

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญ	(7)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
อักษรย่อ	(16)
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	4
อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในเอเชีย	4
ระบบการผลิตต้นพืชที่มีฐานการผลิตและจำหน่ายแยกกัน	5
ระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว หรือ Temporary Immersion Bioreactor (TIB)	5
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชโดยใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว	7
การใช้ระบบไบโอรีแอคเตอร์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อลดต้นทุนการผลิต	8
อุตสาหกรรมปทุมมา	9
การขยายพันธุ์ปทุมมาด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	10
การขยายพันธุ์ปทุมมาด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราวแบบขวดแผ่น (TIB)	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	13
อุปกรณ์และสารเคมี	13

วิธีการทดลอง	14
การทดลองที่ 1 ศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นจากช่อดอก ปทุมมาลูกผสมข้ามชนิด	15
การทดลองที่ 1.1 การเปรียบเทียบลักษณะช่อดอกตั้งต้นปทุมมาที่มีผล ต่อการชักนำให้เกิดต้นใหม่	15
การทดลองที่ 1.2 การศึกษาอายุของชิ้นส่วนตั้งต้นของปทุมมาลูกผสม ข้ามชนิดที่เกิดการผันกลับที่ต่างกัน 2 ระยะ ต่อการ เกิดต้นใหม่ในระบบ TIB และอาหารแข็ง	17
การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบขนาดชิ้นส่วนตั้งต้นของปทุมมาลูกผสม ข้ามชนิด 3 ขนาดต่อการเพิ่มปริมาณต้น	20
การทดลองที่ 3 การศึกษาวิธีการชักนำการเกิดรากของต้นปทุมมาที่ได้จาก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 3 วิธีการ	22
การสร้างรูปแบบการผลิตต้นปทุมมาลูกผสมข้ามชนิดในระดับอุตสาหกรรม	23
การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	24
ผลการวิจัย	24
ผลการวิจัยด้านคุณภาพต้น	24
1. ผลการทดลองที่ 1 ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นจากช่อดอก ปทุมมา	24
1.1 ผลการทดลองที่ 1.1 การเปรียบเทียบลักษณะช่อดอกตั้งต้นที่มีผล ต่อการชักนำให้เกิดต้นใหม่	24
1.2 ผลการทดลองที่ 1.2 ศึกษาระยะเวลาการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตั้งต้น ในการผันกลับที่ต่างกัน 2 ระยะ ต่อการเกิดจำนวนต้นใหม่ใน ระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็ง	34
2. ผลการทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดต่อ	

การเพิ่มปริมาณต้น	48
3. ผลการทดลองที่ 3 ศึกษาวิธีการชักนำการเกิดรากของต้นปทุมมาที่ได้จาก	
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 3 วิธีการ	55
ผลการวิเคราะห์ด้านต้นทุนด้านแรงงาน	61
วิจารณ์ผลการทดลอง	70
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	75
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	84
ภาคผนวก ก ประวัติผู้วิจัย	85
ประวัติผู้วิจัย	86

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 การวางแผนการทดลองการเปรียบเทียบลักษณะช่อดอกปทุมมาลูกผสมข้ามชนิด 3 เบอร์ ตั้งต้นที่มีผลต่อการชักนำให้เกิดต้นใหม่	15
2 การวางแผนการทดลองการศึกษาอายุของชิ้นส่วนตั้งต้นของปทุมมา 3 เบอร์ ตั้งต้นที่เกิดการผันกลับที่ต่างกัน 2 ระยะ (6 หรือ 10 สัปดาห์) ต่อการเกิดจำนวนต้นใหม่ในระบบไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็ง	17
3 การวางแผนการทดลองการเปรียบเทียบขนาดของชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดต่อการเพิ่มปริมาณต้น	20
4 เวลาการเตรียมอาหารแข็งและอาหารเหลวปริมาตร 8 ลิตร ใช้คนเตรียมจำนวน 1 คน เพื่อใช้เป็นอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	62
5 เวลาในการเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ	63
6 เวลาการนึ่งฆ่าเชื้ออาหารและอุปกรณ์ต่างๆ	63
7 เวลาการเตรียมชิ้นส่วนตั้งต้นจากช่อดอกปทุมมาในระยะชักนำให้เกิดต้นใหม่จากช่อดอก จำนวน 30 ช่อดอก โดยใช้คนเตรียมตัดชิ้นส่วนตั้งต้นจำนวน 4 คน และคนตัดชิ้นส่วนลงอาหารจำนวน 1 คน	65
8 ข้อมูลการดำเนินงานเตรียมชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณต้นปทุมมาในอาหารแข็งและในระบบไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราว	67
9 จำนวนต้นใหม่ต่อชิ้นส่วน และจำนวนต้นใหม่ต่อภาชนะของชิ้นส่วนตั้งต้นทั้ง 3 ขนาดจำนวน 200 ต้นในการเพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวเปรียบเทียบกับระบบอาหารแข็งที่เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์	67
10 ข้อมูลการเตรียมต้นตั้งต้นสำหรับชักนำให้เกิดรากด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 3 ระบบ	69

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1	14
2	16
3	18
4	21
5	26
6	27

ภาพ

หน้า

- 7 ลักษณะของชิ้นส่วนจากยอดและชิ้นส่วนดอกจากชอกกลีบประดับที่เกิดการผันกลับจากช่อดอกปทุมมา (บานเล็กน้อยและบานเต็มที่) เบอร์ C16 ที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a c e และ g) และ 10 สัปดาห์ (b d f และ h) 28
- 8 เพอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตั้งต้นจากช่อดอกปทุมมาลูกผสมข้ามชนิดแต่ละอายุของทั้ง 3 เบอร์ ที่เพาะเลี้ยงในอาหารชักนำให้เกิดต้นเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a) และ 10 สัปดาห์ (b) 30
- 9 เพอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตั้งต้นจากช่อดอกปทุมมาลูกผสมข้ามชนิดที่เสียหายในแต่ละอายุของทั้ง 3 เบอร์ (C3, C11 และ C16) ที่เพาะเลี้ยงในอาหารชักนำให้เกิดต้นเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a) และ 10 สัปดาห์ (b) 33
- 10 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนตั้งต้นจากยอดหรือดอกจากชอกกลีบประดับของช่อดอกปทุมมา (บานเล็กน้อยหรือบานเต็มที่) เบอร์ C3 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 (a c e g) และ 10 สัปดาห์ (b d f g) แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็งเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 36
- 11 จำนวนต้นตามขนาดของชิ้นส่วนจากช่อดอกปทุมมาเบอร์ C3 ที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS (ดัดแปลง) 1962 ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a) และ 10 สัปดาห์ (b) แล้วมาทำการเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็งเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้อาหารสูตรเดิม 37
- 12 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนยอดจากช่อดอกบานเล็กน้อยปทุมมาเบอร์ C3 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในระบบไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 38

ภาพ

หน้า

- 13 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนตั้งต้นจากยอดหรือดอกจากชอกกليبระดับของช่อดอกปทุมมา (บานเล็กน้อยหรือบานเต็มที่) เบอร์ C11 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 (a c และ e) และ 10 สัปดาห์ (b d และ f) แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็งเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ส่วนชิ้นส่วนตั้งต้นจากช่อดอกบานเต็มที่ส่วนยอด ทั้งที่เพาะเลี้ยง 6 และ 10 สัปดาห์ ไม่มีเนื่องจากเกิดการปนเปื้อนเชื้อหมดในการทดลองที่ 1.1 40
- 14 จำนวนต้นตามขนาดของชิ้นส่วนจากช่อดอกปทุมมาเบอร์ C11 ที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS (ดัดแปลง) 1962 ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a) และ 10 สัปดาห์ (b) แล้วมาทำการเพาะเลี้ยงต่อในระบบไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็ง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้อาหารสูตรเดิม 41
- 15 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนยอดจากช่อดอกบานเล็กน้อยปทุมมา C11 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 42
- 16 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนตั้งต้นจากยอดหรือดอกจากชอกกليبระดับของช่อดอกปทุมมา (บานเล็กน้อยหรือบานเต็มที่) เบอร์ C16 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 (a c e) และ 10 สัปดาห์ (b d f) แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็งเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 44
- 17 จำนวนต้นตามขนาดของชิ้นส่วนจากช่อดอกปทุมมาเบอร์ C16 ที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS (ดัดแปลง) 1962 ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ (a) และ 10 สัปดาห์ (b) แล้วมาทำการเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอกเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็งเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้อาหารสูตรเดิม 45

ภาพ

หน้า

- 18 ลักษณะต้นที่ได้ของชิ้นส่วนยอดจากช่อดอกบานเล็กน้อยปทุมมาเบอร์ C16 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS ที่ประกอบด้วย BA 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ แล้วนำมาเพาะเลี้ยงต่อในไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ 46
- 19 ลักษณะของต้นปทุมมาในภาชนะเพาะเลี้ยงที่ได้จากชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดคือ ต้นเดี่ยวเล็ก (a และ b) ต้นเดี่ยวใหญ่ (c และ d) และต้นกลุ่ม (e และ f) ที่เพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว (a c และ e) และอาหารแข็ง (b d และ f) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปทุมมา สูตร MS ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร 49
- 20 ลักษณะของต้นปทุมมาจำนวน 10 กอที่ได้จากชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดคือ ต้นเดี่ยวเล็ก (a และ b) ต้นเดี่ยวใหญ่ (c และ d) และต้นกลุ่ม (e และ f) ที่เพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว (a c และ e) และอาหารแข็ง (b d และ f) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปทุมมา สูตร MS ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร 50
- 21 ลักษณะของต้นปทุมมาที่ได้จากชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาดคือ ต้นเดี่ยวเล็ก (a และ b) ต้นเดี่ยวใหญ่ (c และ d) และต้นกลุ่ม (e และ f) ที่เพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราว (a c และ e) และอาหารแข็ง (b d และ f) เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปทุมมา สูตร MS ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร 51
- 22 จำนวนต้นตามขนาดต่อกอกจากชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาด คือ ต้นเดี่ยวเล็ก ต้นเดี่ยวใหญ่ และต้นกอ ที่เพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็ง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปทุมมา สูตร MS ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร 52
- 23 จำนวนใบต่อต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตั้งต้น 3 ขนาด คือ ต้นเดี่ยวเล็ก ต้นเดี่ยวใหญ่ และต้นกอในระบบไบโอรีแอคเตอร์จุ่มชั่วคราวและอาหารแข็ง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปทุมมา สูตร MS คัดแปลง (1962) ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร 53

ภาพ	หน้า
24 น้ำหนักสดของชิ้นส่วนต้นตั้ง 3 ขนาด คือ ต้นเดี่ยวเล็ก ต้นเดี่ยวใหญ่ และต้นกอที่เพาะเลี้ยงในระบบไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว และอาหารแข็ง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในอาหารเพิ่มปริมาณปุ๋ยมมา สูตร MS ที่มี TDZ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ IMA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร	54
25 ลักษณะต้นปุ๋ยมมาที่ถูกชักนำให้เกิดรากในไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว (a b และ c) กล่องพลาสติกที่มีการเติมอาหารเหลว 10 มิลลิลิตร (d e และ f) และอาหารแข็ง (g h และ i) เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน	56
26 น้ำหนักสดต่อต้น (a) จำนวนใบต่อต้น (b) และ ความสูงต้น (c) ของต้นปุ๋ยมมาที่ชักนำให้ออกรากเพาะเลี้ยงในไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว กล่องพลาสติกที่มีอาหารเหลว 10 มิลลิลิตร และในอาหารแข็ง เพาะเลี้ยงระยะเวลา 3 สัปดาห์ ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน	58
27 จำนวนรากต่อต้น (a) ความยาวราก (b) และ เปอร์เซ็นต์ต้นเกิดราก (c) ของต้นปุ๋ยมมาที่ชักนำการเกิดรากในไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว กล่องพลาสติกที่มีอาหารเหลว 10 มิลลิลิตร และในอาหารแข็ง เพาะเลี้ยงระยะเวลา 3 สัปดาห์ ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน	59
28 จำนวนต้นที่เกิดใหม่ (a) และความสูงต้นที่เกิดใหม่ (b) ของต้นปุ๋ยมมาที่ชักนำการเกิดรากในไบโอรีแอคเตอร์จมชั่วคราว กล่องพลาสติกที่มีอาหารเหลว 10 มิลลิลิตร และในอาหารแข็ง เพาะเลี้ยงระยะเวลา 3 สัปดาห์ ในอาหารสูตร MS ที่ปราศจากฮอร์โมน	60
29 รูปแบบการผลิตต้นปุ๋ยมมาถูกผสมข้ามชนิดในระดับอุตสาหกรรม	77

อักษรย่อ

อักษรย่อ

ย่อมาจาก

BA

N⁶-Benzyladenine

IAA

3-Indolylacetic acid

IMA

Imazalil

MS

Murashige and Skoog

TDZ

Thidiazuron

TIB

Temporary Immersion Bioreactor

