

# สารบัญ

<b>บทที่ 1 แนวโน้มและความสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรร</b>	<b>1</b>
<b>ในทางเภสัชศาสตร์</b>	
บทนำ	1
ประวัติความเป็นมาของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	3
บทบาทของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรรในทางเภสัชศาสตร์	5
แนวทางการศึกษาโดยใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อผลิตสารทุติยภูมิ	9
ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา	
สรุป	13
เอกสารอ้างอิง	14
<b>บทที่ 2 การเพาะเลี้ยงเซลล์พืช</b>	<b>25</b>
บทนำ	25
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในสภาพปลอดเชื้อ	26
อาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	30
เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชเพื่อเพิ่มการสร้างสารทุติยภูมิ	32
การคัดเลือกเซลล์พืชที่ผลิตสารทุติยภูมิในปริมาณสูง	33
การควบคุมสารอาหารในการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช	35
การควบคุมสภาวะในการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช	40
การเติมสารกระตุ้น	42
การซีมผ่าน	52
การตรึงเซลล์	52
การย้ายสารทุติยภูมิออกจากเซลล์พืช	54
การเติมสารตั้งต้น	55
สรุป	57
เอกสารอ้างอิง	58

## ดรรชนี

## ก

- การกลายพันธุ์ 32
- การเกิดผลึกซ้ำ 223
- การเกิดผลึกน้ำแข็ง 218-220, 223, 226-228, 234
- การเก็บรักษาพันธุ์พืช 4, 11, 218-219, 223-230, 234, 233-236
- การเก็บรักษาพันธุ์พืชแบบแช่แข็ง 218-219, 223, 234
- การเก็บรักษาพันธุ์พืชสมุนไพรแบบแช่แข็ง 11, 217-219
- การขยายพันธุ์พืช 5, 10, 126, 128, 242, 263
- การคัดเลือกสายพันธุ์ 75, 128
- การเจริญเติบโตแบบเพิ่มจำนวน 31, 50, 94, 220, 251, 254, 258
- การแช่แข็งแบบหยุด 219, 224, 233-235
- การใช้กระแสไฟฟ้า 52, 153
- การใช้เข็มฉีดยา 153
- การซึมผ่าน 10, 33-34, 52, 55, 57, 103
- การดึงน้ำออก 219-222, 224-226, 230-231
- การดัดแปลงพันธุกรรม 10, 92, 128, 170
- การดัดแปลงพันธุ์พืช 4, 6, 93, 153, 155, 166-167, 182
- การตรึงเซลล์ 10, 33-34, 52-55, 57, 194, 209
- การเติมตัวดูดซับ 109
- การเติมสารกระตุ้น 10, 33-34, 42, 49-51, 54-55, 57, 73, 76-77, 79-81, 92, 103-104, 107-108, 209, 252-253, 258-259
- การเติมสารตั้งต้น 10, 33-34, 55-57, 73, 103, 108-109, 269-270
- การถ่ายโอนยีนโดยตรง 153, 168
- การถอดรหัส 48
- การทดลองทางคลินิก 167
- การทำเมล็ดเทียม 140-141
- การบวมน้ำของเซลล์พืช 203
- การเปลี่ยนถ่ายอาหาร 31, 33, 52, 68, 84, 93
- การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ 25, 55
- การปรับปรุงพันธุ์พืช 5, 116
- การฝังลม 221
- การเพาะเลี้ยงแคลลัส 3, 9, 12-13, 27, 29, 39, 41-42, 84, 127, 130, 246, 250
- การเพาะเลี้ยงเซลล์ 3-4, 6, 9, 12, 25-27, 29, 31-36, 38-43, 49-50, 52, 54-57, 68, 70, 73, 91, 93, 100, 154, 169 191-192, 194, 196, 198, 200, 202-204, 207-210, 253, 260
- การเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอย 3-4, 9, 27, 29, 36, 39, 43, 52, 54-56, 73, 169, 204, 208, 251, 253, 259-260
- การเพาะเลี้ยงยอด 9, 12, 43, 68, 70-71, 73, 84
- การเพาะเลี้ยงราก 9, 12-13, 43, 68, 74-78,

84, 91, 93-94, 97-101  
การเพาะเลี้ยงรากลอย 9, 12-13, 78, 91, 93-94, 98-101, 103-104, 107-116, 157, 169, 199, 204, 245, 254, 263, 266, 268-270  
การเพาะเลี้ยงอวัยวะพืช 9, 68-70, 74, 84, 100  
การยับยั้งย้อนกลับ 54, 103  
การรบกวนอาร์เอ็นเอ 155, 160  
การละลายของออกซิเจน 192, 194  
การส่งสัญญาณ 44-45, 47, 50  
การแสดงออกของเอนไซม์ 35, 113, 116, 154, 157-158, 162  
การไหลของอาหารเพาะเลี้ยง 203  
การไหลแบบปั่นป่วน 193-194  
การหมุนวนของอากาศนอกท่อ 197  
การหมุนวนของอากาศในท่อ 197  
การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชนอกแหล่งกำเนิด 217  
การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในแหล่งกำเนิด 217  
กลีเซอรอล 222, 224, 226  
ไกลโคซิเลชัน 169  
ไกลโคโปรตีน 181  
กักเซลล์ 52, 193  
กรดอะมิโน 38, 222  
กรดแอบไซซิก 30, 222, 231

## ข

ขอบเขตข้างขวา 95  
ขอบเขตข้างซ้าย 95, 112

## ก

คาร์บอนไดออกไซด์ 42, 192, 194, 201  
คาราจีแนน 53  
ความคงตัวของพันธุกรรมพืช 235-236  
ความเค็มเดือน 54, 195, 197-201, 203, 209  
ความผันแปรทางพันธุกรรม 113, 225  
คีโมเทคซิส 95  
คูเบส 95, 97  
แคลเซียมอัลจินต 52-54, 140, 224  
แคลลัส 3, 7, 9-10, 12-13, 25, 27, 29, 31-33, 35, 39-41, 43, 58, 68, 74, 84, 126-127, 130-133, 135-136, 201, 219, 221, 223, 228, 230, 234, 242, 245-253, 263-265, 270  
เครื่องยิงอนุภาค 153, 160  
โครมาโทกราฟี 34  
โครโมโซม 95, 112, 153  
คลอโรพลาสต์ 168-169

## จ

เจลาติน 53  
เจลอิเล็กโทรโฟรีซิส 97

## ช

ชาลโคน 161  
ชีวเภสัชภัณฑ์ 6, 153, 166, 167, 170, 179-180, 182  
เชื้อราเอนโดไฟท์ 209

**ช**

เซลล์แขวนลอย 6-10, 12, 25, 27, 31-33, 35-39, 42, 52, 54-56, 68, 73, 84, 135, 169, 195, 201-202, 204-206, 208-209 219, 220-221, 223, 226, 228, 242, 245, 250-253, 258-260, 263

เซสควิเทอร์ปีน 163-164

โซมาติกเอ็มบริโอ 127, 135-140, 142, 160, 172, 219, 226, 231, 265-266, 270

ไซโกติกเอ็มบริโอ 137-138, 221, 226, 230-231

ไซโทไคนิน 3, 30-31, 39, 70, 74, 80, 96, 126, 128-130, 132, 135-136, 139

**ด**

ไดเทอร์ปีน 163

**ต**

ตาข้าง 111, 126-129, 231-232

ตู้ปลอดเชื้อ 221, 224, 225, 230-231

ไตรเทอร์ปีน 163

ตัวกระตุ้นทางกายภาพ 222

ตัวรับ 45-47

**ถ**

ถังเพาะเลี้ยง 9-10, 13, 33, 42, 54, 56-57, 69-70, 75, 78, 84, 92, 109-110, 116, 137, 157, 172, 191-211, 253, 259-260, 271

ถังเพาะเลี้ยงแบบคลื่น 198-200, 204, 206, 209-210

ถังเพาะเลี้ยงแบบคลื่นและกระแสน้ำวน 198-200

ถังเพาะเลี้ยงแบบถังกวน 192, 195, 199-200, 203-205, 208-210

ถังเพาะเลี้ยงแบบแนวราบ 195, 200

ถังเพาะเลี้ยงแบบเป่าอากาศด้านล่าง 196-197, 199-200, 202-205, 208-210

ถังเพาะเลี้ยงแบบโรตารีดรัม 195, 200

ถังเพาะเลี้ยงแบบพ่นละออง 198-200, 204, 206

ถังเพาะเลี้ยงแบบสเปรย์ 198-200, 204, 206

ถังเพาะเลี้ยงแบบอากาศลอยตัว 197, 199-200, 203-205, 209-210, 259-260

**น**

โนโรเพนแอลคาลอยด์ 155-157

เทอร์ปีนอยด์ 2, 163

**ส**

ธนาคารพันธุกรรม 217

**อ**

เนื้อเยื่อเจริญ 3, 26, 126, 128-130

น้ำตาลแอลกอฮอล์ 222

น้ำมันหอมระเหย 43, 163-164

## U

ใบพัต 192-193, 195-196, 209

ใบเลี้ยง 130-132, 137-138

## U

ปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเลส 97

ปลายยอด 26, 126-132, 137-138, 219-220,  
224, 226, 228, 230, 233-234

โปรตีนลูกผสม 166, 169-170

โปรตีนห่อหุ้มเปลือกนอก 170

โปรโมเตอร์ 168

## W

แมงกัันเซลล์ 192, 194

## W

ผาถัง 193

## W

พันธุ์วิศวกรรม 153, 158, 165, 176, 181

พลาสมาเมมเบรน 47

พลาสมีด 95, 97, 111-113

พิวรีนแอลคาลอยด์ 155, 160

พืชดัดแปลงพันธุกรรม 10, 112, 115, 126,

153, 157, 169-170, 175, 182, 218

เพลลา 192-193, 195

โพรลีน 219

โพลียูรีเทนโฝม 52

โพลีอะครีลาไมด์ 53

พอลิเมอร์ 222

ไพร์เมอร์ 97

## W

ฟลาวานอล 161

ฟลาวาโนน 161

ฟลาโวน 161

ฟลาโวนอยด์ 2, 161-162

ฟลาโวนอล 161

ฟีนอลลิก 2, 31, 109

ฟีนไทป์ 96-97, 111

ฟีนไทป์ของรากลอย 97

ไฟโตเอสโตรเจน 243

## ก

เกสรภัณฑ์ 10, 182

## U

เมแทบอลิซึม 5, 154, 218, 222

โมนโนโคลนอลแอนติบอดี 114, 177-178

โมนโนเทอร์ปีน 163-164

มอลโทส 36, 223

ไม้คอร์ก 55

## ย

ยอดจากตาข้าง 128

ยอดพิเศษ 126, 130

**S**

ระบบกวนผสม 193, 195-196  
 ระบบกวนผสมเชิงกล 195  
 ระบบขับเคลื่อนด้วยของเหลว 195, 198  
 ระบบสภาวะแก๊ส 195, 198-199  
 ระบบอัดอากาศ 195-197, 204  
 รากเพาะเลี้ยง 7-9, 75-78, 84, 202, 204-206  
 รากลอย 6-13, 41, 43, 78, 91-116, 157-158, 162, 169, 199, 201, 204-206, 226, 228, 234, 242, 245, 253-260, 263, 266-271  
 รากลอยดัดแปลงพันธุกรรม 112-115, 158

**a**

ลำต้นใต้ใบเลี้ยง 130-131, 137-138

**จ**

วิถีชีวิตสังเคราะห์ 10, 25, 35, 42, 46, 48, 54-55, 79, 92, 98, 103, 108, 113, 153-166, 191, 236, 242, 269-270

วิศวกรรมเมแทบอลิก 10, 153-155, 157, 160-161, 163, 166, 182

แควิวโอล 52

วัคซีนชนิดรับประทาน 137, 167-168, 170-171, 173-175, 179

วัสดุชีววิทยา 218

**ส**

สแตียรอยด์ 2

สารกระตุ้น 10, 33-34, 42-51, 54-55, 73, 76-77, 79-81, 92, 103-104, 107, 201-202, 209, 242, 252-253, 258-259

สารกระตุ้นชีวภาพ 43

สารกระตุ้นอชีวภาพ 43

สารควบคุมความดันออสโมซิส 224

สารทุติยภูมิ 1-2, 5-11, 13, 25-27, 32-36, 38-52, 54-57, 68-71, 73-80, 84, 91-93, 97-100, 103-104, 107-110, 113-116, 128-129, 141-142, 153-155, 157, 166, 182, 191-192, 201-202, 204-209, 218-219, 228, 236, 242-243, 245, 251, 253, 258, 263, 266, 271

สารปฐมภูมิ 1

สารผลิตภัณฑ์ 55-56, 109

**ห**

หัวพันอากาศ 192-193, 195-196

หัววัด 194

**อ**

อลูมิเนียมฟอยล์ 233, 235

อะกาโรส 53, 97

อะโกรแบคทีเรีย 91, 93, 153, 168

อาหารกึ่งแข็ง 27, 30, 93-94, 105, 107, 254

อิโซควิโนลีนแอลคาลอยด์ 155, 158

อิมมูโนโลยี 34

เอทิลลีนไกลคอล 226



๒๕ ๕๑-๕๗

# เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร

## : จากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ทางเภสัชศาสตร์

ISBN : 978-616-348-797-1

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE

สำนักหอสมุดฯ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



1110016280

วราภรณ์ ภูตะลุน

รองศาสตราจารย์

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิมพ์ครั้งที่ 1

มีนาคม 2557

จำนวน 600 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

634-523  
 เลขหมู่ ๖-๑21  
 2557  
 เลขทะเบียน 2006๘  
 วันที่ 24 / ส.ย. / 2557

115448

วราภรณ์ ภูตะลุน

เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร : จากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ทางเภสัชศาสตร์ / วราภรณ์ ภูตะลุน. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557.

286 หน้า

ISBN 978-616-348-797-1

1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. 2. เซลล์และเนื้อเยื่อพืช. 3. พืชสมุนไพร. 4. สมุนไพร.
- (1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2) ชื่อเรื่อง. [QK725 ๖321]

ออกแบบปก : ธฤตา กิติศรีปัญญา

จัดพิมพ์ที่ : บริษัท ขอนแก่นพิมพ์พัฒนา จำกัด

158-162 ถ. เทพารักษ์ ต. ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40000

โทรศัพท์ 0-4333-3180, 0-4323-7340 โทรสาร 0-4333-3181

<b>บทที่ 3 การเพาะเลี้ยงอวัยวะพืช</b>	<b>68</b>
บทนำ	68
การเพาะเลี้ยงยอด	70
การเพาะเลี้ยงราก	74
การเพาะเลี้ยงพืชทั้งต้น	79
สรุป	84
เอกสารอ้างอิง	84
<b>บทที่ 4 การเพาะเลี้ยงรากลอย</b>	<b>91</b>
บทนำ	91
วิธีการเหนี่ยวนำรากลอยโดยใช้ <i>Agrobacterium rhizogenes</i>	93
กลไกการบุกรุกของ <i>Agrobacterium rhizogenes</i>	95
การตรวจสอบยีนในรากลอย	96
การผลิตสารทุติยภูมิในรากลอย	97
เทคนิคการเพาะเลี้ยงรากลอยเพื่อเพิ่มการสร้างสารทุติยภูมิ	100
การควบคุมสารอาหารและสภาวะในการเพาะเลี้ยงรากลอย	100
การเติมสารกระตุ้นในการเพาะเลี้ยงรากลอย	103
การเติมสารตั้งต้นในการเพาะเลี้ยงรากลอย	108
การเพาะเลี้ยงรากลอยในถังเพาะเลี้ยง	109
การเจริญเป็นต้นพืชจากรากลอย	110
การจัดการทางพันธุกรรมในรากลอย	112
สรุป	115
เอกสารอ้างอิง	116
<b>บทที่ 5 การขยายพันธุ์พืชสมุนไพร</b>	<b>126</b>
บทนำ	126
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรเพื่อขยายพันธุ์	128
การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรเพื่อเพิ่มจำนวนยอดอ่อนในการขยายพันธุ์	128
การเพาะเลี้ยงแคลลัสเพื่อพัฒนาเป็นต้นอ่อนในการขยายพันธุ์	130
การเพาะเลี้ยงไฮมาติกเอ็มบริโอ	135



การพัฒนาให้เกิดรากจากยอดอ่อน	139
การทำเมล็ดเทียมเพื่อขยายพันธุ์พืช	140
สารทุติยภูมิจากต้นอ่อนที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรร	141
สรุป	142
เอกสารอ้างอิง	143
<b>บทที่ 6 การดัดแปลงพันธุ์พืชเพื่อผลิตสารที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา</b>	<b>153</b>
บทนำ	153
วิศวกรรมเมแทบอลิซึมในพืช	154
การดัดแปลงพันธุ์พืชเพื่อผลิตชีวเภสัชภัณฑ์	166
ชนิดของพืชที่ใช้ในการผลิตชีวเภสัชภัณฑ์	166
การผลิตโปรตีนลูกผสมในพืช	168
ข้อดีและข้อเสียของการใช้พืชผลิตโปรตีน	169
ชีวเภสัชภัณฑ์ที่ผลิตโดยการดัดแปลงพันธุ์พืช	170
วัคซีนชนิดรับประทาน	170
แอนติบอดี	175
ชีวเภสัชภัณฑ์อื่นๆ	179
สรุป	182
เอกสารอ้างอิง	182
<b>บทที่ 7 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรรในถังเพาะเลี้ยง</b>	<b>191</b>
บทนำ	191
ส่วนประกอบพื้นฐานของถังเพาะเลี้ยง	192
ชนิดของถังเพาะเลี้ยง	194
ปัจจัยที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในถังเพาะเลี้ยง	201
ปัญหาที่พบในการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชในถังเพาะเลี้ยง	203
การประยุกต์ใช้ถังเพาะเลี้ยงเพื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพรร	204
สรุป	211
เอกสารอ้างอิง	212

<b>บทที่ 8 การเก็บรักษาพันธุ์พืชสมุนไพรแบบแช่แข็ง</b>	<b>217</b>
บทนำ	217
หลักการเก็บรักษาพันธุ์พืชแบบแช่แข็ง	218
ชิ้นส่วนของพืชที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วยการแช่แข็ง	220
การเตรียมชิ้นส่วนพืช	220
วิธีการเก็บรักษาพันธุ์พืชแบบแช่แข็ง	223
ความคงตัวทางพันธุกรรมพืช	235
สรุป	236
เอกสารอ้างอิง	237
<b>บทที่ 9 การประยุกต์ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร</b>	<b>242</b>
<b>ในทางเภสัชศาสตร์</b>	
บทนำ	242
กวางเครือขาว	243
บอระเพ็ดพุงช้าง	261
สรุป	271
เอกสารอ้างอิง	272
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>275</b>
<b>Index</b>	<b>281</b>



๒๕ ๕๑-๕๗

# เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร : จากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ทางเภสัชศาสตร์

ISBN : 978-616-348-797-1

BSTI DEPT. OF SCIENCE SERVICE

สำนักหอสมุดฯ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



1110016280

วราภรณ์ ภูตะลูน

รองศาสตราจารย์

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิมพ์ครั้งที่ 1

มีนาคม 2557

จำนวน 600 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์

634-523  
เลขหมู่ ๖-๑21  
2557  
เลขทะเบียน ๒๐๐๖๘  
วันที่ 24 / ส.ย. / 2557

115448

วราภรณ์ ภูตะลูน

เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร : จากพื้นฐานสู่การประยุกต์ใช้ทาง  
เภสัชศาสตร์ / วราภรณ์ ภูตะลูน. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะเภสัชศาสตร์  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2557.

286 หน้า

ISBN 978-616-348-797-1

1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. 2. เซลล์และเนื้อเยื่อพืช. 3. พืชสมุนไพร. 4. สมุนไพร.  
(1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2) ชื่อเรื่อง. [QK725 ๖321]

ออกแบบปก : ธฤตา กิติศรีปัญญา

จัดพิมพ์ที่ : บริษัท ขอนแก่นพิมพ์พัฒนา จำกัด

158-162 ถ. เทพารักษ์ ต. ในเมือง อ. เมือง จ. ขอนแก่น 40000

โทรศัพท์ 0-4333-3180, 0-4323-7340 โทรสาร 0-4333-3181