บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้ดินลิ้นมังกร

การทดลองที่ 1.1 ผลของอายุฝักต่อการงอกของเมล็ด

เมื่อนำเมล็ดจากฝักอายุต่าง ๆ มาพิจารณา พบว่า เมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ มีสีขาวและสีเข้มขึ้นเมื่ออายุฝักเพิ่มขึ้น จนถึงฝักอายุ 7 สัปดาห์ เมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม ฝักส่วนใหญ่แตกเมื่อมีอายุได้ 8 สัปดาห์หลังการผสมเกสร เมื่อทำการเพาะเมล็ดลงในอาหารเหลว เมล็ดลอยอยู่บนผิวหน้าของอาหารใช้เวลานานประมาณ 1 สัปดาห์ เมล็ดจึงเริ่มจม ลักษณะของเมล็ดมีรูปร่างเรียวยาว ป่องตรงกลาง โดยเมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ยังเห็นรูปร่างของคัพภะได้ไม่ชัดเจน (ภาพ 5) ในขณะที่เมล็ดจากฝักอายุ 4, 5, 6 และ 7 สัปดาห์ สามารถเห็นคัพภะเป็นรูปวงรีได้ (ภาพ 6)

1.1.1 การเปลี่ยนแปลงขนาดของคัพภะ

1.1.1.1 ความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ

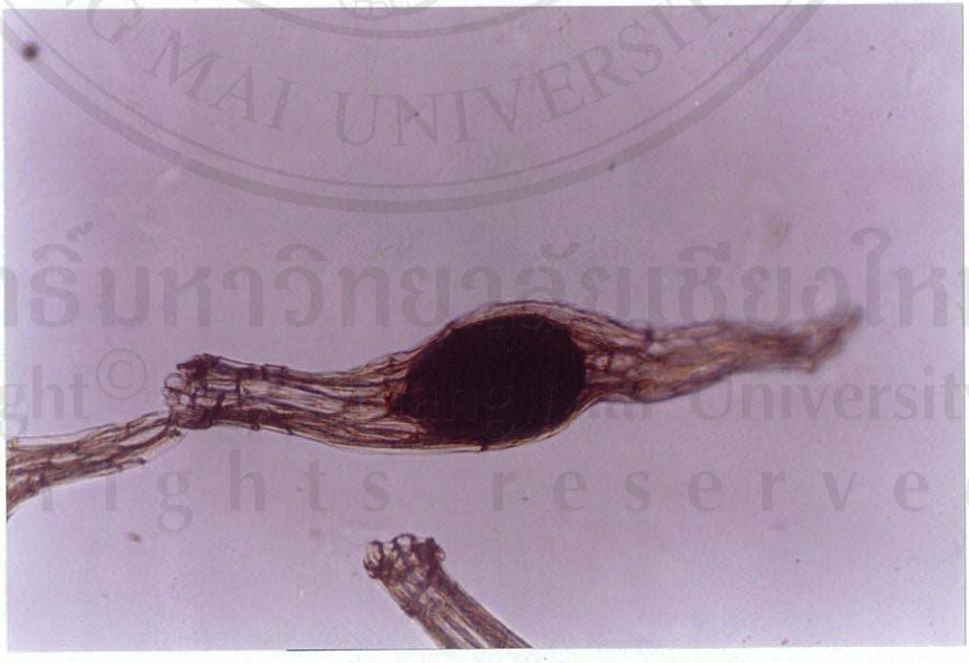
การเปลี่ยนแปลงความกว้างของคัพภะจากฝักอายุต่าง ๆ กัน เมื่อเพาะในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง (CMU1) พบว่า เมล็ดจากทุกอายุฝักมีความกว้างของคัพภะเพิ่มขึ้น ตั้งแต่สัปดาห์แรกหลังการเพาะ จนตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ ของการทดลอง ยกเว้นคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งคัพภะไม่สมบูรณ์จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงความกว้างมากนัก และคัพภะจากฝักอายุ 4 สัปดาห์ ซึ่งความกว้างเริ่มเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 หลังการเพาะเมล็ด นอกจากนั้นพบแนวโน้มว่า คัพภะจากฝักอายุมากกว่ามีขนาดกว้างกว่าคัพภะจากจากฝักอายุน้อยกว่า (แผนภาพ 1)

ความกว้างเฉลี่ยของคัพภะเมื่อเพาะในอาหารเหลวเป็นเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า คัพภะจากฝักอายุ 7 และ 6 สัปดาห์ มีความกว้างเฉลี่ย 270 $\pm$ 43 และ 259 $\pm$ 26.5 ไมครอน ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่กว้างกว่าคัพภะจากฝักอายุ 5, 4 และ 3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

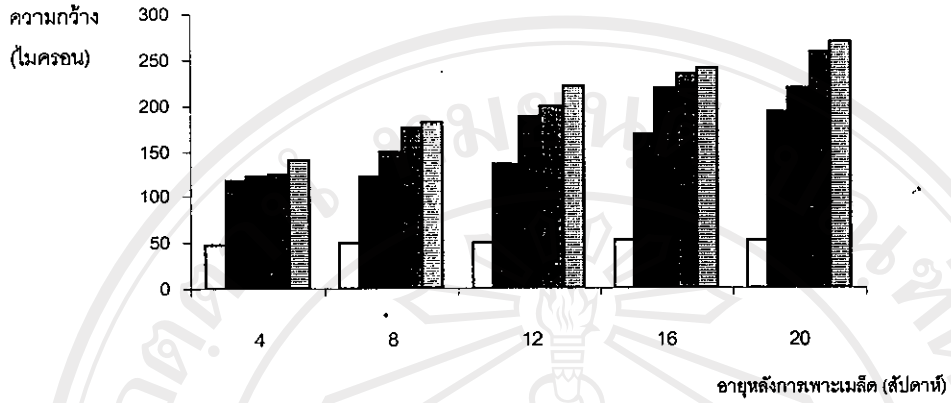
สัปดาห์ ซึ่งมีขนาด 218.8 ± 32, 193.8 ± 29.1 และ 53.1 ± 16 ไมครอน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 5 และ ตารางภาคผนวก 6) โดยเมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ มีความกว้างเฉลี่ยน้อยที่สุด

ภาพ 5 เมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์

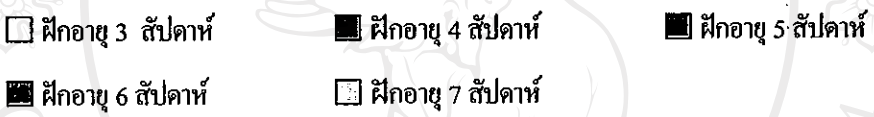


ภาพ 6 เมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 1 ผลของอายุฝักต่อความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ



1.1.1.2 ความยาวเฉลี่ยของคัพภะ

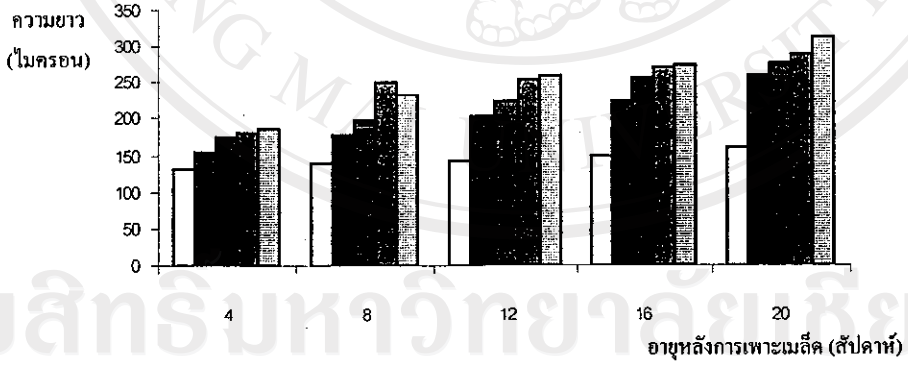
การเปลี่ยนแปลงความยาวของคัพภะจากฝักอายุต่าง ๆ กัน เมื่อเพาะในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง พบว่า เมล็ดจากทุกอายุฝักมีความยาวของคัพภะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์หลังการเพาะ และพบว่าคัพภะจากฝักอายุ 4-7 สัปดาห์ มีขนาดยาวกว่าคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ (แผนภาพ 2) โดยคัพภะจากฝักอายุ 7, 6, 5 และ 4 สัปดาห์ มีความยาวเฉลี่ย 312.5 $\pm$ 80.2, 286.4 $\pm$ 58.5, 278.1 $\pm$ 33.9 และ 259.4 $\pm$ 83.4 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยาวกว่าคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งยาว 159.4 $\pm$ 18.6 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 5 และ ตารางภาคผนวก 7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 5 ผลของอายุฝักต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อายุฝัก (สัปดาห์)	ขนาดคัพภะ (ไมครอน)	
	ความกว้าง[1/]	ความยาว[1/]
3	53.00 ± 16.00[c]	159.40 ± 18.60[b]
4	193.80 ± 29.10[b]	259.40 ± 83.40[a]
5	218.80 ± 32.00[b]	278.10 ± 33.90[a]
6	259.40 ± 43.00[a]	286.40 ± 58.50[a]
7	270.50 ± 26.50[a]	312.50 ± 80.20[a]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD



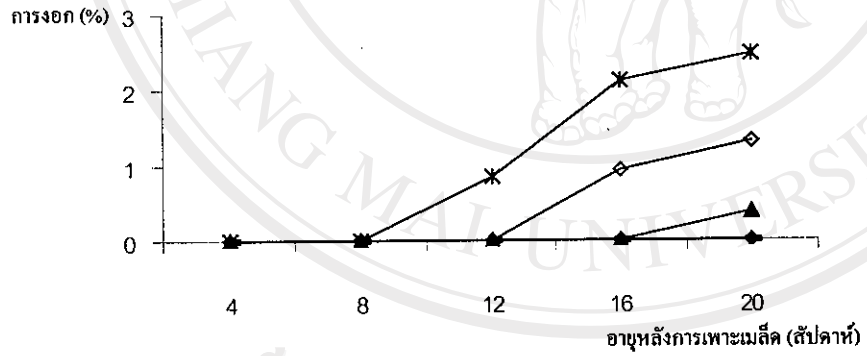
แผนภาพ 2 ผลของอายุฝักต่อความยาวเฉลี่ยของคัพภะ

□ ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ■ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ■ ฝักอายุ 5 สัปดาห์
▩ ฝักอายุ 6 สัปดาห์ □ ฝักอายุ 7 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1.2 การงอกและเปอร์เซ็นต์การงอก

เมื่อเพาะเมล็ดจากฝักอายุต่าง ๆ ลงในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง ไม่พบการงอกของเมล็ด (ซึ่งสังเกตุได้จากคัพภะพองมาก และเปลือกหุ้มเมล็ดแตกทำให้ คัพภะหลุดออกมา) จากฝักอายุ 3 และ 4 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง ส่วนเมล็ดจากฝักอายุ 5, 6 และ 7 สัปดาห์ สามารถงอกได้ แต่การงอกเกิดขึ้นในปริมาณที่น้อยมากและไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นยังพบว่า เมล็ดจากฝักอายุมาก งอกได้เร็วกว่าเมล็ดที่มาจากฝักอายุน้อย โดยเมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ งอกในช่วงสัปดาห์ที่ 12 หลังการเพาะเมล็ด เมล็ดจากฝักอายุ 6 สัปดาห์ งอกในช่วงสัปดาห์ที่ 16 หลังการเพาะเมล็ด และเมล็ดจากฝักอายุ 5 สัปดาห์งอกในช่วงสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 3) นอกจากนั้นเมล็ดจากฝักที่มีอายุมากกว่ายังสามารถงอกได้มากกว่าเมล็ดจากฝักอายุน้อยอีกด้วย ซึ่งเมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์มีเปอร์เซ็นต์งอกได้มากที่สุด คือ 2.46% ตามด้วยเมล็ดจากฝักอายุ 6 และ 5 สัปดาห์ ซึ่งงอก 1.316 และ 0.374% ตามลำดับ (ตาราง 6)



แผนภาพ 3 ผลของอายุฝักต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ฝักอายุ 5 สัปดาห์
ฝักอายุ 6 สัปดาห์ ฝักอายุ 7 สัปดาห์

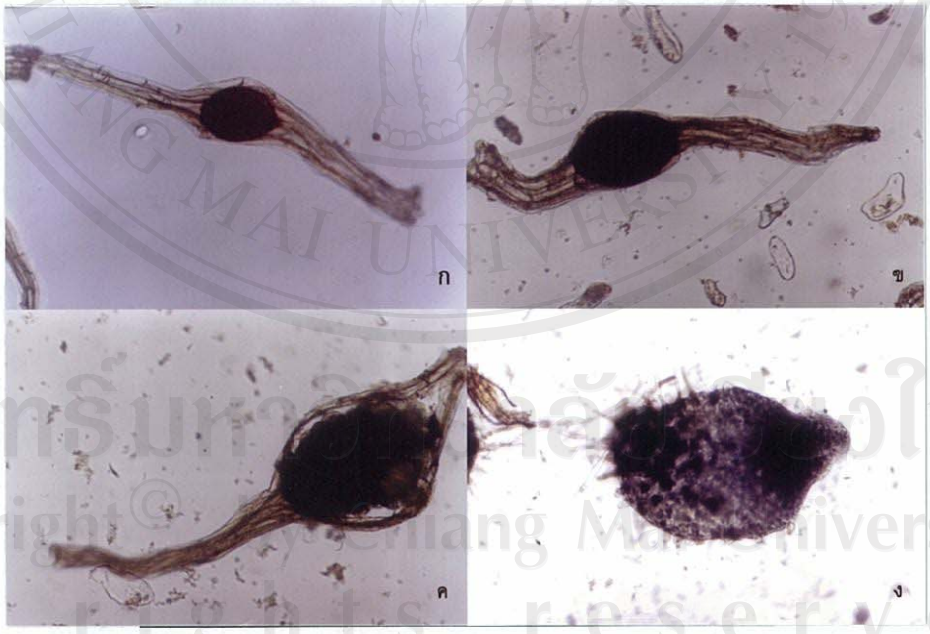
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 6 ผลของอายุฝักต่อเปอร์เซ็นต์การงอกหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อายุฝัก	การงอก (%)
3	0
4	0
5	0.374
6	1.316
7	2.46

1.1.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของโปรโตคอร์ม

คัพภะมีการเจริญเติบโตจนกระทั่งดันเปลือกหุ้มเมล็ดให้ฉีกขาดและเมื่อหลุดออกจากเปลือกหุ้มเมล็ดแล้วมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นกว่าเมื่อยังอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด จากนั้นพัฒนาไปเป็นโปรโตคอร์มสร้างยอดขนาดเล็ก (ภาพ 7) ซึ่งยืดตัวพัฒนาเป็นต้นอ่อนอย่างรวดเร็ว



ภาพ 7 การพัฒนาของเมล็ดไปเป็นโปรโตคอร์ม (47X)

ก เมล็ดเมื่อเริ่มทดลอง

ข คัพภะขยายขนาดเพิ่มขึ้นหลังการเพาะ 4 สัปดาห์

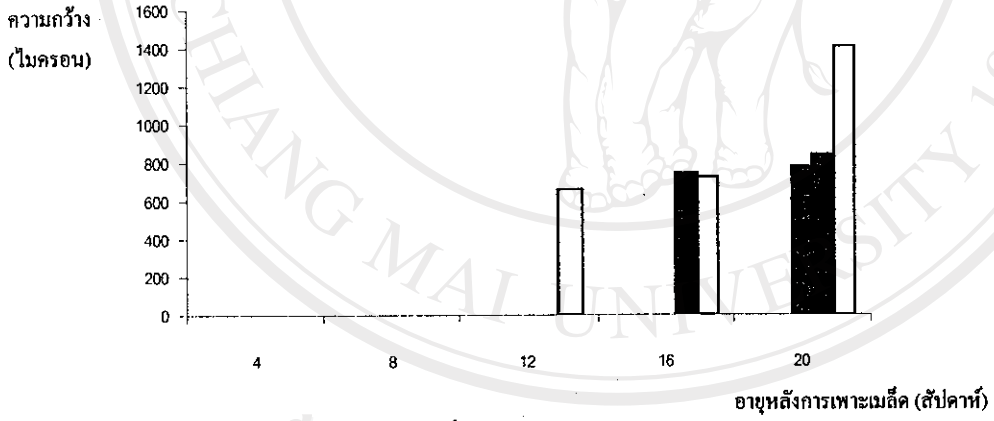
ค เมล็ดดันเปลือกหุ้ม ฉีกขาดและงอก

ง โปรโตคอร์มที่มียอด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.1.3.1 ความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

จากการทดลองพบว่า เมื่อเพาะเมล็ดในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง นาน 12 สัปดาห์ เมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ เริ่มมีการงอก พบว่า คัพภะที่งอกก่อนมีระยะเวลาในการเจริญเติบโตมากกว่า ซึ่งทำให้พัฒนาเป็นโปรโตคอร์มที่กว้างกว่าคัพภะที่งอกในระยะต่อมา โดยเห็นได้จากความกว้างของโปรโตคอร์มจากฝักอายุ 7 สัปดาห์มีความกว้างเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 4) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า โปรโตคอร์มจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ มีความกว้าง 1414.4 ± 434.87 ไมครอน กว้างกว่าโปรโตคอร์มจากฝักอายุ 6 และ 5 สัปดาห์ ซึ่งมีความกว้าง 841.6 ± 292.89 และ 780.8 ± 452.55 ไมครอน ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 7 และ ตารางภาคผนวก 8)



แผนภาพ 4 ผลของอายุฝักต่อความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ฝักอายุ 5 สัปดาห์
ฝักอายุ 6 สัปดาห์ ฝักอายุ 7 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 7 ผลของอายุฝักต่อขนาดเฉลี่ยของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด หลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

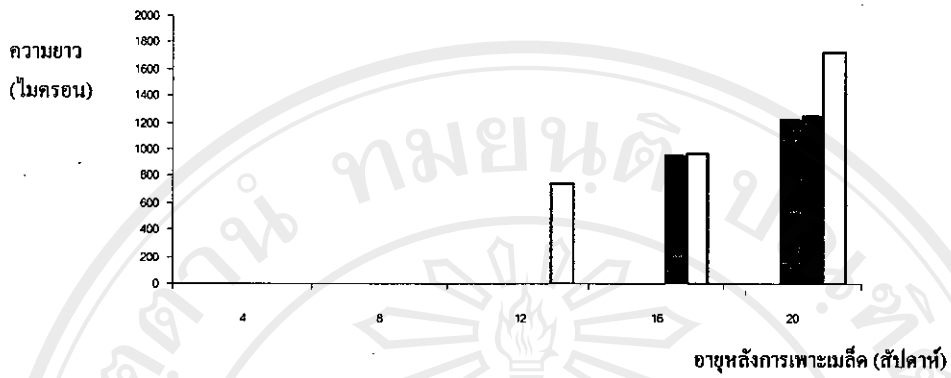
อายุฝัก (สัปดาห์)	ขนาดโปรโตคอร์ม (ไมครอน)	
	ความกว้าง[1/]	ความยาว
3	-	-
4	-	-
5	780.8 ± 452.55[b]	1228.8 ± 434.45
6	841.6 ± 292.98[b]	1257.6 ± 505.64
7	1414.4 ± 434.87[a]	1738.67 ± 515.99

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

1.1.3.2 ความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

เมื่อเพาะเมล็ดในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง โปรโตคอร์มจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ มีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด นอกจากนั้นยังพบว่า โปรโตคอร์มพัฒนาจนมียอดแหลมในสัปดาห์ที่ 16 หลังการเพาะเมล็ด ซึ่งในโปรโตคอร์มจากฝักอายุ 6 สัปดาห์ สามารถพัฒนาจนมียอดแหลมในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 5) เช่นกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองโปรโตคอร์มจากฝักอายุ 7, 6 และ 5 สัปดาห์ มีความยาว 1738 ± 515.99, 1257.6 ± 505.64 และ 1228.8 ± 434.45 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 7 และ ตารางภาคผนวก 9) เมื่อพิจารณาขนาดของโปรโตคอร์มจากทุกอายุฝัก พบว่า มีขนาดไม่สม่ำเสมอกันเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอเรื่องเวลาที่ใช้ในการงอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 5 ผลของอายุฝักต่อความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

โดยสรุป เมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ คัพภะยังเห็นรูปร่างไม่ชัดเจน ในขณะที่เมล็ดจากฝักอายุ 4, 5, 6 และ 7 สัปดาห์ เห็นคัพภะเป็นรูปวงรี เมื่อเพาะเมล็ดนาน 20 สัปดาห์ พบว่าขนาดของคัพภะ จากฝักอายุมาก (7 และ 6 สัปดาห์) มีขนาดใหญ่กว่า คัพภะจากฝักอายุน้อย (5, 4 และ 3 สัปดาห์) เมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ งอกได้เร็ว (สัปดาห์ที่ 12 หลังการเพาะเมล็ด) และมากกว่า รวมทั้งยังให้โปรโตคอร์มกว้างกว่า เมล็ดจากฝักอายุ 5 และ 6 สัปดาห์ ไม่พบการงอกของเมล็ดจากฝักอายุ 3 และ 4 สัปดาห์

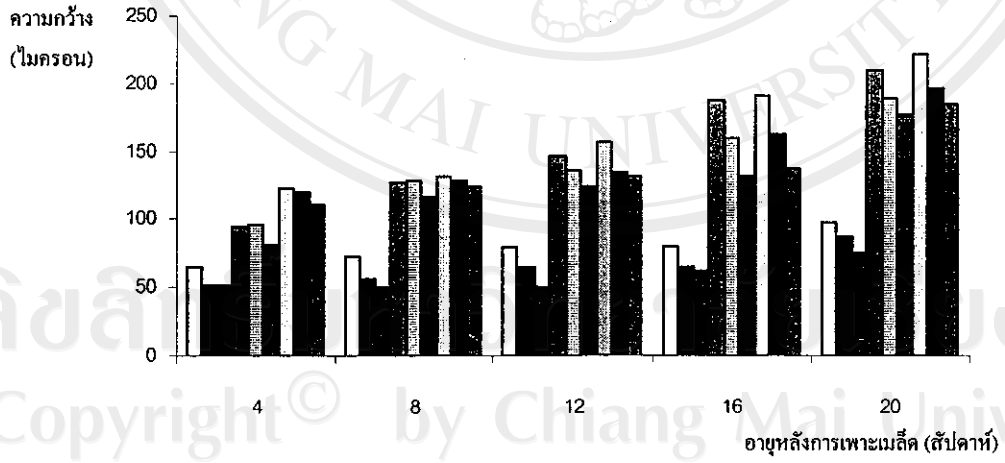
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 1.2 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ด

การเพาะเมล็ดจากฝักอายุต่างกันและมีตำแหน่งฝักบนช่อดอกต่างกันในอาหารเหลวสูตร VW (1949) ดัดแปลง เป็นระยะเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อ เปอร์เซ็นต์การงอก ขนาดของคัพภะและโปรโตคอร์ม ดังนี้

1.2.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างตำแหน่งของฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อขนาดของคัพภะ

เมล็ดจากฝักทุกอายุและทุกตำแหน่งฝักบนช่อดอก มีความกว้างของคัพภะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ของการเพาะเมล็ด ยกเว้นคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ในทุกตำแหน่งฝัก ซึ่งคัพภะไม่สมบูรณ์จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงความกว้างมากนัก ช่วง 8 สัปดาห์แรกของการเพาะเมล็ด ความกว้างของคัพภะจากฝักอายุ 4 และ 5 สัปดาห์ ในทุกตำแหน่งฝักไม่ต่างกันมากนัก (แผนภาพ 6)



แผนภาพ 6 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า อายุฝักและตำแหน่งฝักบนช่อดอกไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความกว้างของคัพภะ (ตาราง 8 และ ตารางภาคผนวก 15)

ในส่วนความยาวของคัพภะพบว่า เมล็ดจากทุกอายุฝักและทุกตำแหน่งฝักบนช่อดอก มีความยาวเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ของการเพาะเมล็ด ยกเว้นคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ในทุกตำแหน่งฝัก โดยคัพภะจากฝักอายุ 4 และ 5 สัปดาห์ ในทุกตำแหน่งฝักเริ่มมีความยาวแตกต่างกันอย่างชัดเจน ในสัปดาห์ที่ 12 ของการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 7)

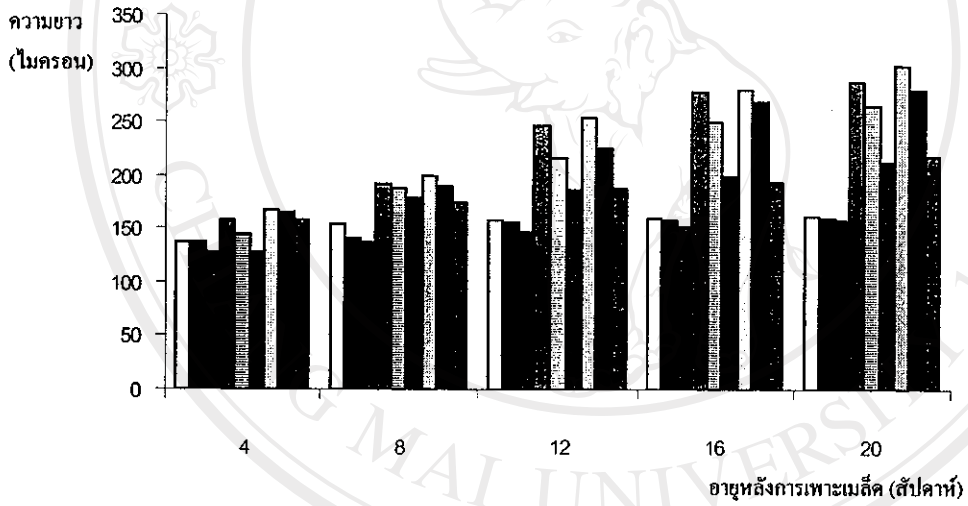
ตาราง 8 ผลร่วมของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อายุฝัก (สัปดาห์)	ตำแหน่งฝัก	ขนาดคัพภะ (ไมครอน)	
		ความกว้าง	ความยาว[1/]
3	1	97.5 ± 32.2	162.5 ± 50.3^{d}
	3	87.5 ± 29.2	160.4 ± 16.7^{d}
	5	75.0 ± 28.9	157.5 ± 12.1^{d}
4	1	209.4 ± 58.2	287.5 ± 53.5^{ab}
	3	190.0 ± 24.2	265.0 ± 50.3^{b}
	5	175.1 ± 80.7	212.5 ± 32.7^{c}
5	1	221.9 ± 33.9	303.1 ± 20.9^{a}
	3	196.9 ± 61.9	281.3 ± 34.7^{ab}
	5	184.4 ± 37.6	218.8 ± 26.3^{c}

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า อายุฝักและตำแหน่งฝักบนช่อดอกมีผลร่วมกันอย่างมีนัยนำคัญต่อความยาวของคัพภะ (ตาราง 8 และ ตารางภาคผนวก 16) โดยคัพภะจากฝักอายุ 5 สัปดาห์ จากตำแหน่งที่ 1 , 3 และจากฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ ระหว่าง 281.3 ± 34.7 – 303.1 ± 20.9 ไมครอน ซึ่งแตกต่างจากคัพภะจากอายุฝักเดียวกัน แต่มาจากตำแหน่งที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคัพภะจากฝักที่มีอายุน้อย 3 สัปดาห์ ทุกตำแหน่งของฝัก ให้ความยาวน้อยสุด อยู่ระหว่าง 157.5 ± 12.1 - 162.5 ± 50.3 ไมครอน ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากคัพภะจากฝักอายุ 4 และ 5 สัปดาห์ ใน ทุกตำแหน่งฝัก



แผนภาพ 7 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อความยาวเฉลี่ยของคัพภะ

□ ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 ■ ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ■ ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5
■ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 □ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ■ ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5
▨ ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 ■ ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ▨ ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.2 ผล (main effect) ของตำแหน่งฝักบนช่อดอก ต่อขนาดดัพภะ

หลังการเพาะเมล็ดนาน 20 สัปดาห์ พบว่า ความกว้างเฉลี่ยของดัพภะจากฝักในตำแหน่งที่ 1, 3 และ 5 มีความกว้างเฉลี่ย 173.08 ±71.4, 150.83 ± 64.8 และ 141.35 ± 71.7 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกัน (ตาราง 9 และ ตารางภาคผนวก 17)

ความยาวของดัพภะจากฝักที่มีตำแหน่งที่อยู่ใกล้โคนช่อดอกมีความยาวมากว่าดัพภะจากฝักที่มีตำแหน่งอยู่ไกลโคนช่อดอก โดย สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า ความยาวของดัพภะจากฝักในตำแหน่งที่ 1 มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับดัพภะจากฝักในตำแหน่งที่ 3 ซึ่งยาว 249.04 ± 81.1 และ 227.5 ± 65.8 ไมครอน ตามลำดับ แต่ยาวกว่าดัพภะจากฝักในตำแหน่งที่ 5 ซึ่งยาว 193.27 ± 47.4 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 9 และ ตารางภาคผนวก 18)

ตาราง 9 ผล (main effect) ของตำแหน่งฝักบนช่อดอก ต่อขนาดเฉลี่ยของดัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

ตำแหน่งฝักบนช่อดอก	ขนาดดัพภะ (ไมครอน)	
	กว้าง	ยาว[1/]
1	173.08 ± 71.4	249.04 ± 81.1[a]
3	150.83 ± 64.8	227.50 ± 65.8[ab]
5	141.35 ± 71.7	193.27 ± 47.7[b]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2.3 ผล (main effect) ของอายุฝัก ต่อขนาดของดัพภะ

สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ดพบว่า ดัพภะที่มาจากฝักอายุมากกว่า มีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าดัพภะที่มาจากฝักอายุน้อย ดัพภะจากฝักอายุ 5 สัปดาห์ มีความกว้างไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับดัพภะจากฝักอายุ 4 สัปดาห์ คือ 200.0 ± 50.54 และ 196.15 ± 21.8

ไมครอน ตามลำดับ แต่กว้างกว่าคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งกว้าง 84.5 ± 29.8 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับความยาว คือ คัพภะจากฝักอายุ 5 สัปดาห์ มีความยาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กับคัพภะจากฝักอายุ 4 สัปดาห์ คือ 267.71 ± 60.1 และ 260.58 ± 51.6 ไมครอน ตามลำดับ แต่ยาวกว่าคัพภะจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ซึ่งยาว 160.16 ± 29.7 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 10 และ ตารางภาคผนวก 19 และ 20)

ตาราง 10 ผล (main effect) ของอายุฝัก ต่อขนาดของคัพภะ หลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

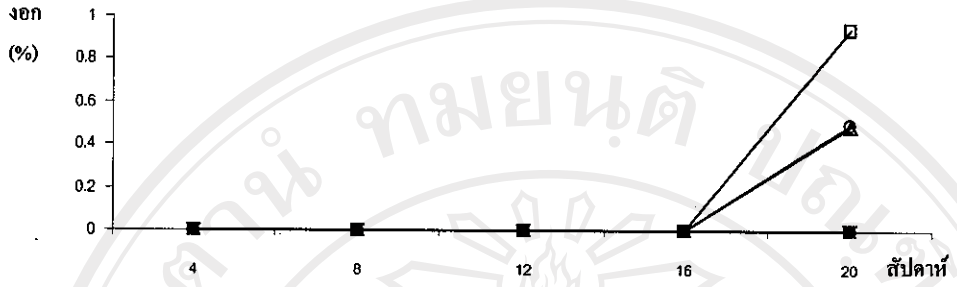
อายุฝัก (สัปดาห์)	ขนาดคัพภะ (ไมครอน)	
	กว้าง[1/]	ยาว[1/]
3	87.5 ± 29.8[b]	160.16 ± 29.7[b]
4	196.15 ± 21.8[a]	260.58 ± 51.6[a]
5	200.0 ± 50.54[a]	267.71 ± 60.1[a]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

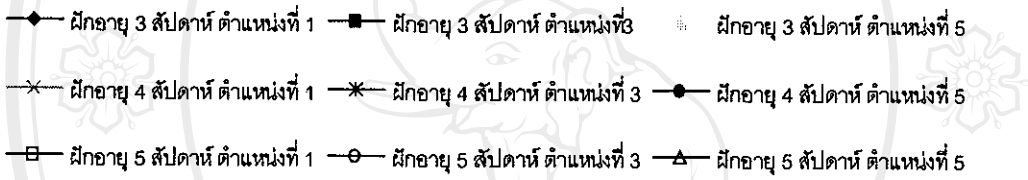
1.2.4 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอก

พบว่า การงอกเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 8) เมล็ดจากฝักอายุ 5 สัปดาห์ ในตำแหน่งที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดคือ 0.94% ตามด้วยเมล็ดจากฝักอายุ 5 สัปดาห์ ในตำแหน่งที่ 3 และ 5 บนช่อดอก ซึ่งงอกเท่ากันคือ 0.49% ในขณะที่เมล็ดจากฝักอายุ 4 สัปดาห์ ในทุกตำแหน่งฝักบนช่อดอกและเมล็ดจากฝักอายุ 3 สัปดาห์ ในทุกตำแหน่งฝักบนช่อดอกไม่พบการงอกตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ของการเพาะเมล็ด (ตาราง 11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 8 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด



ตาราง 11 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อเปอร์เซ็นต์การงอก หลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อายุฝัก (สัปดาห์)	3			4			5		
ตำแหน่ง	1	3	5	1	3	5	1	3	5
การงอก (%)	0	0	0	0	0	0	0.94	0.49	0.49

1.2.5 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อขนาดโปรโตคอร์ม

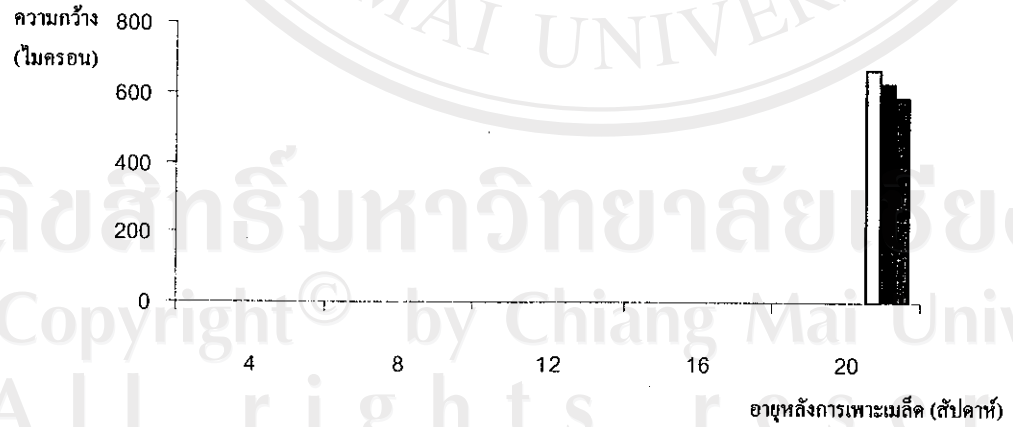
การงอกเกิดขึ้นจากที่ฝักอายุ 5 สัปดาห์ เท่านั้น พบว่า โปรโตคอร์มซึ่งเกิดจากเมล็ดที่มาจากฝักต่างตำแหน่งกัน มีขนาดไม่แตกต่างกัน (ตาราง 12 และ แผนภาพ 9 และ 10)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 12 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อขนาดเฉลี่ย ของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อายุฝัก (สัปดาห์)	ตำแหน่งฝัก	ขนาดโปรโตคอร์ม (ไมครอน)[1]	
		ความกว้าง	ความยาว
3	1	-	-
	3	-	-
	5	-	-
4	1	-	-
	3	-	-
	5	-	-
5	1	668.75 ± 308.47	856.25 ± 243.56
	3	625.0 ± 106.07	837.5 ± 169.10
	5	587.5 ± 88.39	812.5 ± 88.39

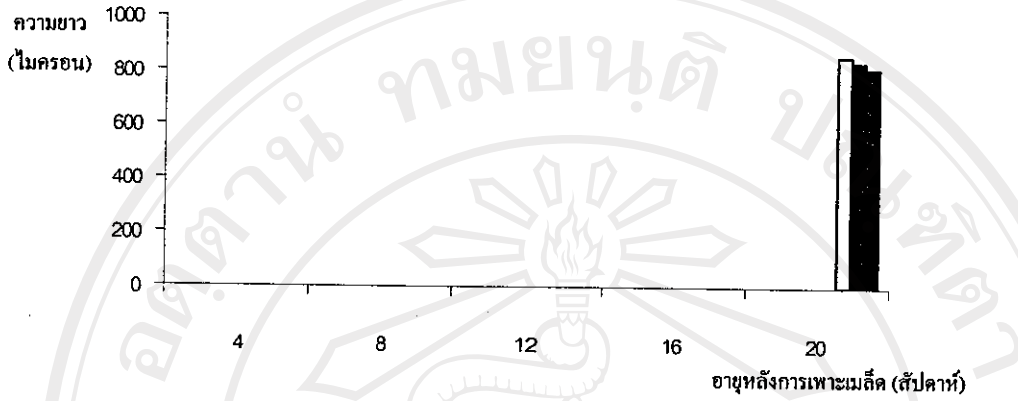
[1] ค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่ได้นำไปวิเคราะห์ความแตกต่างของความแปรปรวนทางสถิติ



แผนภาพ 9 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ฝักอายุ 3 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5
ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ฝักอายุ 4 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5
ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 1 ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 3 ฝักอายุ 5 สัปดาห์ ตำแหน่งที่ 5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 10 ผลของตำแหน่งฝักบนช่อดอกและอายุฝักต่อความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

โดยสรุป อายุฝักและตำแหน่งฝักบนช่อดอกมีผลร่วมกันในการส่งเสริมความยาวของคัพภะ โดยฝักอายุมากและตำแหน่งฝักอยู่ใกล้โคนช่อดอก ให้คัพภะยาวกว่า จากฝักอายุน้อยและตำแหน่งฝักอยู่ไกลโคนช่อดอก และพบว่าการงอกของเมล็ดจากฝักที่อยู่ใกล้โคนช่อดอกมีมากกว่า เมล็ดที่มาจากฝักตำแหน่งไกลโคนช่อดอก ในอายุฝักเดียวกัน แต่ปัจจัยเรื่องตำแหน่งฝักไม่มีผลต่อขนาดของโปรโตคอร์ม

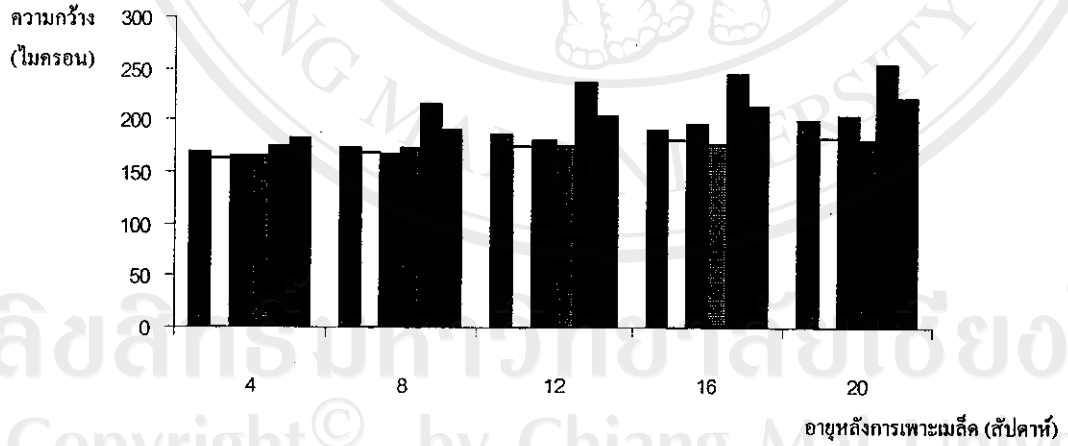
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 1.3 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อการงอกของเมล็ด

การเพาะเมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ ในอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลง โดยให้ได้รับอุณหภูมิต่างกันร่วมกับการได้รับแสงและไม่ได้รับแสงเป็นระยะเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อขนาดคัพภะ เปอร์เซ็นต์การงอก และขนาดโปรโตคอร์ม ดังนี้

1.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างอุณหภูมิและแสงต่อขนาดของคัพภะ

ตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์หลังการเพาะเมล็ด คัพภะที่ได้รับอุณหภูมิ 20 และ 25 องศาเซลเซียส ทั้งได้รับแสงและไม่ได้รับแสง มีความกว้างเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ย ของคัพภะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ในขณะที่เมล็ดที่ได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทั้งได้รับแสงและไม่ได้รับรับแสง มีความกว้างและความยาวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงสัปดาห์ที่ 8 หลังการเพาะเมล็ด (แผนภาพ 11 และ 12) สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า อุณหภูมิและแสงไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ ต่อความกว้างและความยาวของคัพภะ (ตาราง 13 และ ตารางภาคผนวก 24 และ 25)

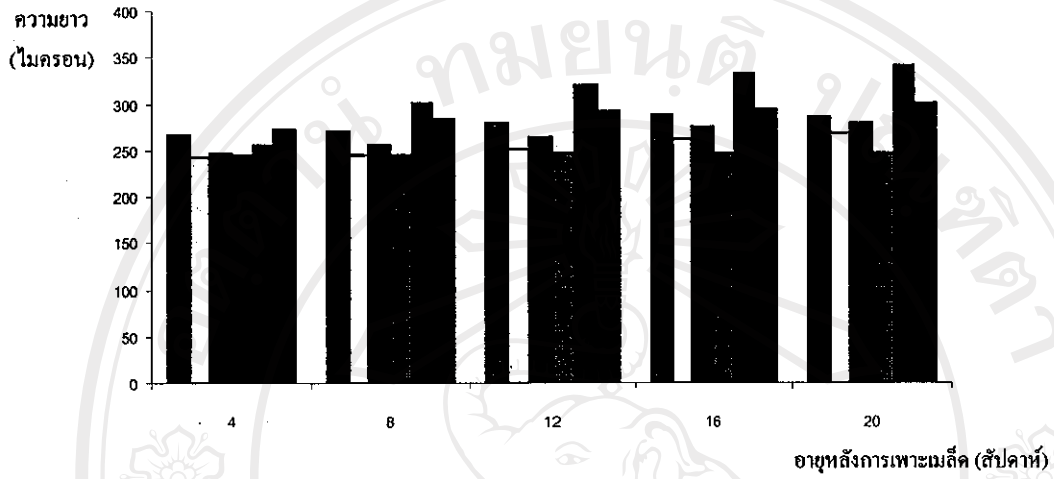


แผนภาพ 11 ผลของอุณหภูมิและสภาพแสงต่อความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ

- อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และ ได้รับแสง
- อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ ได้รับแสง
- อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ ได้รับแสง
- อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และ ไม่ได้รับแสง
- อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และ ไม่ได้รับแสง
- อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และ ไม่ได้รับแสง

571.538
ม36ป
เลขหมู่.....
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 12 ผลของอุณหภูมิและสภาพแสงต่อความยาวเฉลี่ยของคัพภะ

ตาราง 13 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะ หลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	แสง	คัพภะ (ไมครอน)	
		กว้าง	ยาว
20	ได้รับแสง	201.22 ± 20.41	285.18 ± 28.02
	ไม่ได้รับแสง	183.30 ± 15.99	269.31 ± 23.22
25	ได้รับแสง	204.29 ± 52.84	280.06 ± 71.76
	ไม่ได้รับแสง	181.76 ± 19.55	247.81 ± 30.22
30	ได้รับแสง	254.46 ± 47.08	342.02 ± 52.84
	ไม่ได้รับแสง	221.18 ± 54.24	300.54 ± 34.88

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.2 ผล (main effect) ของอุณหภูมิ ต่อขนาดของคัพภะ

คัพภะที่ได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีขนาดกว้างเฉลี่ย มากที่สุดคือ 237.82 ± 53 ไมครอน โดยกว้างกว่าคัพภะที่ได้รับอุณหภูมิ 25 และ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งกว้าง 193.02 ± 41.04 และ 192.26 ± 20.25 ไมครอน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับความยาว คือ คัพภะที่ได้รับอุณหภูมิ 30องศาเซลเซียส มีขนาดความยาวมากที่สุด คือ 321.28 ± 49.01 โดยยาวกว่าคัพภะที่ได้รับอุณหภูมิ 25 และ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งยาว 263.94 ± 56.88 และ 277.25 ± 26.7 ไมครอน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 14 และ ตารางภาคผนวก 26 และ 27)

ตาราง 14 ผล (main effect) ของอุณหภูมิ ต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	คัพภะ (ไมครอน)	
	กว้าง[1/]	ยาว[1/]
20	192.26 ± 20.25[b]	277.25 ± 26.7[b]
25	193.02 ± 41.04[b]	263.94 ± 56.88[b]
30	237.82 ± 53.00[a]	321.28 ± 49.01[a]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.3 ผลของแสง (main effect) ต่อขนาดของดัพภะ

ดัพภะที่ได้รับแสงซึ่งกว้าง 219.99 ± 48.61 ไมครอน มีขนาดกว้างกว่าไม่ได้รับแสง ซึ่งกว้าง 195.41 ± 38.71 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ โดยเป็นไปในทางเดียวกันกับความยาวคือ ดัพภะที่ได้รับแสง ซึ่งยาว 302.42 ± 60.25 มีขนาดยาวกว่าดัพภะที่ได้รับแสงซึ่งยาว 272.55 ± 36.61 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 15 และ ตารางภาคผนวก 28 และ29)

ตาราง 15 .ผล (main effect) ของแสง ต่อขนาดเฉลี่ยของดัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

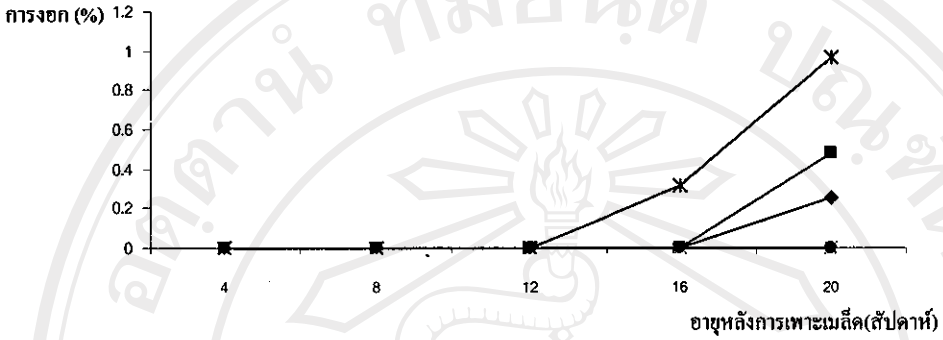
แสง	ดัพภะ (ไมครอน)	
	กว้าง[1/]	ยาว[1/]
ได้รับแสง	219.99 ± 48.61[a]	302.42 ± 60.25[a]
ไม่ได้รับแสง	195.41 ± 38.71[b]	272.55 ± 36.61[b]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

1.3.4 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอก

เมล็ดเริ่มมีการงอกในช่วงสัปดาห์ที่ 16 ถึง 20 หลังการเพาะเมล็ด โดยเมล็ดที่ได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และได้รับแสง เริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 16 หลังการเพาะเมล็ดและเมล็ดที่ได้รับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทั้งได้รับแสงและไม่ได้รับแสงเริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด ส่วนเมล็ดที่ได้รับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทั้งได้รับและไม่ได้รับแสง และได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับแสง ไม่มีการงอก (แผนภาพ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 13 ผลของอุณหภูมิและสภาพแสงต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

ในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า เมล็ดที่ได้รับอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และได้รับแสง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุดคือ 0.97% ตามมาด้วยอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับแสง 20 องศาเซลเซียส และได้รับแสง โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ 0.48 และ 0.25% ตามลำดับ (ตาราง 16)

ตาราง 16 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อุณหภูมิ	20		25		30	
(องศาเซลเซียส)	ได้รับแสง	ไม่ได้รับแสง	ได้รับแสง	ไม่ได้รับแสง	ได้รับแสง	ไม่ได้รับแสง
งอก (%)	0.25	0.48	-	-	0.97	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3.5 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อขนาดของโปรโตคอร์ม

เมล็ดงอกและเกิดเป็นโปรโตคอร์มได้ในบางกรรมวิธี โปรโตคอร์มที่ได้รับอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และไม่ได้รับแสง มีความกว้างเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1152 ± 283.63 ไมครอน ซึ่งต่างจากความกว้างที่ได้จากอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ที่ได้รับแสง และจากอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แต่ไม่ได้รับแสง ซึ่งมีขนาดเพียง 512.0 และ 640.0 ± 258.04 ไมครอน ตามลำดับ ความยาวเฉลี่ยจากทั้ง 3 กรรมวิธี ก็ให้ผลในทำนองเดียวกัน (ตาราง 17)

ตาราง 17 ผลของอุณหภูมิและแสงต่อขนาดเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม หลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

อุณหภูมิ (°C)	แสง	โปรโตคอร์ม (ไมครอน)[1]	
		กว้าง	ยาว
20	ได้รับแสง	512	947.2
	ไม่ได้รับแสง	1152 ± 283.63	1408 ± 181.02
25	ได้รับแสง	-	-
	ไม่ได้รับแสง	-	-
30	ได้รับแสง	640 ± 258.04	738.13 ± 104.20
	ไม่ได้รับแสง	-	-

[1] ค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้นำไปวิเคราะห์ค่าแตกต่างของความแปรปรวนทางสถิติ

โดยสรุป แสงและอุณหภูมิไม่มีผลร่วมกันในการส่งเสริมขนาดของคัพภะ แต่พบว่า คัพภะมีขนาดใหญ่เมื่อได้รับอุณหภูมิสูง (30 องศาเซลเซียส) หรือเมื่อได้รับแสง และพบว่าการงอก ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทั้งได้รับและไม่ได้รับแสง เมล็ดสามารถงอกได้ (0.25 และ 0.48 % ตามลำดับ) แต่น้อย และช้ากว่า ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสและได้รับแสง ซึ่งงอกมากที่สุด (0.97 %)

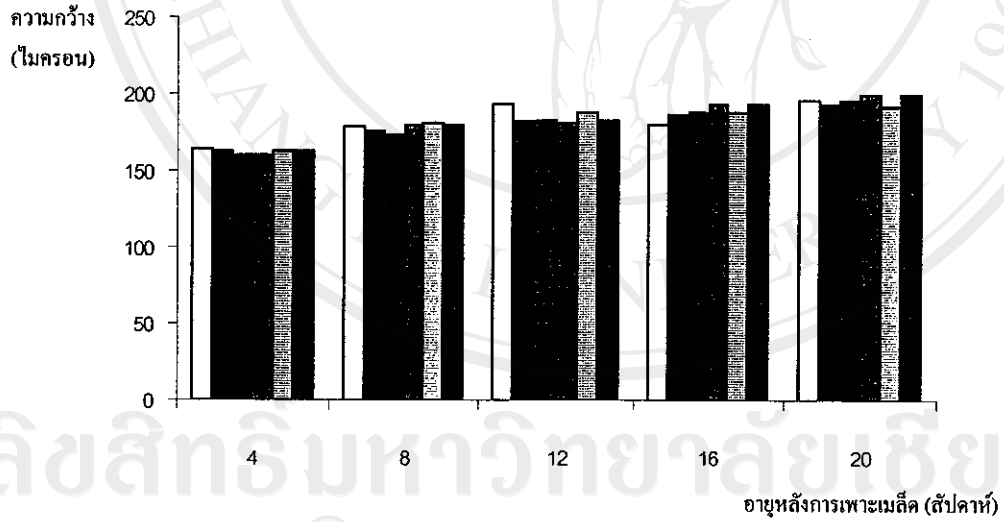
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 1.4 ผลของระดับน้ำตาลต่อการงอกของเมล็ด

1.4.1 การเปลี่ยนแปลงขนาดของดัพภะ

1.4.1.1 ความกว้างเฉลี่ยของดัพภะ

การเปลี่ยนแปลงความกว้างเฉลี่ยของดัพภะจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ เมื่อเพาะในอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลง ที่มีระดับน้ำตาลซูโครสแตกต่างกัน พบว่า ดัพภะมีขนาดเฉลี่ยกว้างขึ้นในทุกสัปดาห์ (แผนภาพ 14) โดยเมื่อเพาะเมล็ดนาน 20 สัปดาห์ พบว่า เมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีน้ำตาลทุกระดับทำให้ขนาดเฉลี่ยของดัพภะ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 18 และ ตารางภาคผนวก 35)



แผนภาพ 14 ผลของระดับน้ำตาลต่อความกว้างเฉลี่ยของดัพภะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4.1.2 ความยาวเฉลี่ยของคัพภะ

การเปลี่ยนแปลงความยาวเฉลี่ยของคัพภะ พบว่า คัพภะมีขนาดเฉลี่ยยาวขึ้นในทุกสัปดาห์ โดยคัพภะยาวขึ้นอย่างรวดเร็วในสัปดาห์ที่ 8 หลังการเพาะเมล็ด หลังจากนั้นความยาวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (แผนภาพ 15) โดยเมื่อเพาะเมล็ดนาน 20 สัปดาห์ พบว่า เมล็ดที่เพาะในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล หรือ ที่มีน้ำตาลทุกระดับ ให้คัพภะยาวเฉลี่ย ตั้งแต่ 272.38 ± 22.02 - 282.62 ± 25.04 ไมครอน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 18 และ ตารางภาคผนวก 36)

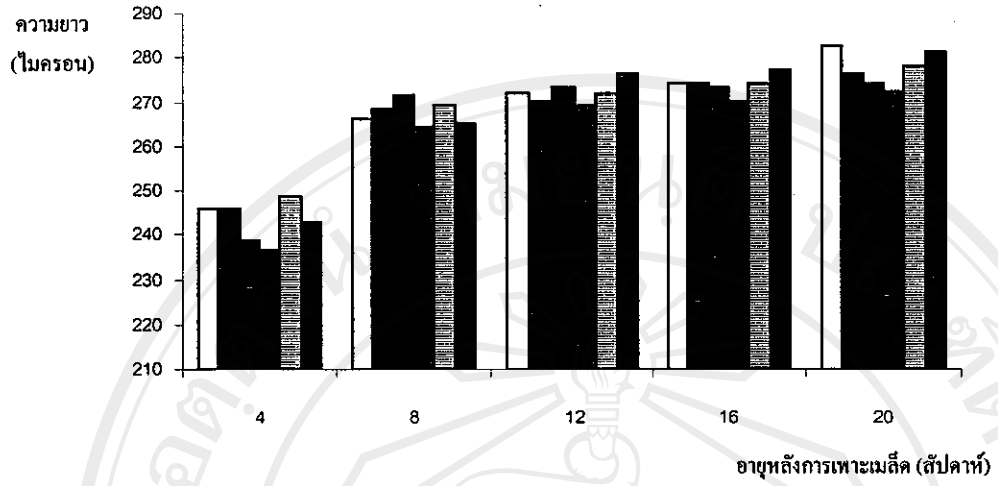
ตาราง 18 ผลของระดับน้ำตาลต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

ระดับน้ำตาล	คัพภะ (ไมครอน)	
(%)	ความกว้าง	ความยาว
0	195.58 ± 21.39	282.62 ± 25.04
2	193.54 ± 24.30	276.48 ± 20.9
4	195.58 ± 19.38	274.43 ± 31.8
6	199.68 ± 20.90	272.38 ± 22.02
8	191.49 ± 15.00	278.53 ± 28.92
10	199.68 ± 14.78	281.6 ± 19.55

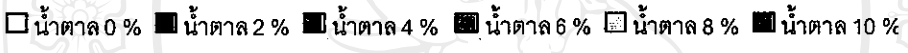
1.4.2 การงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

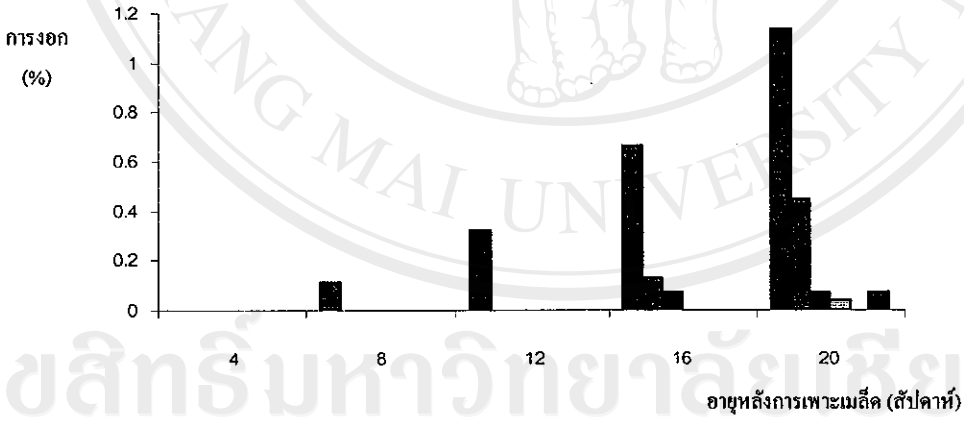
เมล็ดเริ่มงอกในช่วงสัปดาห์ที่ 8 ถึง สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด โดยเมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 0 % เริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 8 และมีการงอกเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ ส่วนเมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 2 และ 4 % เมล็ดเริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 16 ส่วน เมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 6 และ 10 % เมล็ดเริ่มงอกในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด ในขณะที่ ไม่พบการงอกของเมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 8 % (แผนภาพ 16) และ พบว่า สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะ เมล็ดที่เพาะในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงที่สุด คือ 1.14 % ตามด้วย เมล็ดที่เพาะในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 2, 10, 4 และ 6 % ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 0.45, 0.08, 0.07 และ 0.04 % ตามลำดับ (ตาราง 19)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

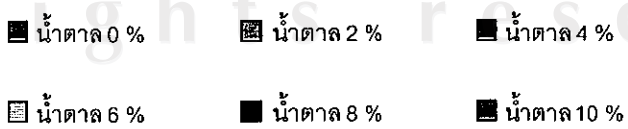


แผนภาพ 15 ผลของระดับน้ำตาลต่อความยาวเฉลี่ยของคัพภะ





แผนภาพ 16 ผลของระดับน้ำตาลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

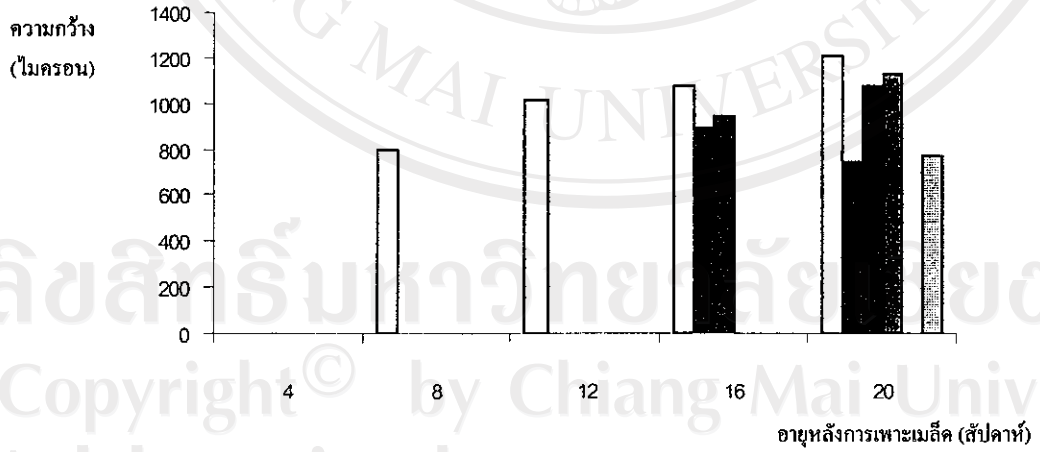
ตาราง 19 ผลของระดับน้ำตาล ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

	ระดับน้ำตาล (%)					
	0	2	4	6	8	10
การงอก (%)	1.14	0.45	0.07	0.04	0	0.08

1.4.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของโปรโตคอร์ม

1.4.3.1 ความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

ความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกสัปดาห์ (แผนภาพ 17) โดยสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด โปรโตคอร์มที่ได้จากเมล็ดที่เพาะในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล และที่มีน้ำตาลทุกระดับ ยกเว้นในอาหารที่มี น้ำตาล 8 % ซึ่งเมล็ดไม่งอก มีความกว้างเฉลี่ยในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 768.0 ± 0 - 1207.46 ± 439.67 ไมครอน ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 20 และ ตารางภาคผนวก 37)



แผนภาพ 17 ผลของระดับน้ำตาลต่อความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

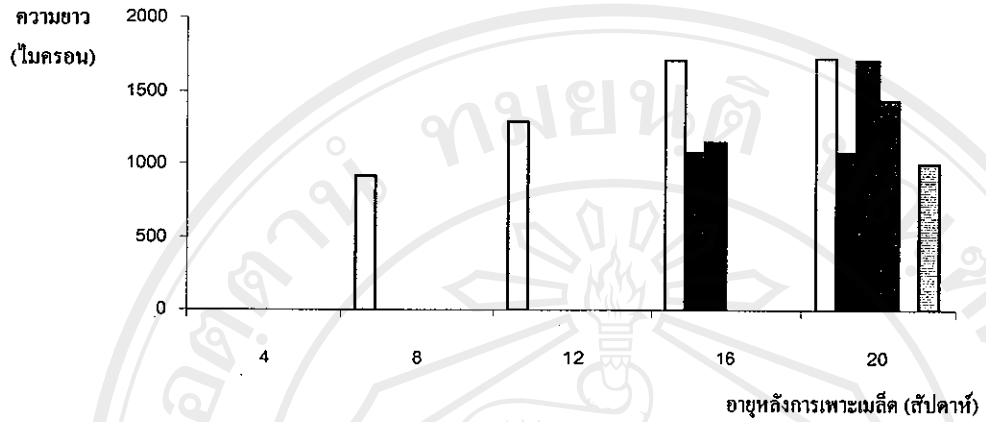
ตาราง 20 ผลของระดับน้ำตาลต่อขนาดเฉลี่ยของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

ระดับน้ำตาล (%)	โปรโตคอร์ม (ไมครอน)	
	ความกว้าง	ความยาว
0	1207.46 ± 439.67	1725.15 ± 550.96
2	742.4 ± 242.86	1080.32 ± 843.71
4	1075.2 ± 0	1715.2 ± 0
6	1126.4 ± 0	1433.6 ± 0
8	-	-
10	768.0 ± 0	998.4 ± 0

1.4.3.2 ความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

เมื่อเมล็ดงอกและเกิดเป็นโปรโตคอร์ม พบว่า ความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ และ สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า โปรโตคอร์มที่เกิดในอาหารที่มีระดับน้ำตาล 4 % มีความยาวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (แผนภาพ 18) ในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า โปรโตคอร์มที่เพาะในอาหารที่ไม่มี และมีน้ำตาลทุกระดับมีความยาวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 20 และ ตารางภาคผนวก 38)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 18 ผลของระดับน้ำตาลต่อความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

น้ำตาล 0 % น้ำตาล 2 % น้ำตาล 4 % น้ำตาล 6 % น้ำตาล 8 % น้ำตาล 10 %

โดยสรุป น้ำตาลซูโครสไม่มีผลต่อ ขนาดของคัพภะ นอกจากนั้นยังไม่ส่งเสริมการงอก โดยเมล็ดสามารถงอกได้เร็วกว่าในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า (1.14 %) การงอกจากอาหารที่มีน้ำตาล ซึ่งให้การงอกน้อยกว่า (0.5 %) อย่างไรก็ตามขนาดของโปรโตคอร์มไม่แตกต่างจากอาหารที่มีน้ำตาล แม้ว่ามีระยะเวลาในการเจริญน้อย เนื่องจากงอกช้ากว่า

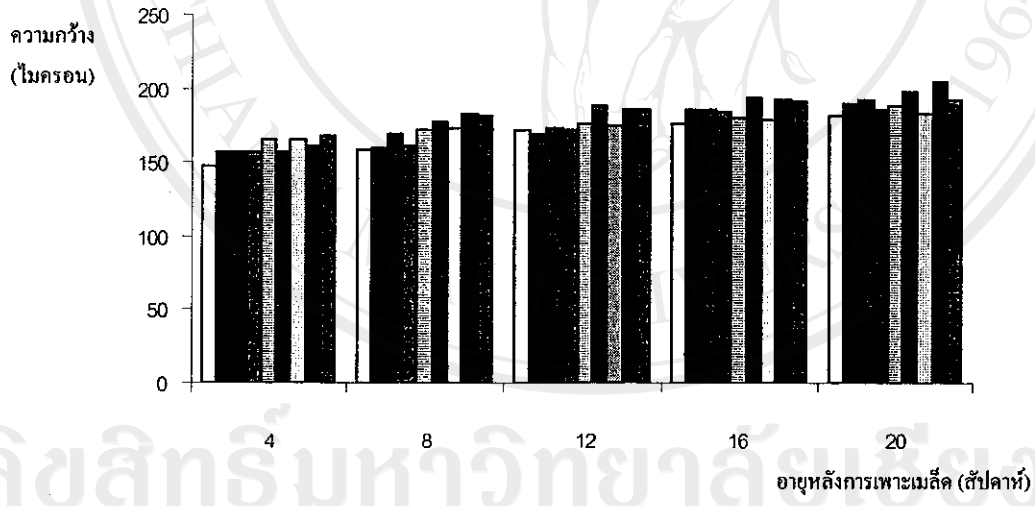
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 1.5 ผลของ NAA และ BA ต่อการงอกของเมล็ด

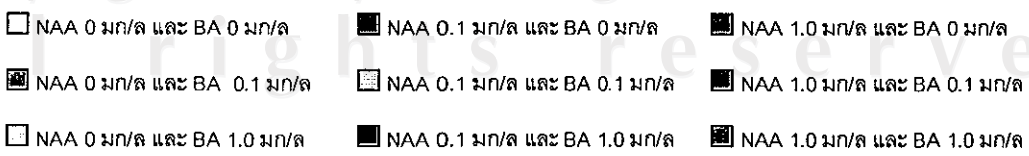
การเพาะเมล็ดจากฝักอายุ 7 สัปดาห์ ในอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลงซึ่งเติม NAA และ/หรือ BA ที่ระดับต่างกัน เป็นระยะเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อขนาดของคัพภะ เปอร์เซ็นต์การงอก และขนาดโปรโตคอร์ม ดังนี้

1.5.1 ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดของคัพภะ

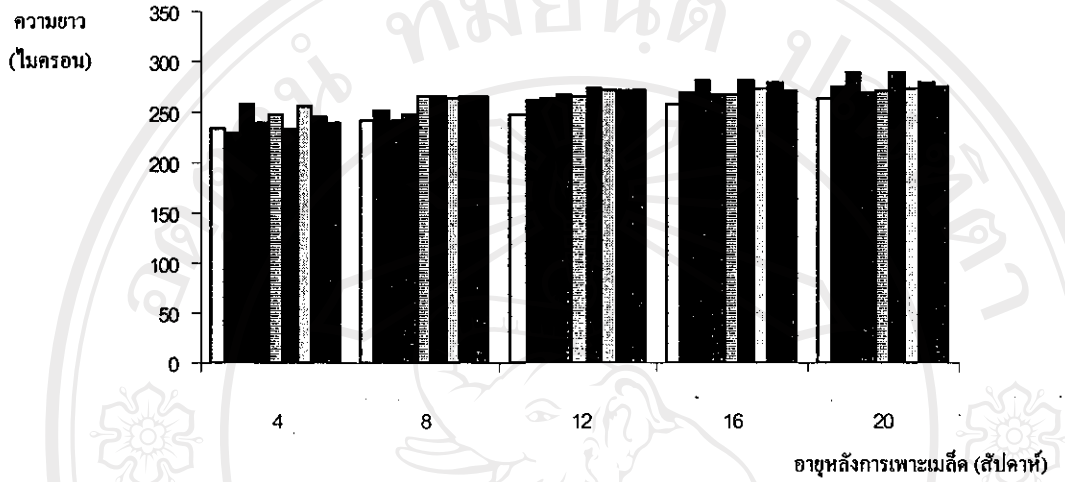
ความกว้าง และ ความยาวเฉลี่ย ของคัพภะมีขนาดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในแต่ละสัปดาห์ และขนาดของคัพภะในทุกสูตรอาหารมีความใกล้เคียงกันในแต่ละสัปดาห์ (แผนภาพ 19 และ 20) สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า NAA และ BA ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความกว้างและความยาวของคัพภะ (ตาราง 21 และ ตารางภาคผนวก 44 และ 45)



แผนภาพ 19 ผลของ NAA และ BA ต่อความกว้างเฉลี่ยของคัพภะ



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 20 ผลของ NAA และ BA ต่อความยาวเฉลี่ยของดัพภะ

1.5.2 ผลของ NAA และ BA ต่อการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอก

เมล็ดเริ่มมีการงอกในช่วงสัปดาห์ที่ 8 และงอกครบในทุกส่วนผสมอาหาร ในสัปดาห์ที่ 16 หลังการเพาะเมล็ด โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 8 พบการงอกของเมล็ดที่เพาะในอาหารสูตรที่มี BA 0.1 มก/ล ก่อน จากนั้นในช่วงสัปดาห์ที่ 12 พบการงอกบนอาหาร 7 ส่วนผสม คือ NAA 0.1 มก/ล, NAA 1 มก/ล, NAA 0.1 มก/ล และ BA 0.1 มก/ล, NAA 1.0 มก/ล และ BA 0.1 มก/ล, BA 1.0 มก/ล , NAA 0.1 มก/ล และ BA 1.0 มก/ล, NAA 1.0 มก/ล และ BA 1.0 มก/ล และในช่วงสัปดาห์ที่ 16 พบการงอกของเมล็ดในอาหารสูตรที่ไม่มี NAA และ BA และพบว่าการงอกเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ต่อมา (แผนภาพ 21) เมื่อเพาะเมล็ดนาน 20 สัปดาห์ พบการงอกมากที่สุด คือ 5.48 % บนอาหารที่มี NAA 0.1 มก/ล และ BA 1.0 มก/ล ตามด้วย อาหารที่มี NAA 1.0 มก/ล และ BA 0.1 มก /ล, NAA 1.0 มก/ล และ BA 1.0 มก/ล, NAA 1.0 มก/ล,

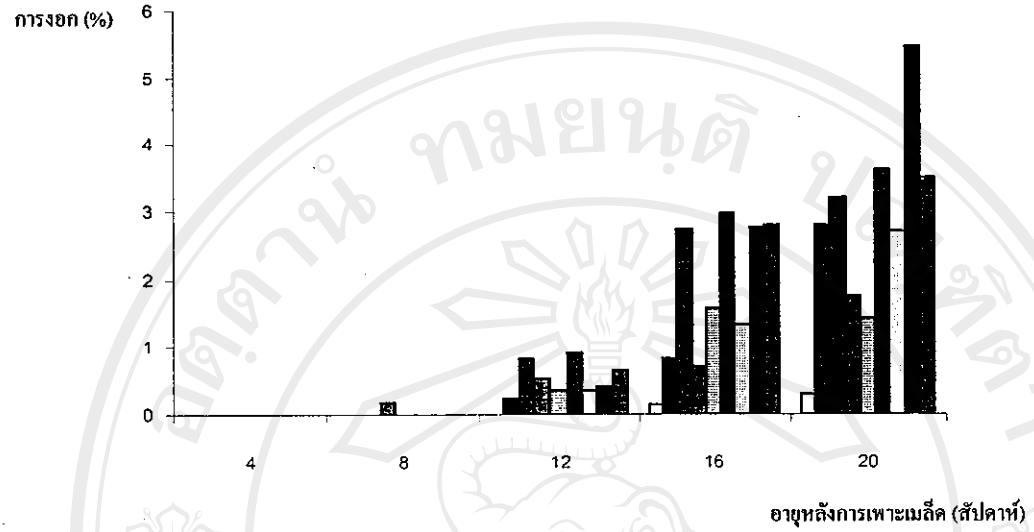
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

NAA 0.1 มก/ล , BA 1.0 มก/ล, BA 0.1 มก/ล, NAA 0.1 มก/ล และ BA 0.1 มก/ล ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ คือ 3.61, 3.51, 3.22, 2.78, 2.71, 1.76 และ 1.42 % ตามลำดับ และพบงอกน้อยที่สุดในอาหารที่ไม่มี NAA และ BA โดยงอกเพียง 0.29 % (ตาราง 22)

ตาราง 21 ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดเฉลี่ยของคัพภะหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BA (มก/ล)	คัพภะ (ไมครอน)	
		ความกว้าง	ความยาว
0	0	182.27 ± 13.96	264.70 ± 18.37
	0.1	185.86 ± 16.98	270.34 ± 14.93
	1	182.78 ± 16.74	274.46 ± 30.04
0.1	0	189.95 ± 24.42	275.46 ± 30.72
	0.1	187.90 ± 21.46	272.38 ± 25.47
	1	204.29 ± 51.66	280.58 ± 47.59
1	0	193.02 ± 13.79	290.82 ± 26.52
	0.1	198.66 ± 43.27	289.79 ± 49.42
	1	192.00 ± 15.23	276.48 ± 25.60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภาพ 21 ผลของ NAA และ BA ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด

ตาราง 22 ผลของ NAA และ BA ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

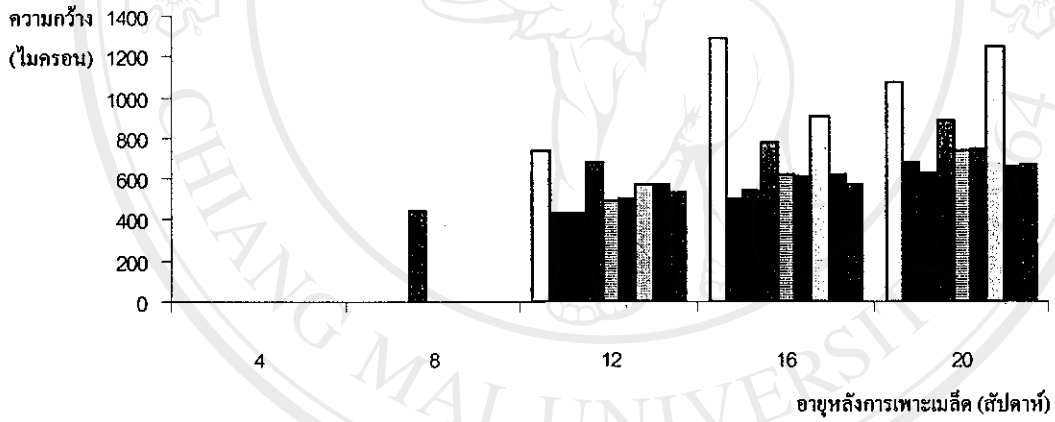
NAA (มก/ล)	0			0.1			1		
BA (มก/ล)	0	0.1	1	0	0.1	1	0	0.1	1
การงอก (%)	0.29	1.76	2.71	2.78	1.42	5.48	3.22	3.61	3.51

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

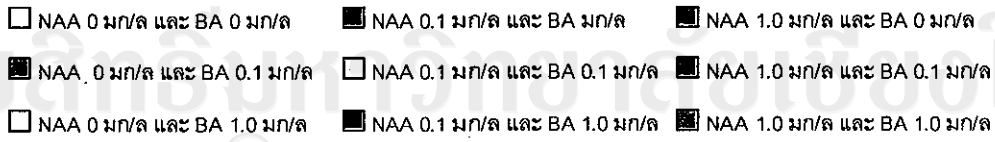
1.5.3 ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดของโปรโตคอร์ม

1.5.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่าง NAA และ BA ต่อขนาดโปรโตคอร์ม

โปรโตคอร์มส่วนใหญ่มีความกว้างเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ ยกเว้นโปรโตคอร์มบนอาหารที่ไม่มี NAA และ BA ซึ่งมีความกว้างของโปรโตคอร์มลดลง ในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด เนื่องจากโปรโตคอร์มบางส่วนที่มีขนาดใหญ่พัฒนาไปเป็นต้นอ่อนทำให้ขนาดผอมลง จึงทำให้ค่าเฉลี่ยความกว้างของโปรโตคอร์มลดลง (แผนภาพ 22)



แผนภาพ 22 ผลของ NAA และ BA ต่อความกว้างเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า NAA และ BA มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความกว้างของ โปรโตคอร์ม คือ เมื่อไม่เติม BA หรือ เติม BA ทุกความเข้มข้น พบว่า เมื่อความเข้มข้นของ NAA เพิ่มขึ้น ขนาด โปโตคอร์มลดลง ถึงแม้ว่ามี BA หรือไม่มีBA (ตาราง 23 และ ตารางภาคผนวก 46)และ พบว่า การใช้ BA ระดับสูงสุด โดยไม่เติม NAA โปรโตคอร์ม มีความกว้างมากสุดคือ 1253.12 ± 399.58 ไมครอน ซึ่งกว้างกว่าอาหารทุกสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ อาหารสูตรที่ไม่มี NAA และ BA โดยมีความกว้าง 1070.55 ± 432.3 ไมครอน ซึ่งกว้างกว่าอาหารสูตรที่ใส่ NAA และ BA ระดับอื่น ไม่ว่าจะใช้อย่างเดียว หรือใช้ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ

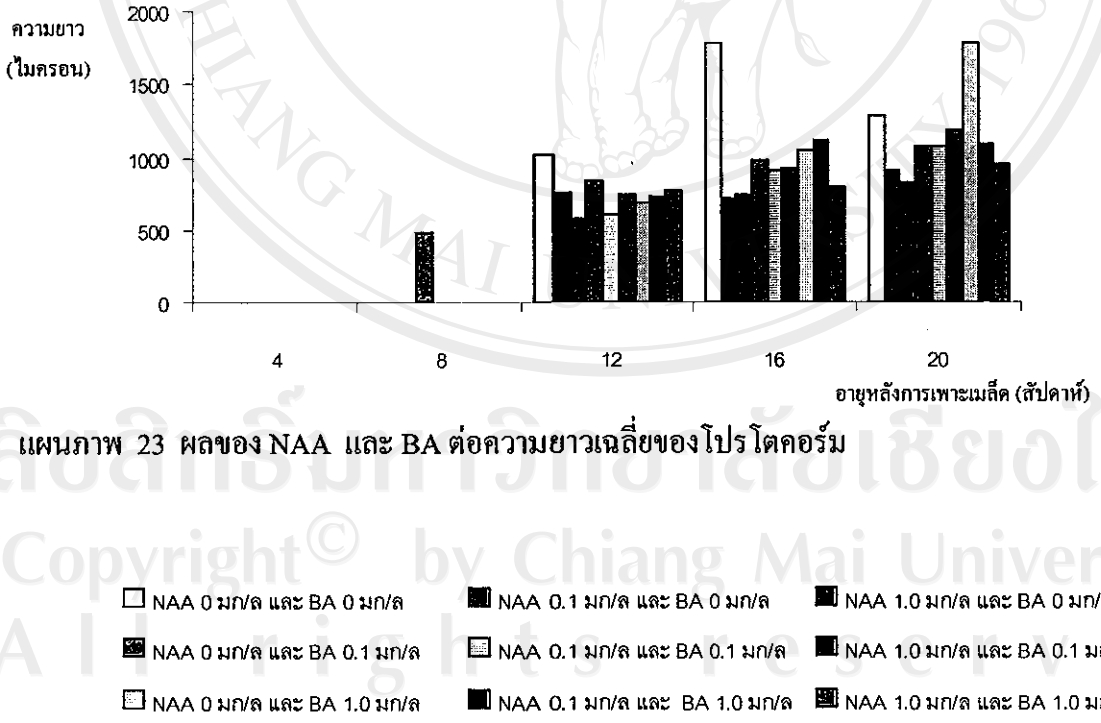
ตาราง 23 ผลของ NAA และ BA ต่อขนาดเฉลี่ยของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	BA (มก/ล)	โปรโตคอร์ม (ไมครอน)	
		ความกว้าง[1/]	ความยาว[1/]
0	0	1070.55 ± 432.3^{b}	1282.33 ± 447.3^{b}
	0.1	886.40 ± 371.67^{c}	1072.00 ± 465.67^{bcd}
	1	1253.12 ± 399.58^{a}	1782.38 ± 861.08^{a}
0.1	0	675.62 ± 183.91^{d}	905.3 ± 248.94^{cd}
	0.1	738.74 ± 216.72^{cd}	1073.37 ± 378.31^{bcd}
	1	600.48 ± 177.98^{d}	1093.63 ± 359.20^{bcd}
1	0	633.32 ± 114.8^{d}	833.67 ± 227.12^{d}
	0.1	746.50 ± 296.22^{cd}	1192.96 ± 515.24^{bc}
	1	674.82 ± 155.52^{d}	948.22 ± 266.81^{cd}

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในส่วนของความยาวโปรโตคอร์ม พบว่า โปรโตคอร์มส่วนมากมีความยาวเฉลี่ย เพิ่มขึ้นในทุกสัปดาห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ BA ระดับสูงสุด 1 มก/ล โดยไม่ใช้หรือใช้ NAA ระดับต่ำ ร่วมด้วย ซึ่งเห็นผลการเพิ่มขึ้นไม่ชัดนัก (แผนภาพ 23) ยกเว้นโปรโตคอร์มบนอาหารที่ไม่มี NAA และ BA ซึ่งมีความยาวโปรโตคอร์มลดลงในสัปดาห์ที่ 20 ของการเพาะเมล็ด เนื่องจากโปรโตคอร์มบางส่วนที่มีขนาดใหญ่ได้พัฒนาไปเป็นต้นอ่อนทำให้ขนาดเม็ดโปรโตคอร์มผอมลง จึงทำให้ค่าเฉลี่ยความยาวของโปรโตคอร์มลดลง



แผนภาพ 23 ผลของ NAA และ BA ต่อความยาวเฉลี่ยของโปรโตคอร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัปดาห์ที่ 20 หลังการเพาะเมล็ด พบว่า NAA และ BA มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความยาวของโปรโตคอร์ม (ตาราง 23 และ ตารางภาคผนวก 47) คือ เมื่อไม่ใช้ BA หรือ ใช้ BA 1 มก/ล และ ระดับ NAA เพิ่มขึ้นทำให้ความยาวของ โปรโตคอร์มลดลง และพบว่า BA ความเข้มข้นสูงสุด แต่ไม่ใช้ NAA โปรโตคอร์ม มีความยาวมากที่สุด คือ 1782.38 ± 861.08 ไมครอน ซึ่งยาวกว่าอาหารทุกส่วนผสม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามมาด้วยกลุ่ม โปรโตคอร์มที่อยู่บนอาหารสูตรที่ไม่มี NAA และ BA, NAA 0, 0.1 และ 1.0 มก/ล ร่วมกับ BA 0.1 มก/ล, NAA 0.1 มก/ล และ BA 1 มก/ล โดยยาวกว่าโปรโตคอร์มที่อยู่บนอาหารที่มี NAA ระดับ 0.1 และ 1.0 มก/ล ร่วมกับ BA ทุกระดับ ยกเว้น เมื่อใช้กับ BA 0.1 มก/ล

1.5.3.2 ผล (main effect) ของ NAA ต่อขนาดโปรโตคอร์ม

โปรโตคอร์มมีขนาดกว้างเฉลี่ยมากที่สุดในอาหารที่ไม่มี NAA (ตาราง 24 และ ตารางภาคผนวก 48) โดยมีความกว้าง 1085.55 ± 421.52 ไมครอน ซึ่งกว้างกว่าโปรโตคอร์มที่อยู่ในอาหารที่มี NAA 0.1 และ 1.0 มก/ล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งโปรโตคอร์มมีขนาดกว้างเพียง 683.77 ± 188.71 และ 686.29 ± 208.66 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับความยาว พบว่า โปรโตคอร์มมีความยาวมากที่สุดในอาหารที่ไม่มี NAA โดยมีความยาว 1423.52 ± 724.02 ไมครอน ซึ่งยาวกว่าโปรโตคอร์มที่อยู่ในอาหารที่มี NAA 0.1 และ 1.0 มก/ล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีความยาว 1019.19 ± 333.84 และ 995.94 ± 388.15 ไมครอน ตามลำดับ และ (ตาราง 24 และ ตารางภาคผนวก 49)

ตาราง 24 ผล (main effect) ของ NAA ต่อขนาดเฉลี่ยของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

NAA (มก/ล)	โปรโตคอร์ม (ไมครอน)	
	ความกว้าง[1/]	ความยาว[1/]
0	1085.55 ± 421.52[a]	1423.52 ± 724.02[a]
0.1	683.77 ± 188.71[b]	1019.19 ± 333.84[b]
1.0	686.29 ± 208.66[b]	995.94 ± 388.15[b]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5.3.3 ผล (main effect) ของ BA ต่อขนาดโปรโตคอร์ม

ระดับของ BA ไม่ทำให้ โปรโตคอร์มมีความกว้างเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 25 และ ตารางภาคผนวก 50) ในส่วนความยาวของโปรโตคอร์ม พบว่า โปรโตคอร์มมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุดในอาหารที่มี BA 1.0 มก/ล ตามด้วย อาหารที่มี BA 0.1 มก/ล คือยาว 1238.49 ± 630.62 และ 1127.33 ± 465.12 ไมครอน ตามลำดับ โดยโปรโตคอร์มในอาหารที่มี BA ทั้งสองระดับนี้มีความยาวมากกว่าโปรโตคอร์มในอาหารที่ไม่มี BA ซึ่งยาวเพียง 949.16 ± 329.26 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 25 และ ตารางภาคผนวก 51)

ตาราง 25 ผล (main effect) ของ BA ต่อขนาดของโปรโตคอร์มหลังการเพาะเมล็ด 20 สัปดาห์

BA	โปรโตคอร์ม (ไมครอน)	
(มก/ล)	ความกว้าง	ความยาว[1/]
0	734.76 ± 282.22	949.16 ± 329.26[b]
0.1	785.22 ± 304.90	1127.33 ± 465.12[ab]
1.0	834.92 ± 366.61	1238.49 ± 630.62[a]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

โดยสรุป NAA และ BA ไม่มีผลร่วมกันต่อการเพิ่มขนาดคัพภะ แต่ส่งเสริมการงอก โดยเมล็ดที่เลี้ยงในอาหาร ที่มี NAA และ/หรือ BA งอกเร็วกว่า และมากกว่าอาหารที่ไม่มีฮอร์โมนทั้งสองชนิด ซึ่งงอกเพียง 0.29 % และการงอกสูงสุดอยู่ที่ 5.48 % ได้จากอาหารที่มี NAA 0.1 มก/ล และ BA 1.0 มก/ล นอกจากนั้น BA ยังมีผลช่วยเพิ่มความยาวของโปรโตคอร์ม โดยอาหารที่มี BA 1 มก/ล เพียงอย่างเดียว ให้โปรโตคอร์มขนาดใหญ่ที่สุด ในขณะที่ NAA ให้ผลในทางตรงกันข้ามคือ ทำให้โปรโตคอร์มมีขนาดเล็กลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์ม การเจริญเติบโตของต้นและหัวของกล้วยไม้ดินลิ้นมังกร

การทดลองที่ 2.1 เปรียบเทียบความต้องการแสงและอุณหภูมิที่มีผลต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์ม

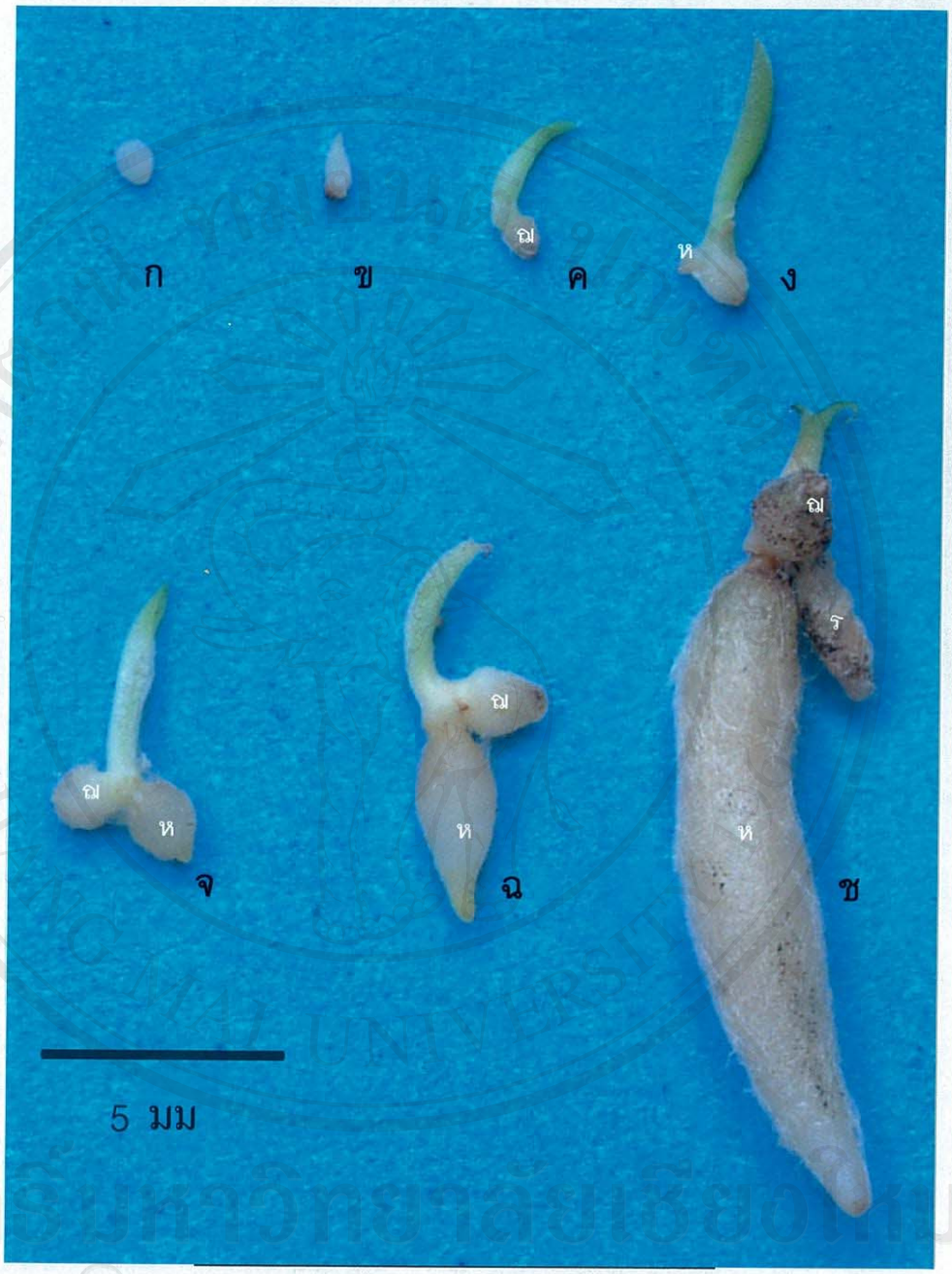
เมื่อนำโปรโตคอร์มขนาด 1-2 มม ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลง โดยให้ระยะเวลาในการได้รับแสงและอุณหภูมิต่างกัน เป็นเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อโปรโตรคอร์ม ดังนี้

2.1.1 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิที่มีต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์ม

เมื่อเมล็ดงอกแล้วและพัฒนาเป็นโปรโตคอร์ม ซึ่งมีลักษณะกลม เมื่อพัฒนาต่อไป ปลายด้านหนึ่งมีลักษณะแหลมและค่อยๆ ยืดยาวออก พร้อมทั้งเริ่มมีสีเขียว ส่วนโคนต้นมี rhizoid ลักษณะคล้ายขนเส้นเล็กๆ กระจายอยู่ จากนั้นยอดคลี่ออกเป็นใบแรกแล้วจึงสร้างหัวจากโคนต้น ตามด้วยการสร้างรากต่อไป (ภาพ 8)

จากการทดลองตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในทุกสภาพแสง ไม่เหมาะสมต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์มไปเป็นต้น เนื่องจากโปรโตคอร์มสามารถมีชีวิตรอด และพัฒนาจนมียอดได้ในสัปดาห์ที่ 4 (ตาราง 26 และ ภาพ 9) จากนั้นพบว่า โปรโตคอร์มหยุดการพัฒนา เริ่มเปลี่ยนจากสีขาวใสกลายเป็นสีน้ำตาล แล้วตายในสัปดาห์ที่ 8 หลังการเลี้ยงโปรโตคอร์ม ในขณะที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส โปรโตคอร์มสร้างยอดได้ในสัปดาห์ที่ 4 เช่นเดียวกัน แต่สามารถพัฒนาต่อไปจนเป็นต้นได้ โดยในอุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส ที่ได้รับแสงตลอดเวลา สามารถสร้างใบได้ภายในสัปดาห์ที่ 4 ในขณะที่อุณหภูมิเดียวกันที่ได้รับสภาพมืด นาน 4 และ 8 สัปดาห์ โปรโตคอร์มมียอดสีขาวยืดยาว ตลอดระยะเวลาที่อยู่ในสภาพมืด และสามารถเกิดเป็นใบได้ 2 ใบ เมื่อย้ายมาไว้ให้ได้รับแสง ซึ่งปรากฏใบสีเขียว หลังจากย้ายมาไว้ในที่มีแสงนาน 4 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 8 และ 12 ตามลำดับ) จากนั้นเมื่อเลี้ยงต่อไปอีก 4 สัปดาห์ เริ่มพบการยุบตัว ซึ่งหมายถึง ต้นมีใบเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล ไม่เห็นการเจริญต่อไป คล้ายหัวในธรรมชาติที่มีการยุบและพักตัวในช่วงฤดูแล้ง ในช่วงสัปดาห์ที่ 12 และ สัปดาห์ที่ 16 ของการเลี้ยง โดยใบเริ่มเป็นสีน้ำตาล นอกจากนี้พบว่า ต้นที่ได้รับแสงสว่างตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เริ่มยุบตัวก่อนสภาพอื่น (สัปดาห์ที่ 12) ในขณะที่ต้นที่ได้รับแสงสว่างตลอดเวลาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เริ่มยุบตัวเมื่อสัปดาห์ที่ 16 หลังการเลี้ยง เช่นเดียวกับต้นที่อยู่ในสภาพมืดนาน 4 และ 8 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่าต้นเกือบทุกสภาพยุบตัวอย่างสมบูรณ์ในสัปดาห์ที่ 20 หลังการเลี้ยง ยกเว้นต้นที่อยู่ในสภาพมืดนาน 8 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีการยุบตัวช้ากว่าสภาพอื่น คือเริ่มยุบตัวเมื่อสัปดาห์ที่ 20 หลังการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 8 การพัฒนาจากโปรโตคอร์มสู่การเป็นต้น

ก โปรโตคอร์ม

ข โปรโตคอร์มที่มีการพัฒนายอด

ค ต้นอ่อน

ง,จ,ฉ ต้นอ่อนที่มีการสร้างหัว (ห) และหัวขยายขนาด

ช ต้นโตเต็มที่ มีการสร้างหัว (ห) และราก (ร)

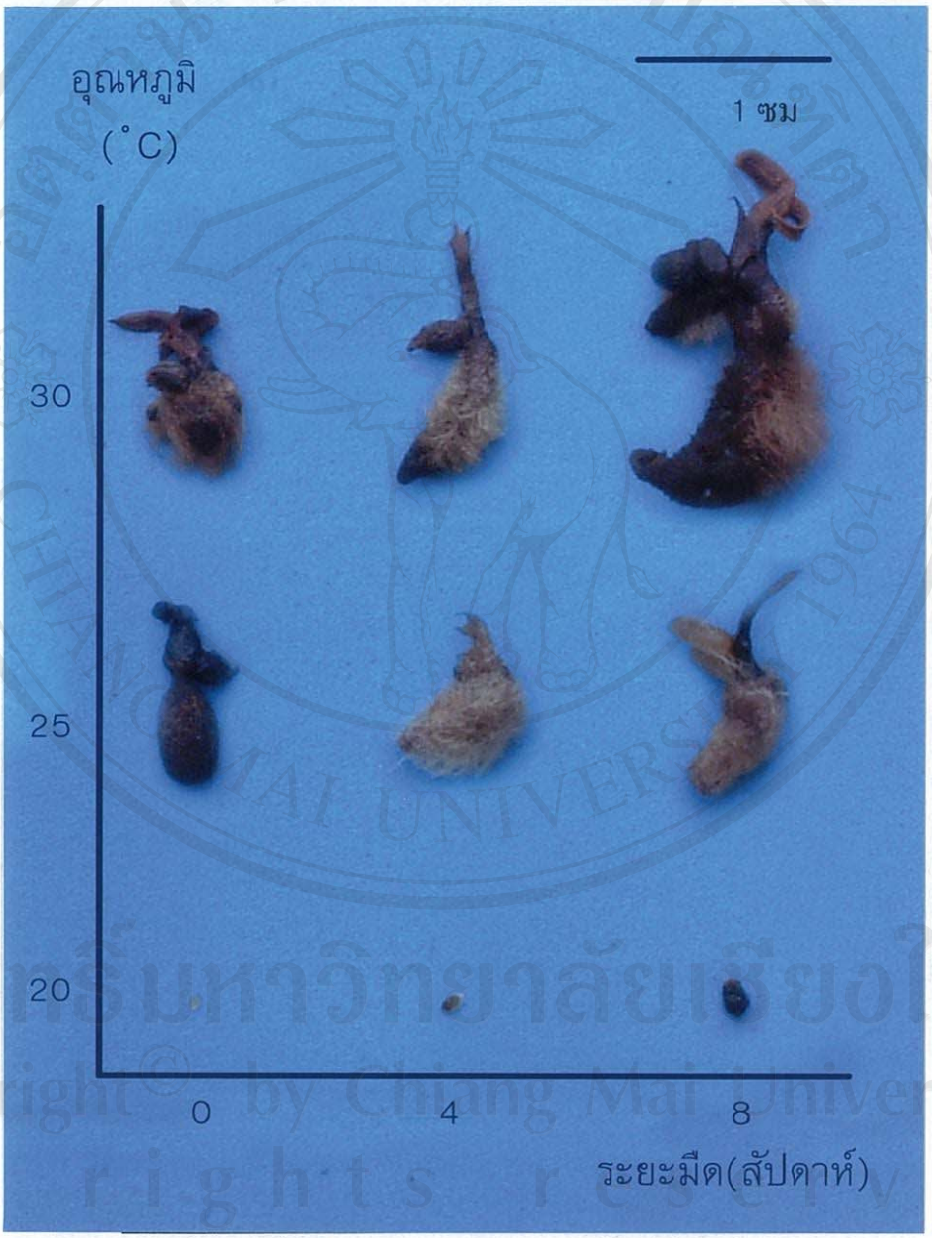
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 26 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์ม

สภาพแสง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พัฒนาการ	ระยะเวลาในการเลี้ยง (สัปดาห์)					
			เริ่มการทดลอง	4	8	12	16	20
แสงสว่างตลอด	20	ยอด	-	+	0	0	0	0
		ใบเขียว	-	-	-	-	-	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	-	-
	25	ยอด	-	+	+	+	-	-
		ใบเขียว	-	+	+	+	+	-
		การยุบตัว	-	-	-	+	+	+
	30	ยอด	-	+	+	-	-	-
		ใบเขียว	-	+	+	+	+	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	+	+
มืดนาน 4 สัปดาห์	20	ยอด	-	+	0	0	0	0
		ใบเขียว	-	-	-	-	-	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	-	-
	25	ยอด	-	+	+	+	-	-
		ใบเขียว	-	-	+	+	+	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	+	+
	30	ยอด	-	+	+	-	-	-
		ใบเขียว	-	-	+	+	+	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	+	+
มืดนาน 8 สัปดาห์	20	ยอด	-	+	0	0	0	0
		ใบเขียว	-	-	-	-	-	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	-	-
	25	ยอด	-	+	+	+	-	-
		ใบเขียว	-	-	-	+	+	-
		การยุบตัว	-	-	-	-	+	+
	30	ยอด	-	+	+	+	-	-
		ใบเขียว	-	-	-	+	+	+
		การยุบตัว	-	-	-	-	-	+

หมายเหตุ: - ไม่พบ + พบ 0 เป็นสีน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 9 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิที่มีต่อการพัฒนาของโปรโตคอร์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากที่อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส ในทุกสภาพแสง โปรโตคอร์มไม่สามารถพัฒนาไปเป็นต้นได้ และตายในที่สุด จึงไม่นำปัจจัยของอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน

2.1.2 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวใบ

2.1.2.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างสภาพแสงและอุณหภูมิ

สภาพแสงและอุณหภูมิไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ (ตาราง 27 และ ตารางภาคผนวก 52, 53 และ 54)

ตาราง 27 ผลของแสงและอุณหภูมิที่มีต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

สภาพแสง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ใบ		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	20	-	-	-
	25	1.62 ± 1.50	0.92± 1.00	1.27 ± 1.38
	30	1.33 ± 1.73	0.74 ± 0.95	1.71 ±2.21
มืดนาน 4 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	1.33 ± 1.00	0.47 ± 0.29	1.02 ± 0.82
	30	2.10 ± 0.57	1.25 ± 0.56	2.72 ±1.43
มืดนาน 8 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	2.14 ± 0.38	0.60 ± 0.29	1.74 ± 0.97
	30	2.10 ± 0.32	1.33 ± 0.65	2.84 ± 1.00

2.1.2.2 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวใบ

จากการทดลองพบว่า สภาพแสงสว่างตลอดเวลา มืดนาน 4 หรือ 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้ผลของจำนวน ความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าในสภาพมืดนาน 8 สัปดาห์ ให้จำนวนใบ ความกว้างและความยาวใบมากกว่าสภาพแสงอื่น (ตาราง 28 และ ตารางภาคผนวก 55, 56 และ 57)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2.3 ผล (main effect) ของอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวใบ

จากการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิ 25 และ 30 องศาเซลเซียส มีจำนวนใบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ใบกว้าง 1.12 ± 0.75 มม ซึ่งกว้างกว่าจาก 25 องศาเซลเซียส ซึ่งกว้าง 0.66 ± 0.63 มม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นไปในทางเดียวกันกับความยาวคือ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใบยาว 2.45 ± 1.62 มม โดยยาวกว่าจาก 25 องศาเซลเซียส ซึ่งยาว 1.32 ± 1.07 มม อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 29 และ ตารางภาคผนวก 58, 59 และ 60)

ตาราง 28 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

สภาพแสง	ใบ		
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	0.92 ± 1.4	0.83± 0.95	1.51 ± 1.83
มืดนาน 4 สัปดาห์	1.14 ± 1.1	0.88 ± 0.60	1.92 ± 1.44
มืดนาน 8 สัปดาห์	1.33 ± 1.1	1.03 ± 0.64	2.39 ± 1.11

ตาราง 29 ผล (main effect) ของอุณหภูมิต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

อุณหภูมิ	ใบ		
(องศาเซลเซียส)	จำนวน	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
20	-	-	-
25	1.67 ± 1.10	0.66 ± 0.63[b]	1.32 ± 1.07[b]
30	1.86 ± 1.10	1.12 ± 0.75[a]	2.45 ± 1.62[a]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.3 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

2.1.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างสภาพแสงและอุณหภูมิ

สภาพแสงและอุณหภูมิ ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญ ต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว (ตาราง 30 และ ตารางภาคผนวก 61, 62 และ 63)

ตาราง 30 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

สภาพแสง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	หัว		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	20	-	-	-
	25	0.50 ± 0.53	2.12 ± 2.29	3.66 ± 5.41
	30	0.44 ± 0.53	2.00 ± 2.38	4.89 ± 6.86
มืดนาน 4 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	0.33 ± 0.5	1.04 ± 1.58	2.90 ± 5.16
	30	0.80 ± 0.42	3.57 ± 3.92	5.39 ± 4.23
มืดนาน 8 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	0.57 ± 0.53	3.00 ± 3.95	2.90 ± 2.95
	30	1.00 ± 0.00	2.81 ± 1.61	5.76 ± 4.31

2.1.3.2 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อ จำนวน ความกว้างและความยาวหัว

สภาพแสงสว่างตลอด หรือมืดนาน 4 สัปดาห์ และ มืดนาน 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้ผลจำนวนหัว ความกว้างหัวและความยาวเฉลี่ยของหัว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีแนวโน้มว่าในสภาพที่มืดนาน 8 สัปดาห์ ให้จำนวนหัว ความกว้างหัว และความยาวหัวมากกว่าสภาพแสงอื่น (ตาราง 31 และ ตารางภาคผนวก 64, 65 และ 66)

2.1.3.3 ผล (main effect) ของอุณหภูมิ ต่อจำนวน ความกว้างและความยาวหัว

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้จำนวนหัวเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.76 ± 0.43 หัว โดยมากกว่าจาก 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมี 0.46 ± 0.51 หัว อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กว้างและความยาวหัวเฉลี่ย พบว่า ที่ 30 และ 25 องศาเซลเซียส มีความกว้าง และความยาวหัวไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 32 และ ตารางภาคผนวก 67, 68 และ 69)

ตาราง 31 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

สภาพแสง	หัว		
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	0.47 ± 0.51	2.06 ± 2.27	4.31 ± 6.06
มืดนาน 4 สัปดาห์	0.58 ± 0.51	2.37 ± 3.23	4.20 ±4.73
มืดนาน 8 สัปดาห์	0.82 ± 0.39	2.89 ± 2.70	4.58 ± 3.97

ตาราง 32 ผล (main effect) ของอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

อุณหภูมิ	หัว		
(องศาเซลเซียส)	จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
20	-	-	-
25	0.46 ± 0.51[b]	1.97 ± 2.68	3.15± 4.53
30	0.76 ± 0.43[a]	2.82 ± 2.79	5.36 ± 5.03

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2.1.4 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวราก

2.1.4.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างสภาพแสงและอุณหภูมิ

สภาพแสงและอุณหภูมิ ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก (ตาราง 33 และ ตารางภาคผนวก 70, 71 และ 72)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 33 ผลของสภาพแสงและอุณหภูมิต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

สภาพแสง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ราก		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	20	-	-	-
	25	0.50 ± 0.53	0.91 ± 0.98	2.17 ± 2.50
	30	1.22 ± 1.64	0.66 ± 0.79	1.59 ± 2.10
มืดนาน 4 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	0.33 ± 0.5	0.58 ± 0.92	0.98 ± 1.57
	30	1.10 ± 0.74	1.42 ± 0.85	3.19 ± 1.88
มืดนาน 8 สัปดาห์	20	-	-	-
	25	0.57 ± 0.53	0.86 ± 0.82	1.46 ± 1.39
	30	0.90 ± 0.74	1.04 ± 0.78	1.83 ± 1.60

2.1.4.2 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวราก

สภาพแสงสว่างตลอด หรือ มืดนาน 4 และ 8 สัปดาห์ ไม่ทำให้จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 34 และ ตาราง ภาคผนวก 73, 74 และ 75)

2.1.4.3 ผล (main effect) ของอุณหภูมิ ต่อจำนวนราก ความกว้างราก และความยาวราก

ที่ 30 องศาเซลเซียส มีจำนวนรากมากที่สุด คือ 1.07 ± 1.07 ราก โดยมากกว่าจาก 25 องศาเซลเซียส ซึ่งมี 0.46 ± 0.51 ราก อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของความกว้างรากพบว่า ที่ 30 และ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับความยาวราก ที่ได้จากอุณหภูมิ 30 และ 25 องศาเซลเซียส (ตาราง 35 และ ตารางภาคผนวก 76, 77 และ 78)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 34 ผล (main effect) ของสภาพแสงต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

สภาพแสง	ราก		
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
แสงสว่างตลอด	0.88 ± 1.27	0.78 ± 0.87	1.86 ± 2.26
มืดนาน 4 สัปดาห์	0.74 ± 0.73	1.02 ± 0.96	2.14 ± 2.03
มืดนาน 8 สัปดาห์	0.76 ± 0.66	0.96 ± 0.77	1.68 ± 1.48

ตาราง 35 ผล (main effect) ของอุณหภูมิต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

อุณหภูมิ	ราก		
(องศาเซลเซียส)	จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
20	-	-	-
25	0.46 ± 0.51[b]	0.77 ± 0.89	1.52 ± 1.88
30	1.07 ± 1.07[a]	1.05 ± 0.83	2.22 ± 1.94

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

โดยสรุป ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในทุกสภาพแสง ไม่เหมาะสมกับการเจริญของโปรโตคอร์ม โดยเปลี่ยนจากสีขาวใส กลายเป็นสีน้ำตาลและดำในที่สุด ภายใน 8 สัปดาห์ ของการเลี้ยง ส่วนในกรรมวิธีอื่น ๆ โปรโตคอร์ม สามารถพัฒนาและเจริญต่อไปได้ โดยหลังจากได้รับแสงแล้ว 4 สัปดาห์ ยอดสีขาวเริ่มเปลี่ยนเป็นใบสีเขียว และเริ่มมีการยุบตัวเมื่อสัปดาห์ที่ 12 และ 16 หลังการเลี้ยง

การให้ช่วงมืดและ อุณหภูมิ ไม่มีผลร่วมกันในการส่งเสริมการเจริญของ จำนวน และ ขนาดของใบ หัวและราก แต่ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ทำให้มีใบขนาดใหญ่ มีจำนวนหัวและรากมากกว่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่การได้รับแสงทันที หรือได้รับแสงช้าไม่มีผลต่อเจริญของ ใบ หัว และราก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2.2 เปรียบเทียบระดับน้ำตาลและกล้วยบดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและหัว

เมื่อนำต้นอ่อนขนาดความสูง 5 ± 2 มม ซึ่งเกิดจากโปรโตคอร์มที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลง โดยให้ความเข้มข้นของน้ำตาลและกล้วยบดต่างกัน เป็นเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อต้นอ่อน ดังนี้

2.2.1 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อ เปอร์เซ็นต์การตาย การยุบตัว การสร้างหัวใหม่ และ การสร้างยอดของหัวใหม่

จากการทดลองพบว่า ต้นอ่อนส่วนใหญ่สามารถเจริญและพัฒนาต่อไปได้ ยกเว้นบนอาหารที่มีน้ำตาล 8 % ร่วมกับ กล้วยบด 50 และ 25 ก/ล ซึ่งต้นตายทั้งหมด และต้นบนอาหารที่มีน้ำตาล 8 % เพียงอย่างเดียว ตาย 80 % แต่ในอาหารที่มีน้ำตาล 4% ร่วมกับ กล้วยบด 50 ก/ล ต้นตายเพียง 10 % โดยการตายเริ่มปรากฏในสัปดาห์ที่ 8 หลังการเลี้ยง และพบว่า ต้นอ่อนมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีการเจริญ จนในสัปดาห์ที่ 12 ใบเปลี่ยนเป็นสีดำ (ตาราง 36 และ ภาพ 10 และ 11)

ในส่วนผสมของอาหารที่ต้นอ่อนเจริญเติบโตได้ พบว่า เริ่มปรากฏการยุบตัวของต้น โดยใบเริ่มกลายเป็นสีน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 12 และยุบตัวอย่างสมบูรณ์ในสัปดาห์ที่ 16 โดยพบการยุบตัว 100 % ใน อาหารที่มีน้ำตาล 4 % เพียงอย่างเดียว และร่วมกับ กล้วยบด 50 และ 25 ก/ล น้ำตาล 2 % ร่วมกับกล้วยบด 25 ก/ล และอาหารที่มีกล้วยบดเพียงอย่างเดียว 50 ก/ล การยุบตัวเปอร์เซนต์ต่ำลงมาคือต้นจากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและไม่มีกล้วยบด หรือที่มีกล้วยบดเพียบ 25 ก/ล และ น้ำตาลระดับต่ำ 2 % แต่ไม่เติมกล้วยบด (ตาราง 36)

ในส่วนของการสร้างหัวใหม่ พบว่า อาหารสูตรที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมด้วยกล้วยบด 50 ก/ล มีการสร้างหัวใหม่มากที่สุดคือ 70 % ตามมาด้วย สูตรอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมกับกล้วยบด 25 ก/ล และสูตรอาหารที่มีน้ำตาล 4 % เพียงอย่างเดียว โดย สร้างหัวใหม่ 50 และ 30 % ตามลำดับ และพบการสร้างหัวใหม่ในสูตรอาหารอื่นเพียงเล็กน้อย แต่อาหารที่มีน้ำตาล 8 % อย่างเดียวให้การสร้างหัว 30 % เท่ากับเมื่อใช้น้ำตาล 4 % อย่างเดียว (ตาราง 36)

นอกจากการสร้างหัวใหม่แล้วยังพบว่า หัวใหม่สามารถสร้างยอดบนหัวที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย โดยการสร้างยอดของหัวใหม่พบในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมกับกล้วยบด 25 และ 50 ก/ล ถึง 20 % และ 70 % ตามลำดับ นอกจากนั้นยังพบในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % และ 2 % เพียงอย่างเดียว โดยหัวใหม่สามารถสร้างยอดได้เพียง 10 % (ตาราง 36 และ ภาพ 12)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 36 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อ เปอร์เซ็นต์การตาย การยุบตัว การสร้างหัวใหม่และการสร้างยอดของหัวใหม่หลังการเลี้ยง 20 สัปดาห์

น้ำตาล (%)	กล้วยบด (ก/ล)	การตาย (%)	การยุบตัว (%)	การสร้างหัวใหม่ (%)	การสร้างยอดของหัวใหม่ (%)
0	0	0	70	0	0
	25	0	80	0	0
	50	0	100	20	0
2	0	0	80	10	10
	25	0	100	10	0
	50	0	90	10	0
4	0	0	100	30	10
	25	0	100	50	20
	50	10	100	70	70
8	0	80	-	30	0
	25	100	-	0	0
	50	100	-	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 10 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อการเจริญเติบโตของต้นและหัว หลังการเลี้ยง 20 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 11 ต้นอ่อนกลายเป็นสีดำและตายเมื่อเลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล 8%

ภาพ 12 หัวใหม่ที่สามารถสร้างยอดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

2.2.2.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและกล้วยบด

น้ำตาลและกล้วยบด ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ (ตาราง 37 และ ตารางภาคผนวก 79, 80 และ 81)

ตาราง 37 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อ จำนวนใบ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

น้ำตาล (%)	กล้วยบด (ก/ล)	ใบ		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	0	2.40 ± 0.70	2.77 ± 1.18	11.21 ± 9.28
	25	2.55 ± 0.72	1.82 ± 1.05	7.30 ± 5.77
	50	2.55 ± 0.52	2.11 ± 0.86	7.40 ± 5.49
2	0	2.44 ± 0.52	1.70 ± 0.64	6.98 ± 5.09
	25	2.60 ± 0.70	1.60 ± 0.62	4.97 ± 2.44
	50	2.80 ± 0.42	1.85 ± 0.78	5.76 ± 2.49
4	0	2.80 ± 0.63	1.81 ± 0.78	4.57 ± 1.88
	25	2.30 ± 0.82	1.46 ± 0.77	3.12 ± 1.57
	50	2.30 ± 0.48	1.87 ± 0.64	4.20 ± 2.38
8	0	2.60 ± 0.51	1.72 ± 0.35	3.55 ± 0.93
	25	2.50 ± 0.53	1.37 ± 0.67	3.09 ± 1.15
	50	3.00 ± 0.81	1.41 ± 0.68	3.12 ± 0.90

2.2.2.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อความกว้าง และความยาวใบ

อาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีใบกว้างเฉลี่ย 2.25 ± 1.09 มม โดยกว้างกว่าอาหารที่มีน้ำตาล 2, 4 และ 8 % ซึ่งกว้าง 1.72 ± 0.67, 1.71 ± 0.73 และ 1.50 ± 0.58 มม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 38และ ตารางภาคผนวก 82)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อความยาว พบว่า เป็นไปในทางเดียวกันกับความกว้างคือ อาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีใบยาวที่สุดเฉลี่ย 8.73 ± 7.15 มม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับอาหารที่มีน้ำตาล 2, 4 และ 8 % ซึ่งยาว 5.87 ± 3.46, 3.96 ± 2.00 และ 3.26 ± 0.97 มม ตามลำดับ (ตาราง 38 และ ตารางภาคผนวก 83)

ตาราง 38 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

น้ำตาล	ใบ	
(%)	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	2.25 ± 1.09[a]	8.73 ± 7.15[a]
2	1.72 ± 0.67[b]	5.87 ± 3.46[b]
4	1.71 ± 0.73[b]	3.96 ± 2.00[bc]
8	1.50 ± 0.58[b]	3.26 ± 0.97[c]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2.2.2.3 ผล (main effect) ของกล้วยบด ต่อความกว้าง และความยาวใบ

อาหารที่ไม่มีกล้วยบดและที่มีกล้วยบด 25 และ 50 ก/ล ไม่มีผลต่อ ความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 39 และ ตารางภาคผนวก 84 และ 85)

ตาราง 39 ผล (main effect) ของกล้วยบดต่อ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

กล้วยบด	ใบ	
(ก/ล)	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	2.00 ± 0.89	6.57 ± 6.0
25	1.57 ± 0.79	4.63 ± 3.57
50	1.80 ± 0.76	5.06 ± 3.46

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

2.2.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและกล้วยบด

น้ำตาลและกล้วยบด ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อ จำนวนและความกว้างเฉลี่ยของหัว (ตาราง 40 และ ตารางภาคผนวก 86 และ 87) แต่พบว่า น้ำตาลและกล้วยบด มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความยาวเฉลี่ยของหัว โดยพบว่า น้ำตาลระดับที่เหมาะสม 2 % ใช้ร่วมกับกล้วยบด 25 หรือ 50 ก/ล หรือน้ำตาล 4 % อย่างเดียว ให้ความยาวเฉลี่ยของหัวมากที่สุด แตกต่างจากกรรมวิธีอื่น ๆ ทั้งหมด ยกเว้น เมื่อไม่ใช้น้ำตาล และกล้วยบด (ตาราง 40 และ ตารางภาคผนวก 88) สำหรับความยาวหัวกลุ่มรองลงมาได้จาก การใช้น้ำตาล 4 % ร่วมกับกล้วยบดทั้ง 2 ระดับ และเมื่อไม่ใช้น้ำตาล แต่มีกล้วยบด 25 ก/ล และพบว่าน้ำตาลเข้มข้นที่สุด 8 % ใช้ร่วมกับ กล้วยบด ให้หัวสั้นที่สุด เช่นเดียวกับ เมื่อไม่ใช้น้ำตาลแต่ใช้กล้วยบดมาก 50 ก/ล

ตาราง 40 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำตาล (%)	กล้วยบด (ก/ล)	หัว		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม) [1/]
0	0	1.00 ± 0.00	3.42 ± 0.53	12.64 ± 3.70^{ab}
	25	1.00 ± 0.00	3.33 ± 0.45	10.86 ± 3.39^{bc}
	50	1.22 ± 0.44	3.56 ± 0.42	3.56 ± 0.42^{f}
2	0	1.11 ± 0.33	3.30 ± 0.44	3.30 ± 0.44^{f}
	25	1.00 ± 0.00	3.37 ± 0.60	12.10 ± 2.10^{ab}
	50	1.1 ± 0.32	3.70 ± 1.01	13.26 ± 3.42^{ab}
4	0	2.00 ± 2.16	3.80 ± 0.75	14.41 ± 6.18^{a}
	25	1.50 ± 0.71	3.35 ± 1.15	8.89 ± 5.65^{c}
	50	1.80 ± 0.63	3.91 ± 0.30	8.59 ± 2.59^{cd}
8	0	1.60 ± 0.97	3.37 ± 0.45	7.91 ± 3.03^{cde}
	25	1.25 ± 1.25	3.21 ± 0.67	5.51 ± 2.66^{def}
	50	1.00 ± 1.00	2.73 ± 0.58	5.07 ± 1.81^{ef}

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อความกว้างหัวและความยาวหัว

หัวในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % มีความกว้างเฉลี่ยมากที่สุด คือ 3.70 ± 0.82 มม แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผลจากน้ำตาลที่ 2 % และที่ไม่มีน้ำตาล ซึ่งมีความกว้าง 3.46 ± 0.73 และ 3.44 ± 0.46 มม ตามลำดับแต่กว้างกว่า น้ำตาล 8 % ซึ่งกว้าง 3.11 ± 0.61 มม อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 41 และ ตารางภาคผนวก 89)

ผลต่อความยาวหัว พบว่า ที่น้ำตาล 4 และ 2 % และไม่มีน้ำตาล มีความยาวหัวเฉลี่ย 10.63 ± 5.59, 9.77 ± 4.99 และ 9.15 ± 4.89 มม มากกว่าจากน้ำตาล 8 % ซึ่งยาว 6.28 ± 2.80 มม อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 41 และ ตารางภาคผนวก 90)

ตาราง 41 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำตาล	หัว	
(%)	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	3.44 ± 0.46[ab]	9.15 ± 4.89[a]
2	3.46 ± 0.73[ab]	9.77 ± 4.99[a]
4	3.70 ± 0.82[a]	10.63 ± 5.59[a]
8	3.11 ± 0.61[b]	6.28 ± 2.80[b]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2.2.3.3 ผล (main effect) ของกล้วยบด ต่อความกว้าง และความยาว หัว

พบว่า กล้วยบดที่ 25 และ 50 ก/ล ไม่มีผลต่อความกว้างและความยาวเฉลี่ยของหัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 42 และ ตารางภาคผนวก 91 และ 92)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 42 ผล (main effect) ของกล้วยบด ต่อความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

กล้วยบด	หัว	
(ก/ล)	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	3.48 ± 0.57	9.72 ± 5.76
25	3.32 ± 0.75	9.62 ± 4.34
50	3.49 ± 0.76	7.79 ± 4.43

2.2.4 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวราก

2.2.4.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและกล้วยบด

ระดับน้ำตาลและกล้วยบด ไม่มีผลร่วมอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก (ตาราง 43 และ ตารางภาคผนวก 93, 94 และ 95)

2.2.4.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวราก

อาหารที่มีน้ำตาล 4 และ 8 % ให้จำนวนรากเฉลี่ย 1.70 ± 1.30 และ 1.53 ± 0.96 ราก ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าจำนวนรากในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % และไม่มีน้ำตาล ซึ่งมีจำนวน 0.90 ± 0.41 และ 0.89 ± 0.42 ราก ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 44 และ ตารางภาคผนวก 96)

ผลต่อความกว้าง พบว่า อาหารที่มีน้ำตาลมากให้รากที่กว้าง โดยที่น้ำตาล 8 % มีความกว้างรากมากที่สุด คือ 2.25 ± 0.38 มม โดยไม่แตกต่างกับน้ำตาล 4 % ซึ่งกว้าง 2.07 ± 0.48 มม แต่มากกว่าความกว้างจาก น้ำตาล 2 % และไม่มีน้ำตาล ซึ่งกว้าง 1.63 ± 0.48 และ 1.49 ± 1.95 มม ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 44 และ ตารางภาคผนวก 97)

ผลต่อความยาวราก พบว่า อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ให้รากยาวที่สุด คือ 7.43 ± 2.91 มม โดยไม่แตกต่างทางสถิติกับอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ซึ่งยาว 5.68 ± 1.96 มม แต่แตกต่างกับอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและมีน้ำตาล 8% ซึ่งมีรากยาว 4.34 ± 2.76 และ 3.87 ± 1.94 มม อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 44 และ ตารางภาคผนวก 98)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 43 ผลของน้ำตาลและกล้วยบดต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

น้ำตาล (%)	กล้วยบด (ก/ล)	ราก		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	0	0.80 ± 0.42	0.90 ± 0.55	4.21 ± 3.34
	25	0.89 ± 0.33	1.32 ± 0.59	4.57 ± 2.16
	50	1.00 ± 0.50	2.31 ± 3.30	4.26 ± 2.77
2	0	0.89 ± 0.60	1.30 ± 0.61	6.52 ± 2.80
	25	0.80 ± 0.42	1.71 ± 0.23	6.74 ± 0.76
	50	1.00 ±0.00	1.86 ± 0.76	8.70 ± 3.74
4	0	1.70 ± 1.57	1.97 ± 0.47	6.49 ± 1.85
	25	1.50 ± 1.18	2.01 ± 0.63	4.37 ± 2.26
	50	1.90 ± 1.45	2.22 ± 0.32	6.29 ± 1.00
8	0	1.70 ± 1.06	2.23 ± 0.38	4.31 ± 1.69
	25	1.25 ± 0.71	2.29 ± 0.44	4.59 ± 2.72
	50	1.60 ± 1.07	2.20± 0.37	2.93 ± 1.09

ตาราง 44 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

น้ำตาล (%)	ราก		
	จำนวน [1/]	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	0.89 ± 0.42^{b}	1.49 ± 1.95^{b}	4.34 ± 2.76^{bc}
2	0.90 ± 0.41^{b}	1.63 ± 0.62^{b}	7.43 ± 2.91^{a}
4	1.70 ± 1.37^{a}	2.07 ± 0.48^{ab}	5.68 ± 1.96^{ab}
8	1.53 ± 0.96^{a}	2.25 ± 0.38^{a}	3.87 ± 1.94^{c}

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.4.3 ผล (main effect) ของกล้วยบด ต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวราก

พบว่า กล้วยบดที่ 25 และ 50 ก/ล ไม่มีผลต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก (ตาราง 45 และ ตารางภาคผนวก 99, 101 และ 101)

ตาราง 45 ผล (main effect) ของกล้วยบดต่อ จำนวนราก ความกว้าง และความยาวราก

กล้วยบด	ราก		
(ก/ล)	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	1.28 ± 1.07	1.55 ± 0.75	5.28 ± 2.76
25	1.11 ± 0.77	1.80 ± 0.60	5.07 ± 2.21
50	1.38 ± 0.99	2.14 ± 1.65	5.61 ± 3.31

โดยสรุป อาหารที่มีน้ำตาลซูโครส 8 % ทั้งมีและไม่มีกล้วยบด ไม่เหมาะสมกับการเจริญ โดยพบว่าต้นอ่อนตาย ในสัปดาห์ที่ 8 หลังการเลี้ยง แต่พบการสร้างหัวใหม่ 50-70 % และหัวใหม่สร้างยอดได้ 20-70 % ในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมกับกล้วยบด 25 หรือ 50 ก/ล และต้นเริ่มยุบตัวในสัปดาห์ที่ 12 ถึง 16 หลังการเลี้ยง

น้ำตาลและกล้วยบดไม่มีผลร่วมกันในการเพิ่ม จำนวนของใบ หัว และราก และไม่ส่งเสริมการเพิ่มขนาดของใบ และราก แต่น้ำตาล 2 % ร่วมกับกล้วยบดทั้ง 2 ระดับ ช่วยเพิ่มความยาวของหัว ทำให้หัวมีความยาวอยู่ในกลุ่มเดียวกับ น้ำตาล 4 % เพียงอย่างเดียว แต่น้ำตาลความเข้มข้นเดียวกันหรือสูงขึ้น (8 %) เมื่อใช้ร่วมกับกล้วยบด ทำให้ความยาวหัวลดลง

เมื่อพิจารณาผล (main effect) ของน้ำตาลพบว่า เมื่อระดับน้ำตาลอย่างเดียวเพิ่มขึ้น ทำให้ใบมีขนาดเล็กลง และเมื่อไม่ใช้น้ำตาลหรือน้ำตาล 2 และ 4 % ขนาดของหัวไม่แตกต่างกันมากนัก แต่เมื่อเพิ่มขึ้นเป็น 8 % ทำให้หัวมีขนาดเล็ก อย่างไรก็ตาม น้ำตาล 4 % ทำให้จำนวนรากเพิ่มขึ้นและมีขนาดใหญ่ ในส่วนของกล้วยบด พบว่า ไม่ส่งเสริมการเจริญของ ใบ หัว และราก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การทดลองที่ 2.3 เปรียบเทียบระดับน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นและหัว

เมื่อนำต้นอ่อนขนาดความสูงประมาณ 5 มม ที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาเลี้ยงบนอาหารสูตร VW (1949) ดัดแปลง โดยให้ความเข้มข้นของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่างกันเป็นเวลานาน 20 สัปดาห์ พบว่ามีผลต่อต้นอ่อน ดังนี้

2.3.1 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ เปอร์เซ็นต์การตาย การยุบตัว การสร้างหัวใหม่ และ การสร้างยอดของหัวใหม่

ต้นอ่อนส่วนใหญ่สามารถเจริญและพัฒนาต่อไปได้ ยกเว้นบนอาหารที่มีน้ำตาล 8 % เพียงอย่างเดียว และน้ำตาล 8 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล ซึ่งพบว่า ตาย 100 % แต่ในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง 100 และ 50 ก/ล พบการตาย 50 และ 10 % ตามลำดับ โดยการตายเริ่มปรากฏในสัปดาห์ที่ 8 ต้นมีสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีการเจริญทางใบ จนในสัปดาห์ที่ 12 ใบเปลี่ยนเป็นสีดำ (ตาราง 46)

ในส่วนผสมอาหารที่ต้นอ่อนเจริญเติบโตได้ พบว่า เริ่มปรากฏการยุบตัวของต้น โดยใบเริ่มกลายเป็นสีน้ำตาลในสัปดาห์ที่ 12 และยุบตัวอย่างสมบูรณ์ในสัปดาห์ที่ 16 โดยพบการยุบตัว 100 % ในอาหารที่มีน้ำตาล 4 % เพียงอย่างเดียว และอาหารที่มีน้ำตาล 4 % กับด้วยน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 ก/ล และในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ส่วนในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียว อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมกับ น้ำสกัดมันฝรั่ง 100 ก/ล และอาหารส่วนผสมที่เหลือมีการยุบตัว 70 - 80 % (ตาราง 46)

ในส่วนของการสร้างหัวใหม่ พบว่า ในอาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 100 ก/ล เพียงอย่างเดียว มีการสร้างหัวมากที่สุด คือ 50 % แต่ถ้าน้ำสกัดมันฝรั่งลดลงการสร้างหัวใหม่ลดลง เหลือเพียง 10 % และลดลงเป็น 0 % คือไม่เกิดหัวใหม่เลยเมื่อใช้น้ำตาล 8 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่งทุกระดับ หรือน้ำตาล 4 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่งระดับสูงสุด ส่วนกรรมวิธีอื่น เมื่อใช้น้ำตาล 2 และ 4 % ส่วนใหญ่ให้หัวใหม่ 20-30 % (ตาราง 46)

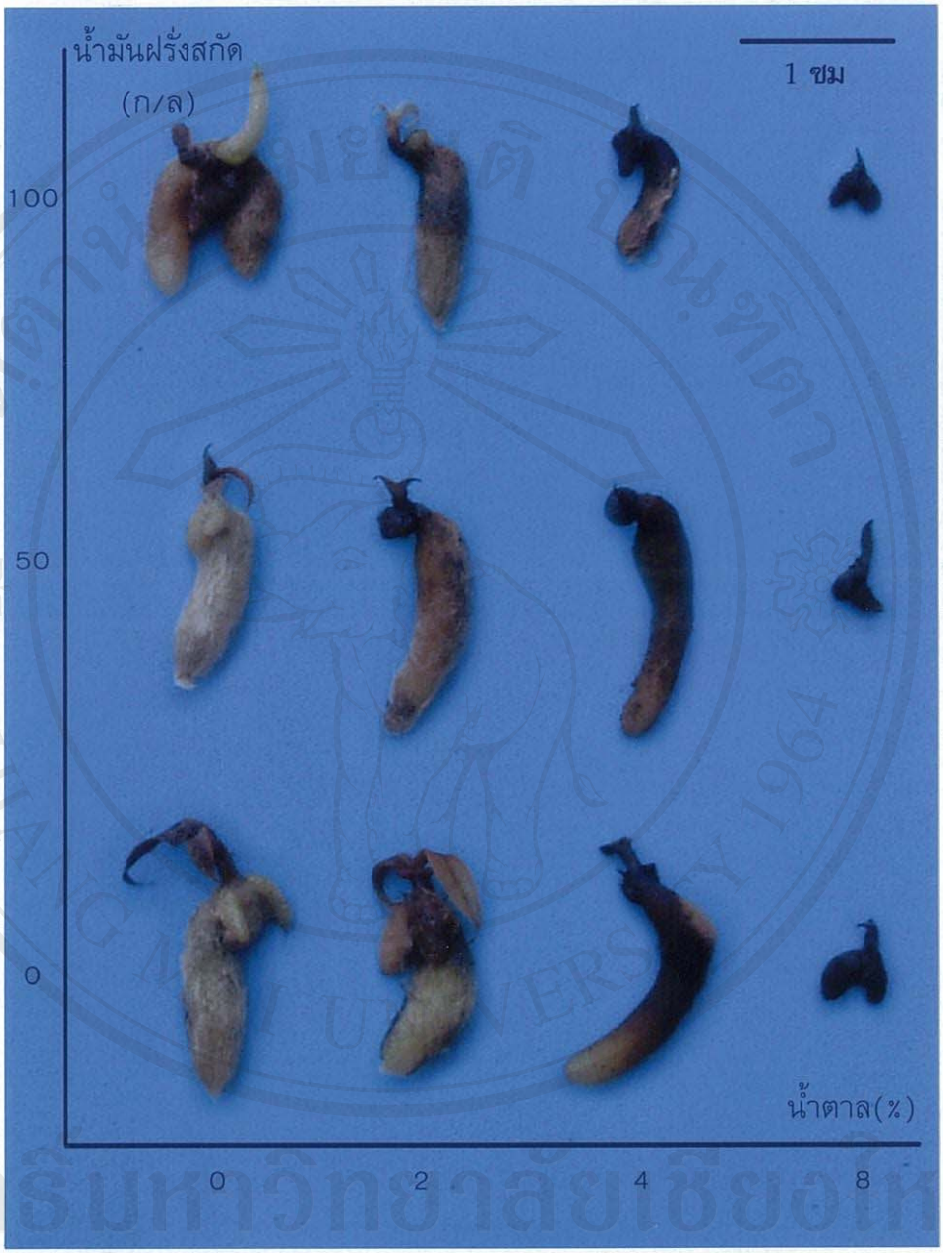
นอกจากนั้นยังพบว่า หัวใหม่สามารถสร้างยอดได้ โดยพบในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียวมีการสร้างยอดของหัวใหม่ 20 % ส่วนอาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมด้วยน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล หรืออาหารที่ไม่เติมอะไรเลย มีการสร้างหัวใหม่ลดลงเป็น 10 % แต่ไม่พบการสร้างยอดของหัวใหม่ในอาหารที่มีน้ำตาล 4 และ 8 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่งทุกระดับ (50 และ 100 ก/ล) (ตาราง 46 และ ภาพ 13)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 46 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ เปอร์เซ็นต์การตาย การยุบตัว การสร้างหัวใหม่ และการสร้างยอดหัวใหม่

น้ำตาล (%)	น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	การตาย (%)	การยุบตัว (%)	การสร้างหัวใหม่ (%)	หัวใหม่สร้างยอด (%)
0	0	0	100	10	10
	50	0	80	10	10
	100	0	70	50	10
2	0	0	80	20	20
	50	0	100	10	10
	100	0	80	20	10
4	0	0	100	30	0
	50	10	100	20	0
	100	50	100	0	0
8	0	100	-	0	0
	50	100	-	0	0
	100	100	-	0	0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 13 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อ การเจริญของต้นและหัว หลังการเลี้ยง 20 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อ จำนวน ความกว้างและความยาวใบ

2.3.2.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง

น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนใบเฉลี่ย โดยเมื่อเพิ่มระดับน้ำตาลและใช้ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง โดยภาพรวมทำให้จำนวนใบลดลง คือ อาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 0 - 100 ก/ล ในอาหารที่ไม่มีน้ำตาล หรืออาหารที่มีน้ำตาล 2 % ใช้อย่างเดียว ให้จำนวนใบเฉลี่ย อยู่ในกลุ่มมากที่สุดระหว่าง 2.30 $\pm$ 0.48 – 2.50 $\pm$ 0.71 และเมื่อเพิ่มน้ำตาลอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง จำนวนใบจัดอยู่ในกลุ่มน้อย และน้อยที่สุด (ตาราง 47 และ ตารางภาคผนวก 102)

ผลต่อความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ พบว่า น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความกว้างและความยาวใบ (ตาราง 47 และ ตารางภาคผนวก 103 และ 104)

2.3.1.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อ จำนวน ความกว้างและความยาวใบ

อาหารที่มีน้ำตาลมาก ทำให้จำนวนใบน้อยลง โดยอาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2.40 $\pm$ 0.56 ใบ มากกว่าจำนวนใบจาก อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ซึ่งมีจำนวน 1.90 $\pm$ 0.61 ใบ และจำนวนนี้มากกว่าใบจากน้ำตาล 4 และ 8 % อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 48 และ ตารางภาคผนวก 105)

ผลต่อความกว้างเฉลี่ยของใบเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดย พบว่าอาหารที่มีน้ำตาล ทำให้ความกว้างเฉลี่ยใบลดลง โดยพบว่าอาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีความกว้างใบ 1.93 $\pm$ 0.73 มม มากกว่าอาหารที่มีน้ำตาล 2, 4 และ 8 % ซึ่งมีความกว้างใบ 0.87 $\pm$1.01 - 1.33 $\pm$ 0.89 มม อย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งความเข้มข้นของน้ำตาลเพิ่มขึ้น ความกว้างใบยิ่งลดลง (ตาราง 48 และ ตารางภาคผนวก 106)

ผลต่อความยาวใบ พบว่า เป็นไปในทางทำนองเดียวกันกับความกว้าง คือ อาหารที่มีน้ำตาลทำให้ความยาวเฉลี่ยใบลด โดยพบว่า อาหารที่ไม่มีน้ำตาล มีความยาวใบ 5.41 $\pm$ 4.25 มม ยาวกว่าอาหารที่มีน้ำตาล 2, 4 และ 8 % ซึ่งมีความยาวใบ 1.51 $\pm$ 0.78 - 3.23 $\pm$ 3.16 มม อย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งน้ำตาลระดับสูงขึ้นความยาวใบยิ่งลดลง (ตาราง 48 และ ตารางภาคผนวก 107)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 47 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อจำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

น้ำตาล (%)	น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	ใบ		
		จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	0	2.50 ± 0.53^{a}	2.11 ± 0.51	6.44 ± 3.96
	50	2.50 ± 0.71^{a}	1.82 ± 0.99	5.24 ± 5.51
	100	2.20 ± 0.42^{abc}	1.85 ± 0.64	4.56 ± 3.19
2	0	2.30 ± 0.48^{ab}	1.80 ± 0.86	3.51 ± 2.15
	50	1.80 ± 0.63^{cd}	1.08 ± 0.75	3.66 ± 4.82
	100	1.60 ± 0.52^{d}	1.12 ± 0.95	2.51 ± 1.86
4	0	1.10 ± 0.32^{e}	0.66 ± 0.31	1.84 ± 0.66
	50	1.90 ± 0.32^{bcd}	1.35 ± 1.21	2.53 ± 1.79
	100	1.60 ± 0.52^{d}	1.01 ± 0.38	1.81 ± 0.83
8	0	2.00 ± 0.00^{bc}	0.57 ± 0.15	1.48 ± 0.65
	50	1.70 ± 0.67^{d}	0.98 ± 0.18	1.93 ± 0.74
	100	1.00 ± 0.67^{e}	1.05 ± 1.78	1.17 ± 0.86

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2.3.1.3 ผล (main effect) ของน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวใบ

น้ำสกัดมันฝรั่งที่ 50 และ 100 ก/ล ไม่มีผลต่อ ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบอย่างมีนัยสำคัญแต่มีผลทางลบโดยน้ำสกัดมันฝรั่ง 100 ก/ล ทำให้จำนวนใบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 49 และ ตารางภาคผนวก 108, 109 และ 110)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 48 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

น้ำตาล	ใบ		
(%)	จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	2.40 ± 0.56^{a}	1.93 ± 0.73^{a}	5.41 ± 4.25^{a}
2	1.90 ± 0.61^{b}	1.33 ± 0.89^{b}	3.23 ± 3.16^{b}
4	1.52 ± 0.51^{c}	1.01 ± 0.8^{bc}	2.09 ± 1.22^{bc}
8	1.58 ± 0.67^{c}	0.87 ± 1.01^{c}	1.51 ± 0.78^{c}

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ตาราง 49 ผล (main effect) ของน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของใบ

น้ำสกัดมันฝรั่ง	ใบ		
(ก/ล)	จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	1.97 ± 0.66^{a}	1.28 ± 0.85	3.32 ± 2.97
50	1.97 ± 0.66^{a}	1.31 ± 0.90	3.34 ± 3.85
100	1.60 ± 0.67^{b}	1.26 ± 1.09	2.51 ± 2.27

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.3 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

2.3.3.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ไม่มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวน ความกว้าง และความยาว เฉลี่ยของหัว (ตาราง 50 และ ตารางภาคผนวก 111, 112 และ 113)

2.3.3.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

น้ำตาล 8 % มีผลทำให้จำนวนเฉลี่ยของหัวน้อย คือ มีจำนวนหัว 0.52 ± 0.51 หัว ในขณะที่น้ำตาลที่ 4 และ 2 % และไม่มีน้ำตาลให้จำนวนหัว 1.21 ± 0.56, 1.23 ± 0.9 และ 1.27 ± 0.64 หัว ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 51 และ ตารางภาคผนวก 114)

ตาราง 50 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำตาล (%)	น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	หัว		
		จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	0	1.00 ± 0.47	3.49 ± 1.38	10.87 ± 5.61
	50	1.10 ± 0.32	3.80 ± 0.57	8.24 ± 3.63
	100	1.70 ± 0.82	3.46 ± 0.55	8.28 ± 2.41
2	0	1.20 ± 0.79	3.17 ± 1.46	10.10 ± 5.08
	50	1.30 ± 1.34	2.91 ± 1.44	9.42 ± 6.61
	100	1.20 ± 0.42	3.52 ± 0.94	10.53 ± 4.08
4	0	1.30 ± 0.48	3.14 ± 0.80	13.60 ± 3.09
	50	1.30 ± 0.67	3.63 ± 0.81	14.27 ± 5.31
	100	1.00 ± 0.47	2.85 ± 1.42	7.44 ± 4.45
8	0	0.50 ± 0.53	1.23 ± 1.33	2.48 ± 3.19
	50	0.60 ± 0.52	1.36 ± 1.32	1.91 ± 0.64
	100	0.40 ± 0.52	0.82 ± 1.18	1.20 ± 0.53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อความกว้างหัว พบว่า น้ำตาล 8 % ทำให้ความกว้างหัวเฉลี่ยน้อยคือ มีความกว้าง 1.22 ± 1.31 มม ในขณะที่น้ำตาลที่ 4 และ 2 % และไม่มีน้ำตาลให้ความกว้างหัว 3.19 ± 1.08, 3.38 ± 1.30 และ 3.58 ± 0.90 มม ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 51 และ ตารางภาคผนวก 115)

ผลต่อความยาวหัวเฉลี่ย พบว่า อาหารที่มีน้ำตาล 4 % มีความยาวหัวมากที่สุดคือ 11.61 ± 5.27 มม โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากผลที่ได้จาก อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ซึ่งมีหัวยาว 10.00 ± 5.19 มม แต่แตกต่างกับ หัวจากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและมีน้ำตาล 8 % ซึ่งมีความยาวหัว 9.13 ± 4.15 และ 2.33 ± 3.49 มม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 51 และ ตารางภาคผนวก 116)

ตาราง 51 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำตาล	หัว		
(%)	จำนวน [1/]	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	1.27 ± 0.64[a]	3.58 ± 0.90[a]	9.13 ± 4.15[b]
2	1.23 ± 0.90[a]	3.38 ± 1.30[a]	10.00 ± 5.19[ab]
4	1.21 ± 0.56[a]	3.19 ± 1.08[a]	11.61 ± 5.27[a]
8	0.52 ± 0.51[b]	1.22 ± 1.31[b]	2.33 ± 3.49[c]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

2.3.3.3 ผล (main effect) ของน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวหัว

น้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ย จำนวน ความกว้าง และความยาวหัว อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 52 และ ตารางภาคผนวก 117, 118 และ 119)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 52 ผล (main effect) ของมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของหัว

น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	หัว		
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
0	1.00 ± 0.64	2.89 ± 1.57	9.26 ± 5.93
50	1.07 ± 0.83	2.92 ± 1.43	8.46 ± 6.36
100	1.07 ± 0.73	2.66 ± 1.51	6.86 ± 4.76

2.3.4 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวราก

เนื่องจากต้นที่เลี้ยงบนอาหารที่มีน้ำตาล 8 % ทั้งมีและไม่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง ต้นอ่อนตายตั้งแต่ยังไม่ได้เริ่มสร้างราก ในการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติจึงทำการตัดปัจจัยของระดับน้ำตาล 8 % ออก

2.3.4.1 ผลร่วม (interaction) ระหว่างน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง

น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางลบต่อจำนวนรากเฉลี่ย (ตาราง 53 และ ตารางภาคผนวก 120) โดยเมื่อระดับน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนรากลดลง ดังนี้ จำนวนของรากในอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง อาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล และอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีจำนวน 1.40 ± 1.07, 1.60 ±0.51, 1.20 ± 0.79 และ 1.60 ± 0.97 ราก ตามลำดับ จัดอยู่ในกลุ่มมากที่สุด มีจำนวนรากมากกว่า อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล และน้ำตาล 4 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่งทุกระดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 53 และ ตารางภาคผนวก 120)

ผลต่อความกว้างรากเฉลี่ย พบว่า น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความกว้างราก โดยเมื่อระดับน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ทำให้ความกว้างรากลดลง คือ ในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียว มีความกว้างรากมากที่สุด 1.66 ± 0.77 มม โดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับรากจากอาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล เพียงอย่างเดียว และจากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง แต่กว้างกว่ารากจากอาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล และน้ำตาล 4 % ร่วมกับน้ำสกัดมันฝรั่ง ทุกระดับอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 53 และ ตารางภาคผนวก 121)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลต่อความยาวราก พบว่าน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง มีผลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญต่อความยาวเฉลี่ยของราก โดยเมื่อระดับน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ทำให้ความยาวรากลดลง ดังนี้ ในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียว มีความยาวรากมากที่สุดคือ 4.72 ± 2.67 มม โดยไม่แตกต่างกับรากจากอาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 ก/ล เพียงอย่างเดียว และอาหารที่ไม่มีน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง แต่ยาวกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับรากจากอาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง 100 ก/ล เพียงอย่างเดียว อาหารที่มีน้ำตาล 2 % ร่วมด้วยน้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล และอาหารที่มีน้ำตาล 4 % ร่วมด้วยน้ำสกัดมันฝรั่งทุกระดับ ซึ่งมีความยาว 0.55 ± 1.74 - 2.95 ± 1.25 มม (ตาราง 53 และ ตารางภาคผนวก 122)

ตาราง 53 ผลของน้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

น้ำตาล (%)	น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	ราก		
		จำนวน [1/]	ความกว้าง (มม) [1/]	ความยาว (มม) [1/]
0	0	1.40 ± 1.07^{a}	1.24 ± 0.69^{a}	3.71 ± 2.76^{ab}
	50	1.60 ± 0.52^{a}	1.50 ± 0.12^{a}	3.54 ± 1.03^{ab}
	100	1.20 ± 0.79^{a}	1.38 ± 0.62^{a}	2.95 ± 1.25^{b}
2	0	1.60 ± 0.97^{a}	1.66 ± 0.77^{a}	4.72 ± 2.67^{a}
	50	0.10 ± 0.32^{b}	0.12 ± 0.38^{b}	0.63 ± 1.99^{c}
	100	0.10 ± 0.32^{b}	0.23 ± 0.73^{b}	0.55 ± 1.74^{c}
4	0	-	-	-
	50	0.40± 0.97^{b}	0.34 ± 0.72^{b}	1.04 ± 2.32^{c}
	100	-	-	-
8	0	-	-	-
	50	-	-	-
	100	-	-	-

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4.2 ผล (main effect) ของน้ำตาล ต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวราก

น้ำตาลทำให้จำนวนรากเฉลี่ยลดลง โดยอาหารที่ไม่น้ำตาล มีราก 1.40 ± 0.81 ราก มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับ ผลจากอาหารที่มีน้ำตาล 2 และ 4 % ซึ่งมีรากเพียง 0.60 ± 0.93 และ 0.14 ± 0.58 รากตามลำดับ (ตาราง 54 และ ตารางภาคผนวก 123)

ผลต่อความกว้างรากเฉลี่ย พบว่า น้ำตาลทำให้ความกว้างรากลดลง โดยอาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีความกว้างราก 1.37 ± 0.53 มม มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญกับผลจากอาหารที่มีน้ำตาล 2 และ 4 % ซึ่งมีความกว้างราก 0.67 ± 0.95 และ 0.11 ± 0.43 มม ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับความยาวราก คือ อาหารที่ไม่มีน้ำตาลมีความยาวราก 3.40 ± 1.81 มม ยาวกว่ารากจากอาหารที่มีน้ำตาล 2 และ 4 % ที่ยาว 1.97 ± 2.88 และ 0.36 ± 1.41 มม ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 54 และ ตารางภาคผนวก 123, 124 และ 125)

ตาราง 54 ผล (main effect) ของน้ำตาลต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

น้ำตาล	ราก		
(%)	จำนวน[1/]	ความกว้าง (มม)[1/]	ความยาว (มม)[1/]
0	1.40 ± 0.81[a]	1.37 ± 0.53[a]	3.40 ± 1.81[a]
2	0.60 ± 0.93[b]	0.67 ± 0.95[b]	1.97 ± 2.88[b]
4	0.14 ± 0.58[c]	0.11 ± 0.43[c]	0.36 ± 1.41[c]
8	-	-	-

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4.3 ผล (main effect) ของน้ำสกัดมันฝรั่ง ต่อจำนวนราก ความกว้างรากและความยาวราก

น้ำสกัดมันฝรั่ง 50 และ 100 ก/ล ไม่มีผลต่อจำนวน และความกว้างเฉลี่ยของราก ในขณะที่น้ำสกัดมันฝรั่ง 100 ก/ล ทำให้รากสั้นกว่า รากจากอาหารที่ไม่มีน้ำสกัดมันฝรั่งอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 55 และ ตารางภาคผนวก 126, 127 และ 128)

ตาราง 55 ผล (main effect) ของน้ำสกัดมันฝรั่งต่อ จำนวน ความกว้าง และความยาวเฉลี่ยของราก

น้ำสกัดมันฝรั่ง (ก/ล)	ราก		
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม) [1/]
0	1.00 ± 1.08	0.97 ± 0.92	2.81 ± 2.97[a]
50	0.70 ± 0.91	0.65 ± 0.77	1.74 ± 2.22[ab]
100	0.43 ± 0.94	0.54 ± 0.81	1.67± 1.77[b]

[1/] อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบโดยวิธี LSD

โดยสรุป อาหารที่มีน้ำตาลซูโครส 8 % ทั้งมีและไม่มีน้ำสกัดมันฝรั่ง ไม่เหมาะสมกับการเจริญ โดยพบว่าต้นอ่อนตาย ในสัปดาห์ที่ 8 หลังการเลี้ยง การยุบตัวเกิดขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 และยุบ ตัวอย่างสมบูรณ์ ในสัปดาห์ที่ 16 ในส่วนของการสร้างหัวใหม่พบมากที่สุดในอาหารที่มีน้ำสกัดมันฝรั่งเพียงอย่างเดียว คือ 50 % และการสร้างยอดของหัวใหม่ พบสูงสุดเพียง 20 % ในอาหารที่มีน้ำตาล 2 % เพียงอย่างเดียว

น้ำตาลและน้ำสกัดมันฝรั่ง ไม่มีผลร่วมกันต่อการส่งเสริมขนาด ใบ และหัว รวมทั้งไม่ช่วยเพิ่มจำนวนหัว แต่มีผลต่อจำนวนของใบ ราก และขนาดราก โดยเมื่อได้รับน้ำตาล 2 % หรือน้ำสกัดมันฝรั่ง อย่างใดอย่างหนึ่ง มีผลในทางส่งเสริมจำนวนหรือขนาด แต่เมื่อได้รับทั้งสองอย่างร่วมกัน จะให้ผลในทางตรงข้าม

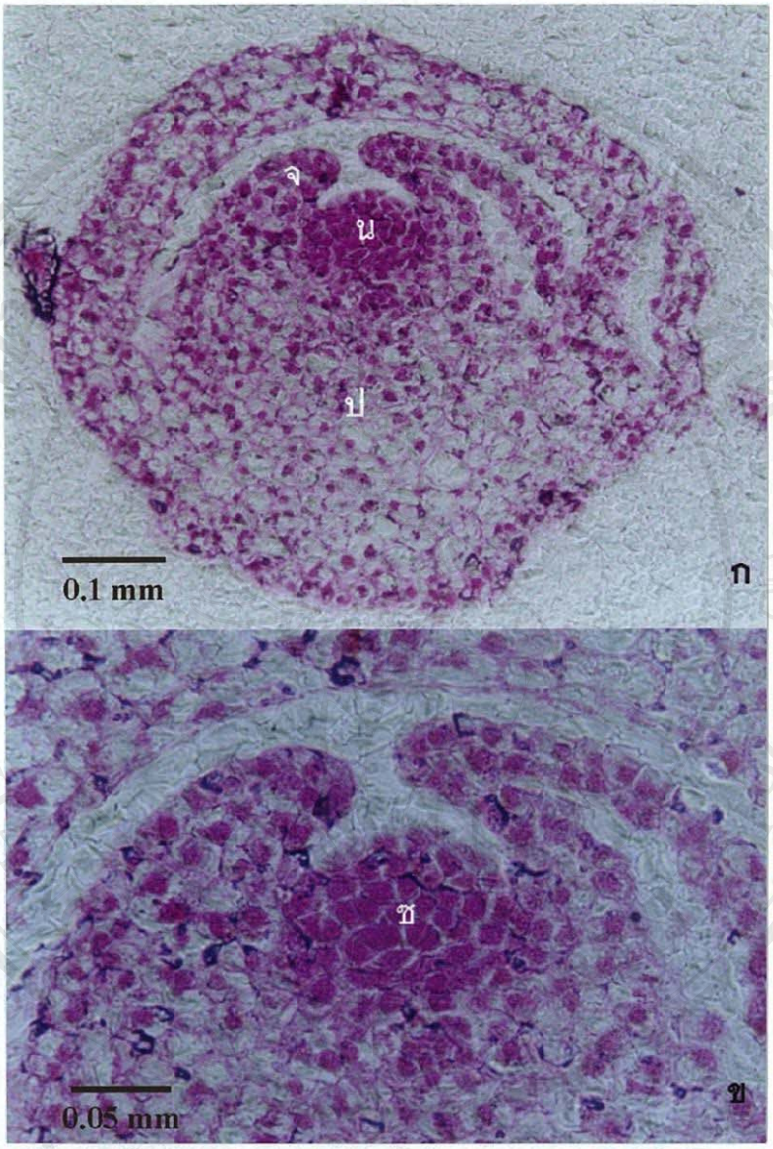
เมื่อพิจารณาผล (main effect) ของน้ำตาลในการทดลองนี้พบว่า การเพิ่มระดับน้ำตาล ทำให้จำนวนและขนาดของ ใบ และรากลดลง น้ำตาล 2 และ 4 % ให้จำนวนหัว และความกว้างหัวไม่ต่างจากอาหารที่ไม่มีน้ำตาลมากนัก แต่น้ำตาล 4 % ทำให้หัวยาวกว่าอาหารที่ไม่มีน้ำตาล ในส่วนของน้ำสกัดมันฝรั่งพบว่าทำให้รากสั้นลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา

การศึกษาการเกิดโปรโตคอร์ม และการพัฒนาต่อจนเกิดใบ และหัว ได้ใช้เมล็ดที่เพาะในอาหารเหลวที่มีอาหารพื้นฐานสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง ที่เติมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาล 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่าคัพภะที่หลุดออกจากเปลือกหุ้มเมล็ดเมื่อมองด้วยตาเปล่า ในระยะแรก อายุ 1 สัปดาห์ หลังการเลี้ยง มีลักษณะกลม เรียกว่าโปรโตคอร์ม จากการใช้เทคนิคทางเนื้อเยื่อวิทยา โดยวิธี paraffin embedding technique ของ Johansen (1940) ทำการตัดเนื้อเยื่อให้มีขนาดบาง 10 ไมโครเมตร ตามยาว พบว่า โปรโตคอร์มที่เป็นเม็ดกลม ผิวมันซึ่งมีอายุ 1 สัปดาห์ หลังการเลี้ยง นี้ภายในประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ (meristem) อยู่ตรงกลาง (ภาพ 14) ขนาดกว้างประมาณ 100 ไมโครเมตร และมีจุดกำเนิดของใบคู่แรกโอบอยู่ด้านบน ทั้งเนื้อเยื่อเจริญ และจุดกำเนิดของใบ ประกอบด้วยเซลล์ตื่นตัว ที่มีการเรียงตัวเป็นระเบียบ เมื่อย้อมสี (erythrosin) ติดสีเข้ม มีนิวเคลียสใหญ่ ส่วนด้านนอกของโปรโตคอร์มประกอบด้วย เซลล์ชั้นนอกของโปรโตคอร์ม 2-3 ชั้น เรียงกัน ทำให้มีโครงสร้างคลายจุดกำเนิดของใบ ที่แก่กว่า โอบล้อมด้านบน หุ้มส่วนที่อยู่ภายในไว้ทั้งหมด จุดกำเนิดใบนี้ประกอบด้วย เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ยังมีนิวเคลียสค่อนข้างใหญ่ คล้ายกับเซลล์ที่อยู่บริเวณด้านล่าง ของโปรโตคอร์ม แต่เซลล์ชั้นนอกสุดที่โคนเม็ดโปรโตคอร์ม มีเซลล์ที่ตื่นตัวเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบ โปรโตคอร์มนี้หากเลี้ยงต่อไปจะพัฒนาจนปลายด้านหนึ่งของโปรโตคอร์มมีลักษณะแหลม ซึ่งสามารถสังเกตุได้ด้วยตาเปล่า และยอดนั้นจะค่อย ๆ ยืดยาวออกภายใน 2 สัปดาห์หลังการเลี้ยง พร้อมทั้งเริ่มมีสีเขียว การศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาพบว่า เนื้อเยื่อที่เป็นส่วนของโปรโตคอร์มเดิมมีการเปลี่ยนแปลงโดย บริเวณแกนกลางมีการพัฒนาไปเป็นท่อลำเลียง และเซลล์ด้านข้างที่ล้อมรอบท่อลำเลียงมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีการสะสมสารภายในคล้ายเม็ดแป้ง เมื่อย้อมสี (erythrosin) ภายในเป็นสีแดงน้ำตาลเข้ม (ภาพ 15) ต่อมาพบยอดสีเขียวชัดเจนขึ้น เมื่อยอดสีเขียวที่ปรากฏภายนอกยืดออกแต่ยังไม่คลี่เป็นใบ พบว่าภายในเริ่มมีการสร้างหัวโดย พัฒนาจากบริเวณฐานของจุดเจริญกลุ่มเดียวกันกับจุดเจริญของยอดอ่อน (ภาพ 16) ซึ่งพัฒนาต่อไปเป็นจุดกำเนิดของหัวที่อยู่ใกล้เนื้อเยื่อของโคนใบชั้นนอกสุด จุดกำเนิดหัวใหม่นี้ แยกจากเนื้อเยื่อแม่ดังกล่าวโดยการที่เซลล์ขยายขนาดใหญ่มากและดันเซลล์เหล่านี้ขาดในที่สุด การพัฒนาทั้งหมดอยู่ในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์ ต่อมาจุดกำเนิดหัวจึงขยายขนาดเจริญเป็นหัวต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

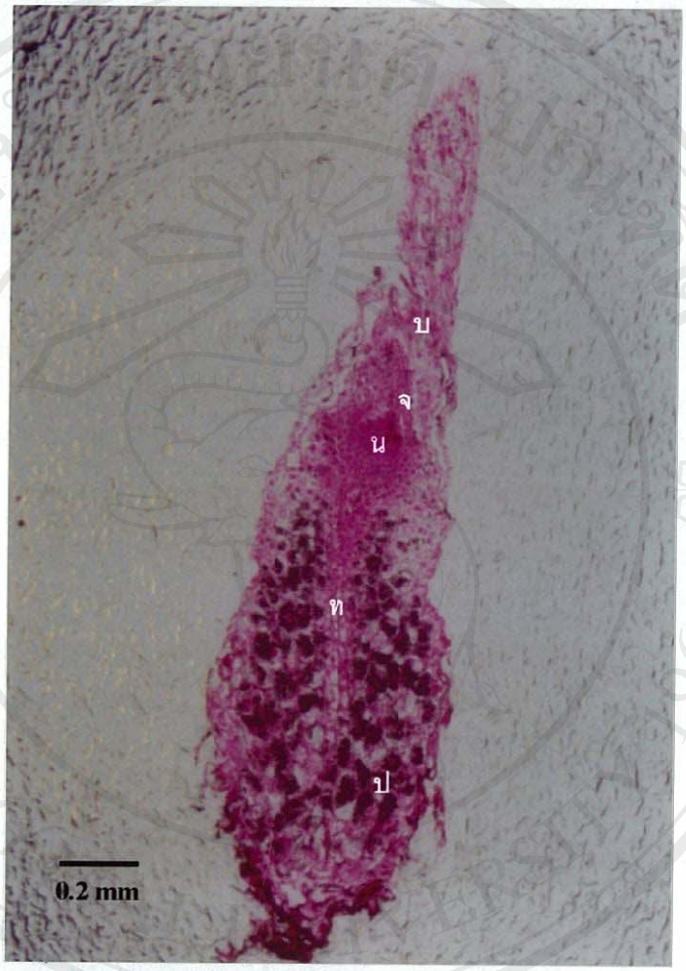


ภาพ 14 ภาพตัดตามยาวแสดงจุดเจริญของโปรโตคอร์มภายใน 1 สัปดาห์หลังการเลี้ยง

ก. โปรโตคอร์ม (117X) ประกอบด้วยตัวโปรคอร์ม (ป)
จุดกำเนิดของใบ (จ) และเนื้อเยื่อเจริญ (น)

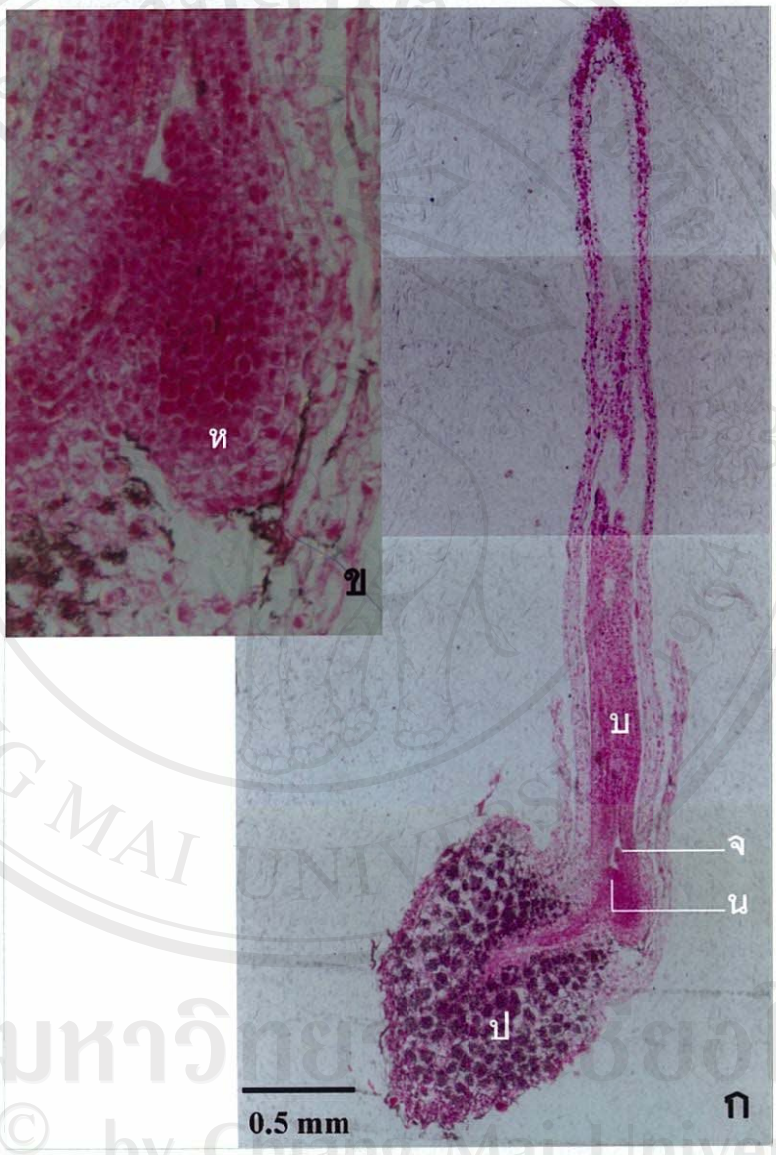
ข. เนื้อเยื่อเจริญภายในโปรโตคอร์ม (236X) ขยายขนาด
แสดงเซลล์ตื่นตัว (ซ) ติดสีย้อมเข้ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 15 ภาพตัดตามยาวของโปรโตคอร์มที่มีการพัฒนาปลายแหลม (47X)
อายุ 2 สัปดาห์หลังการเลี้ยงโปรโตคอร์ม
ก. โปรโตคอร์มยืดยาว (ป) ประกอบด้วยเซลล์เก่าขนาดใหญ่
ข. ท่อลำเลียง (ท)
ง. เนื้อเยื่อเจริญ (น) และจุดกำเนิดของใบ (จ)
จ. ใบ (บ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 16 ภาพตัดตามยาวของต้นอ่อนอายุ 4 สัปดาห์

ก. ต้นอ่อน (30X) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ (น) จุดกำเนิดของใบ (จ) ใบอ่อน (บ) เจริญจากโปรโตคอร์ม (ป) เก่า

ข. ภาพขยายของยอดอ่อนพร้อมใบ ที่เริ่มสร้างจุดกำเนิดของหัว (ห) (118X)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved