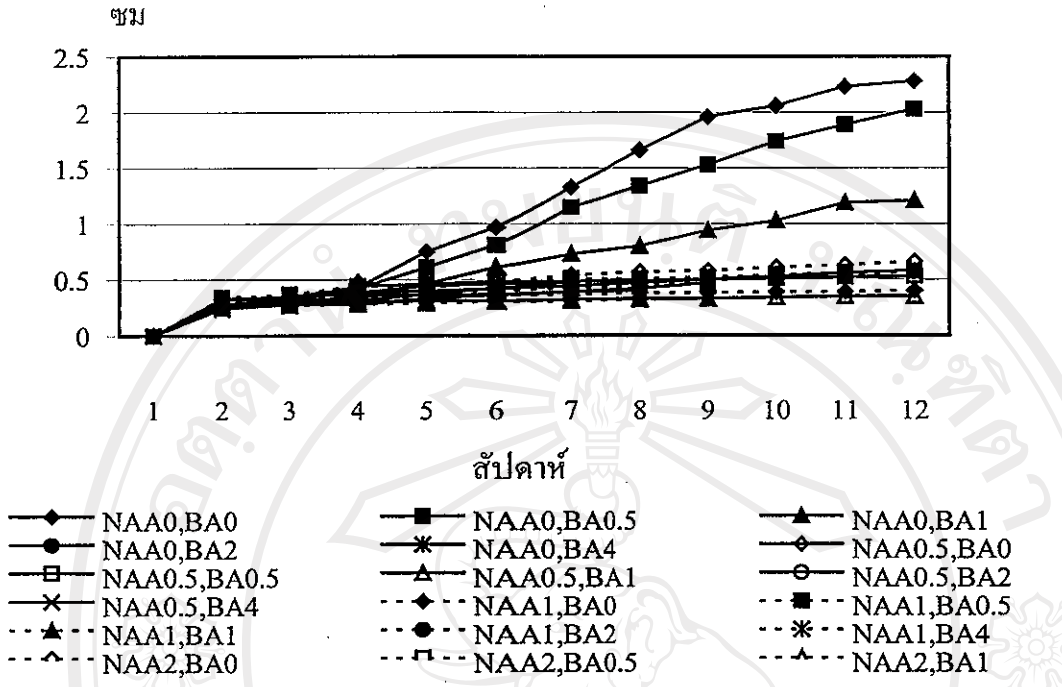
ตาราง 44 ผลของ NAA และ BA ระดับต่างกันต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย[1]

NAA (มก/ล)	BA (มก/ล)	ราก	
		จำนวน	ความยาว (ซม)
0	0	2.0 ± 0.67	0.87 ± 0.45
	0.5	2.6 ± 0.52	1.30 ± 0.53
	1.0	2.6 ± 1.43	1.01 ± 0.47
	2.0	-	-
	4.0	-	-
0.5	0	-	-
	0.5	-	-
	1.0	-	-
	2.0	-	-
	4.0	-	-
1.0	0	-	-
	0.5	-	-
	1.0	-	-
	2.0	-	-
	4.0	-	-
2.0	0	-	-
	0.5	-	-
	1.0	-	-
	2.0	-	-
	4.0	-	-

[1] ไม่ได้นำค่าเฉลี่ยไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ

NAA และ BA มีผลต่อจำนวน และความยาวรากเฉลี่ย คือ รากเกิดได้ในอาหารที่ไม่มี NAA เท่านั้น และจำนวนและความยาวใกล้เคียงกัน เมื่อเติม BA ระดับไม่เกิน 1.0 มก/ล (ตาราง 44)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 12 ความยาวหัวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มี NAA และ BA ระดับต่างกัน ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

NAA และ BA แสดงผลชัดต่อการเจริญของความยาวเฉลี่ยของหัว คือ เมื่อใช้ NAA หรือใช้ BA ระดับต่ำ 0.5 มก/ล อย่างเดียว พบว่า อัตราการเจริญหลังการเลี้ยง 4 สัปดาห์ เป็นไปอย่างรวดเร็วทำให้ความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลอง (แผนภาพ 12) แต่เมื่อเพิ่ม BA เป็น 1.0 มก/ล การเจริญเป็นไปในอัตราที่ต่ำลงและทำให้ความยาวหัวอยู่ในระดับปานกลาง แต่ความยาวหัวจากอาหารที่เติม BA ระดับสูงขึ้น คือ 2.0 และ 4.0 มก/ล ใช้อย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับ การเติม NAA ทำให้หัวที่เกิดมีอัตราการเจริญที่ช้ามากเกือบคงที่ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 เป็นต้นไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 45 ผลของ NAA และ BA ระดับต่างกันต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

NAA (มก/ล)	BA (มก/ล)	หัว	
		ความกว้าง [n.s.] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0	0.48 ± 0.10	2.28 ± 0.32[a]
	0.5	0.87 ± 0.13	2.03 ± 0.27[a]
	1.0	0.47 ± 0.21	1.21 ± 0.47[b]
	2.0	-	-
	4.0	-	-
0.5	0	0.50 ± 0.41	0.58 ± 0.36[c]
	0.5	0.52 ± 0.33	0.53 ± 0.34[c]
	1.0	0.33 ± 0.45	0.35 ± 0.48[c]
	2.0	-	-
	4.0	-	-
1.0	0	0.31 ± 0.30	0.40 ± 0.47[cd]
	0.5	0.57 ± 0.53	0.57 ± 0.42[cd]
	1.0	-	-
	2.0	-	-
	4.0	-	-
2.0	0	0.57 ± 0.19	0.66 ± 0.13[c]
	0.5	0.70 ± 0.52	0.57 ± 0.33[c]
	1.0	-	-
	2.0	-	-
	4.0	-	-

[n.s.] ค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลปฏิสัมพันธ์ และผลของปัจจัยหลัก คือ NAA และ BA ต่อความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

ด้านขนาดหัวพบว่า ต้นในอาหารที่มี NAA และ BA 0.5 มก/ล อย่างเดียว มีลักษณะปกติ NAA และ BA ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อความกว้างเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลต่อความยาวเฉลี่ยของหัว (ตาราง 45) โดยพบว่า เมื่อเลี้ยงต้นนาน 12 สัปดาห์ ความยาวเฉลี่ยของหัวมากที่สุดเมื่อไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA และ BA ในอาหาร หรือเมื่อใช้ BA ความเข้มข้นต่ำ 0.5 มก/ล ซึ่งแตกต่างจากผลที่ได้เมื่อเพิ่ม BA เป็น 1.0 มก/ล และเมื่อเติม NAA ทุกระดับทำให้หัวที่เกิดมีความยาวอยู่ในกลุ่มน้อยที่สุด

ตาราง 46 ผลของระดับ NAA ต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

NAA (มก/ล)	หัว	
	ความกว้าง[1]	ความยาว[1]
0	0.61 ± 0.24^{a}	1.84 ± 0.58^{a}
0.5	0.45 ± 0.39^{b}	0.49 ± 0.38^{b}
1.0	0.29 ± 0.35^{b}	0.32 ± 0.40^{b}
2.0	0.42 ± 0.44^{b}	0.41 ± 0.36^{b}

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลัก คือ NAA อย่างเดียว พบว่า NAA ทุกความเข้มข้นมีผลด้านลบต่อความกว้าง และความยาวหัว (ตาราง 46)

และเมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลักคือ BA อย่างเดียว พบว่า มีเพียงในอาหารที่มีความเข้มข้น BA 0 – 1.0 มก/ล สามารถเกิดหัวได้ ในทุกความเข้มข้นของ BA ความกว้างเฉลี่ยของหัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหัวที่ได้จากอาหารที่มี BA 0.5 มก/ล มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 0.67 ± 0.42 ซม ส่วนความยาวหัวการเลี้ยงในอาหารที่ไม่มี BA หรือมี BA 0.5 มก/ล ให้ความยาวเฉลี่ยของหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุด และ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 47)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 47 ผลของระดับ BA ต่อความกว้าง และความยาวหัวเฉลี่ย

BA (มก/ล)	หัว	
	ความกว้าง[1] (ซม)	ความยาว[1] (ซม)
0	0.47 ± 0.28^{b}	0.98 ± 0.82^{a}
0.5	0.67 ± 0.42^{a}	0.92 ± 0.72^{a}
1.0	0.20 ± 0.32^{c}	0.39 ± 0.59^{b}
2.0	-	-
4.0	-	-

[1] อักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการวิเคราะห์ผลแบบ LSD เมื่อเปรียบเทียบตัวเลขในสดมภ์เดียวกัน

โดยสรุป ต้นอ่อนไม่สามารถเจริญได้ในอาหารที่มี NAA 1.0 – 2.0 ก/ล ร่วมกับ BA 1.0 มก/ล หรืออาหารที่มี BA 2.0 – 4.0 มก/ล ร่วมกับ NAA ทุกระดับ การเจริญทางต้นเกิดขึ้นได้ในอาการที่ไม่มี BA และอาหารที่มี NAA 0.5 – 2.0 มก/ล ให้หัวที่มีลักษณะผิดปกติ รากสามารถเกิดได้ในอาหารที่มีเพียง BA 0 – 1.0 มก/ล ทางด้านความกว้างหัว พบว่า NAA และ BA ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน ส่วนความยาวหัวที่ได้จากอาหารที่ไม่มี NAA แต่มี BA 0 – 0.5 มก/ล อยู่ในกลุ่มที่มีความยาวหัวสูงสุด แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้น NAA และ BA ทำให้ความยาวหัวลดลง โดยรวมแล้วนาอาหารเลี้ยงต้นอ่อนไม่จำเป็นต้องเติม NAA และ BA

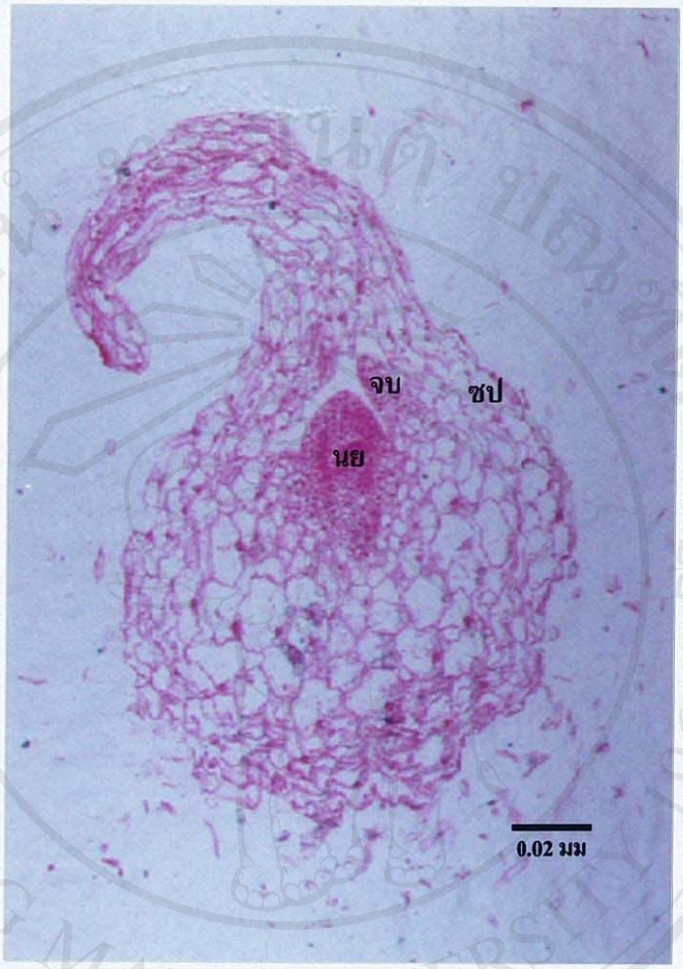
เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยหลัก คือ NAA พบว่า NAA มีผลทางด้านลบต่อความกว้างและความยาวหัว ส่วนผลของ BA พบว่า ความเข้มข้น 0.5 มก/ล ให้ความกว้างหัวสูงสุด ส่วนความยาวหัวความเข้มข้น 0 – 0.5 มก/ล ให้ความยาวหัวอยู่ในกลุ่มสูงสุด และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นขึ้นความยาวหัวลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

การศึกษาการเกิดโปรโตคอร์มและการพัฒนาต่อจนกระทั่งเกิดยอดและหัว ใช้เมล็ดที่เพาะในอาหารเหลวสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง ที่เติมน้ำมะพร้าวร้อยละ 15 และน้ำตาลร้อยละ 2 เลี้ยงจนกระทั่งคัพภะขยายตัวและเริ่มดันเปลือกหุ้มเมล็ดฉีกขาดจึงนำมาเลี้ยงบนอาหารวุ้นสูตรเดียวกัน พบว่าคัพภะหลุดออกจากเปลือกหุ้มเมล็ดหลังจากการเพาะ 4 สัปดาห์ ในระยะนี้คือโครงสร้างกลมผิวมันที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ เรียกว่า โปรโตคอร์ม จากการใช้เทคนิคทางเนื้อเยื่อวิทยา โดยวิธี paraffin embedding technique ของ Johansen (1940) ทำการตัดเนื้อเยื่อให้มีความบาง 10 ไมโครเมตร พบว่าโปรโตคอร์มที่มีอายุ 1 สัปดาห์ หลังจากหลุดออกจากเปลือกหุ้มเมล็ด (อายุ 5 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ด) ภายในประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) อยู่ตรงกลาง (ภาพ 13) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ตื้นตัวเรียงเป็นระเบียบเมื่อย้อมสีติดสีเข้มและนิวเคลียสมีขนาดใหญ่ และมีโครงสร้างคล้ายจุดกำเนิดของใบ (leaf primodia) บริเวณใกล้ๆ และมีกลุ่มเซลล์ขนาดใหญ่ เรียงตัวเป็นเปลือกหุ้มโปรโตคอร์ม มีปลายยอดแหลมโอบหุ้มไว้ เมื่อเลี้ยงโปรโตคอร์มนี้ต่อไป 1 สัปดาห์ โปรโตคอร์มเกิดใบอ่อนมากโอบล้อมเนื้อเยื่อเจริญไว้ บริเวณกลางเริ่มเห็นแนวของเซลล์เรียงตัวเป็นจุดกำเนิดของระบบท่อลำเลียง (ภาพ 14) หลังจากนั้นอีก 1 สัปดาห์โปรโตคอร์มเกิดใบสีเขียว อายุ 7 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ด การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา พบว่าเกิดยอดและเริ่มมีการสร้างหัว โดยพัฒนาจากบริเวณฐานของเนื้อเยื่อเจริญที่เป็นจุดเจริญของยอด (ภาพ 15) และต่อมาอีก 1 สัปดาห์ยอดมีการยืดตัวขึ้นและมีการเกิดหัวชัดเจนมากขึ้น (ภาพ 16) ระยะนี้เห็นท่อลำเลียงในใบและของหัวชัดเจน กระบวนการพัฒนาทั้งหมดใช้เวลานาน 4 สัปดาห์หลังการย้ายเลี้ยง (8 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ด)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



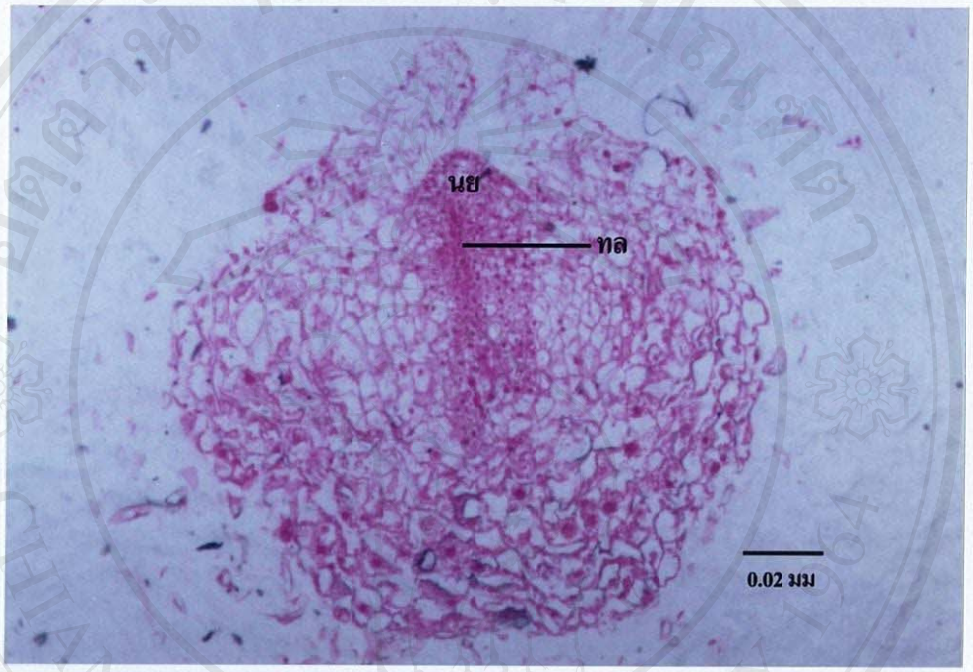
ภาพ 13 ภาพตัดตามยาวแสดงจุดเจริญภายในโปรโตคอร์มอายุ 1 สัปดาห์หลังการเลี้ยง

นย = เนื้อเยื่อเจริญ

ซป = เซลล์ชั้นนอกหุ้มโปรโตคอร์ม

จบ = จุดกำเนิดของใบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

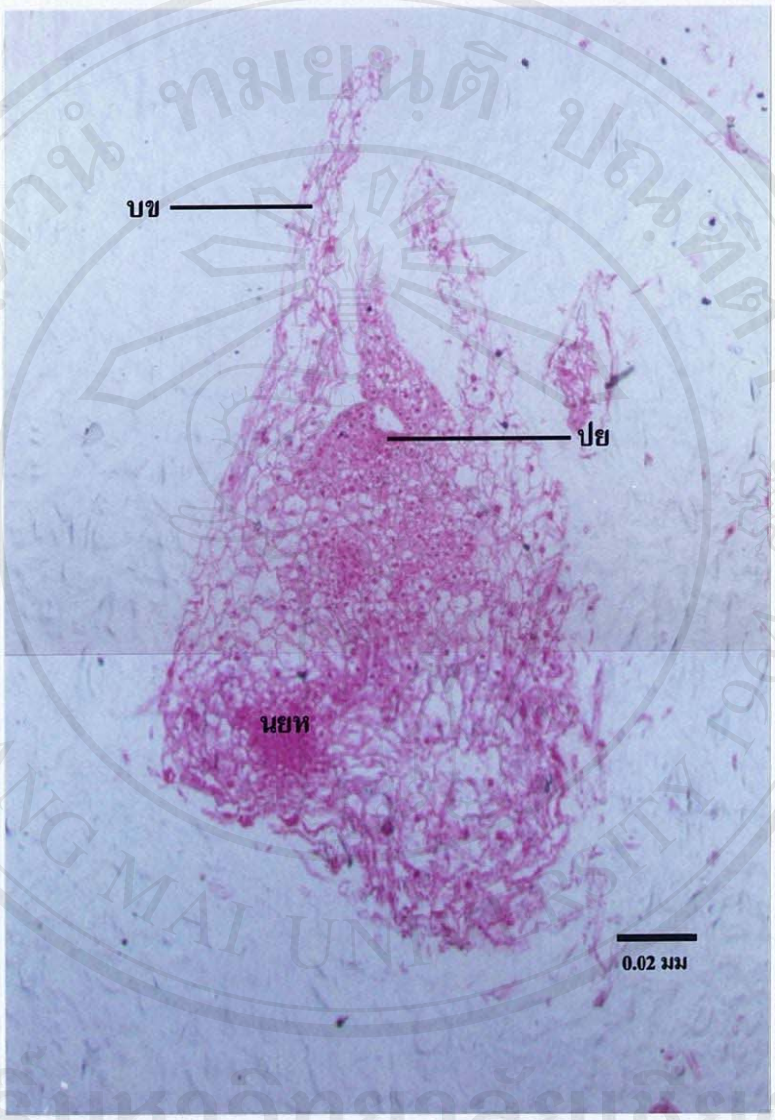


ภาพ 14 ภาพตัดตามยาวของโปรโตคอร์มอายุ 2 สัปดาห์หลังการเลี้ยง

นย = เนื้อเยื่อเจริญ

ทล = แนวท่อลำเลียง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



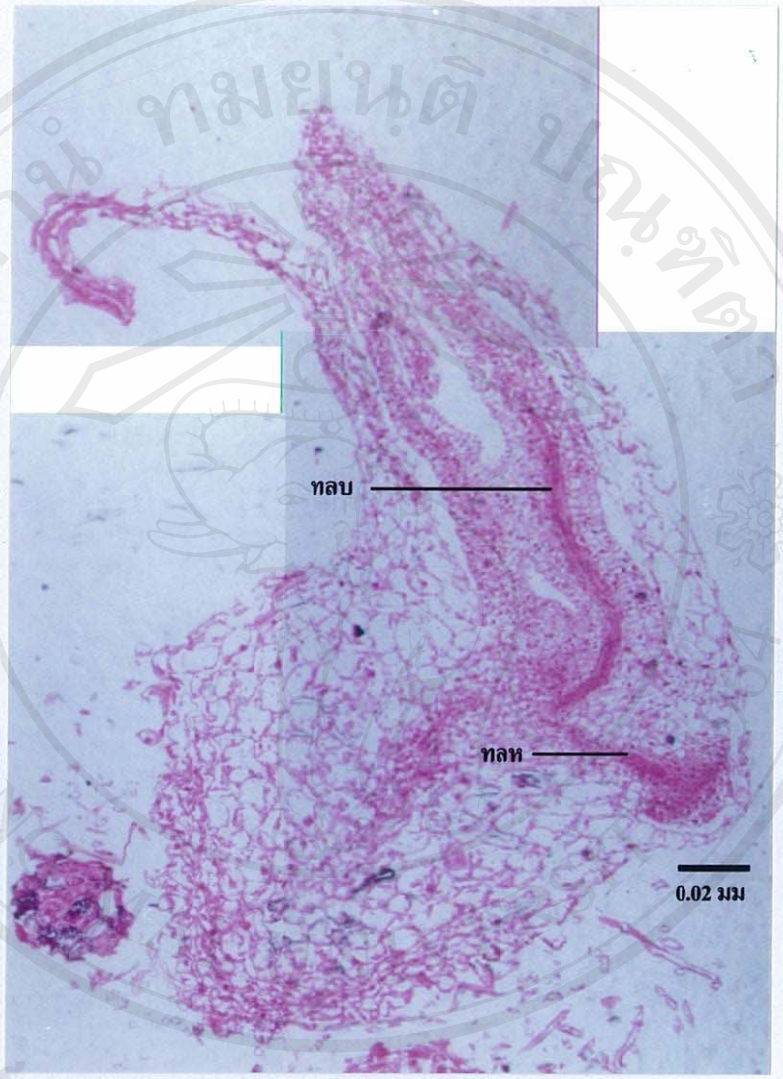
ภาพ 15 ภาพตัดตามยาวของโปรโตคอร์มปลายแหลม และเริ่มมีการสร้างหัวเมื่อมีอายุ 3 สัปดาห์หลังการเลี้ยง

บข = ใบเขียว

ปย = ปลายยอด

นยห = เมื่อเยื่อเจริญเริ่มสร้างหัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 16 ภาพตัดตามยาวของต้นอ่อนอายุ 4 สัปดาห์

ทลบ = ท่อลำเลียงของใบ

ทลห = ท่อลำเลียงของหัว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved