

สารบัญ

ตอนที่ 1 : ความรู้เกี่ยวกับเอนไซม์	1
บทที่ 1 โครงสร้าง ประเภท และจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์	3
1.1 บทนำ	3
1.1.1 เอนไซม์เป็นโปรตีน	3
1.1.2 เอนไซม์สามารถเร่งปฏิกิริยาได้	3
1.1.3 เอนไซม์มีความจำเพาะ	5
1.2 โครงสร้างของเอนไซม์	5
1.2.1 โครงสร้างระดับต่าง ๆ ของเอนไซม์	5
1.2.2 บริเวณเร่งของเอนไซม์	16
1.2.3 บริเวณควบคุมของเอนไซม์	19
1.3 การเรียกชื่อและการจำแนกประเภทเอนไซม์	19
1.3.1 การเรียกชื่อเอนไซม์	19
1.3.2 การจำแนกประเภทของเอนไซม์	23
1.4 จลนพลศาสตร์ของเอนไซม์	29
1.4.1 จลนพลศาสตร์ของไมคาลิส-เมนเทน	30
1.4.2 ค่าคงที่ของไมคาลิส-เมนเทน (K_m) และค่าความเร็วสูงสุด (V_{max})	36
1.4.3 ความเร็วเริ่มต้น และการหาปริมาณของเอนไซม์	44
1.5 ปัจจัยที่มีผลต่อจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์	47
1.5.1 ความเข้มข้นของเอนไซม์	48
1.5.2 ความเข้มข้นของซับสเตรต	49
1.5.3 พีเอช	50
1.5.4 อุณหภูมิ	53
1.5.5 ตัวยับยั้งเอนไซม์	54
1.5.6 โคแฟกเตอร์	65

สารบัญ

บทที่ 2 การเตรียม การทำให้บริสุทธิ์และการศึกษาลักษณะเฉพาะของเอนไซม์	71
2.1 บทนำ	71
2.2 หลักการเตรียมเอนไซม์	72
2.2.1 การคัดเลือกแหล่งของเอนไซม์	72
2.2.2 การเตรียมสารสกัดเอนไซม์	74
2.2.3 การแยกและการทำให้เอนไซม์เข้มข้น	88
2.3 การทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์	112
2.3.1 การทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี	113
2.3.2 การตรวจติดตามระหว่างกระบวนการทำให้เอนไซม์บริสุทธิ์	146
2.3.3 การวิเคราะห์ความบริสุทธิ์ของเอนไซม์	148
2.3.4 การรักษาเสถียรภาพของเอนไซม์	149
2.3.5 การบรรจุและการเก็บรักษาเอนไซม์	152
2.4 การศึกษาลักษณะเฉพาะของเอนไซม์	152
2.4.1 การศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อกิจกรรมและเสถียรภาพของเอนไซม์	153
2.4.2 การศึกษาสมบัติทางจลนพลศาสตร์ของเอนไซม์	162
2.4.3 การศึกษาลักษณะเฉพาะของเอนไซม์ในระดับโมเลกุล	164
ตอนที่ 2 : การเกิดและการควบคุมสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผัก ผลไม้	173
บทที่ 3 การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	175
3.1 ความสำคัญและปัญหาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	175
3.1.1 ความสำคัญของปัญหาการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์	175
3.1.2 ผักผลไม้ที่เกิดปัญหาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์	176

สารบัญ

3.2	พอลิฟินอลออกซิเดส : เอนไซม์สำคัญที่ก่อให้เกิดสีน้ำตาลในผักผลไม้	180
3.2.1	โครงสร้างของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	181
3.2.2	แหล่งของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	185
3.2.3	ยับยั้งของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	194
3.2.4	กลไกการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	197
3.2.5	การหาปริมาณกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	204
3.2.6	การเตรียมและการทำให้เอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดสบริสุทธิ์	206
3.2.7	การศึกษาลักษณะเฉพาะของเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	211
3.3	การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	228
3.3.1	กลไกการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	229
3.3.2	การประเมินการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	233
บทที่ 4	การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	259
4.1	หลักการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	259
4.1.1	การยับยั้ง ลด หรือทำลายเอนไซม์พอลิฟินอลออกซิเดส	259
4.1.2	การลดหรือตัดแปรยับยั้ง	261
4.1.3	การลดหรือตัดแปรผลิตภัณฑ์	261
4.2	การควบคุมโดยการคัดเลือกพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์และพันธุ์วิศวกรรม	262
4.3	การควบคุมโดยใช้สารเคมี	264
4.3.1	ตัวรีดิวซ์	264
4.3.2	ตัวคีเลต	268
4.3.3	กรด	268
4.3.4	ตัวยับยั้งเอนไซม์	269
4.3.5	สารแข็งชั้น	271

สารบัญ

4.4 การควบคุมโดยการใช้สารยับยั้งชนิดใหม่จากธรรมชาติ	273
4.4.1 น้ำส้มปรง	274
4.4.2 สารสกัดเปลือกส้มปรง	278
4.4.3 สารสกัดรำข้าว	283
4.4.4 สารสกัดจากพืชอื่น ๆ	293
4.5 การควบคุมโดยการใช้วิธีทางกายภาพ	293
4.5.1 การควบคุมอุณหภูมิ	294
4.5.2 การควบคุมปริมาณออกซิเจน	297
4.6 การควบคุมโดยการใช้เทคนิคที่ทันสมัยอื่น ๆ	301
4.6.1 การควบคุมโดยการใช้ความดันสูง	301
4.6.2 การควบคุมโดยการใช้สนามไฟฟ้าแบบพัลส์	303
4.6.3 การควบคุมโดยการใช้คลื่นเหนือเสียง	304

ตอนที่ 3 : การเกิดและการควบคุมกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ ในผักผลไม้

321

บทที่ 5 การเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	323
5.1 ความสำคัญและปัญหาการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	323
5.1.1 ความสำคัญของปัญหาการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์	323
5.1.2 ผักผลไม้ที่เกิดปัญหากลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์	324
5.2 ไลพอกซิจีเนส : เอนไซม์สำคัญที่ก่อให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติในผักผลไม้	331
5.2.1 โครงสร้างและลักษณะเฉพาะของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	332
5.2.2 แหล่งและสมบัติของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	334
5.2.3 ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	337
5.2.4 กลไกการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	340

สารบัญ

5.2.5 การหาปริมาณกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	343
5.2.6 การเตรียมและการทำให้เอนไซม์ไลพอกซิจีเนสบริสุทธิ์	346
5.2.7 การศึกษาลักษณะเฉพาะของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส	352
5.3 การเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	361
5.3.1 กลไกการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	361
5.3.2 การประเมินการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	363
บทที่ 6 การควบคุมการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	377
6.1 หลักการควบคุมการเกิดกลิ่นรสผิดปกติเนื่องจากเอนไซม์ในผักผลไม้	377
6.2 การควบคุมโดยการคัดเลือกพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์และพันธุวิศวกรรม	379
6.3 การควบคุมโดยการใช้ตัวต้านออกซิเดชัน	380
6.3.1 ตัวต้านออกซิเดชันสังเคราะห์	380
6.3.2 ตัวต้านออกซิเดชันธรรมชาติ	383
6.4 การควบคุมโดยการใช้สารยับยั้งชนิดใหม่จากธรรมชาติ	387
6.4.1 สารสกัดโปรตีนรำข้าว	388
6.4.2 สารสกัดรำข้าวสาลี	399
6.4.3 สารสกัดบลูเบอร์รี่	399
6.4.4 สารสกัดถั่วเหลือง	400
6.4.5 สารจากไวน์แดง	401
6.4.6 น้ำมันเปลือกเมล็ดมะม่วงหิมพานต์	402
6.4.7 น้ำมันหอมระเหยจากพืช	403
6.4.8 โปรตีนและเพปไทด์จากน้ำนม	403
6.4.9 สารยับยั้งจากธรรมชาติอื่น ๆ	404

สารบัญ

6.5	การควบคุมโดยการใช้วิธีทางกายภาพ	404
6.5.1	การควบคุมอุณหภูมิ	404
6.5.2	การควบคุมปริมาณออกซิเจน	407
6.6	การควบคุมโดยการใช้เทคนิคที่ทันสมัยอื่นๆ	408
6.6.1	การควบคุมโดยการใช้ความดันสูง	408
6.6.2	การควบคุมโดยการใช้สนามไฟฟ้าแบบพัลส์	409
6.6.3	การควบคุมโดยการใช้คลื่นเหนือเสียง	410
ดัชนี		421
	ดัชนีภาษาไทย	421
	ดัชนีภาษาอังกฤษ	436

ใบนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นหลักฐานการขอรับเงินอุดหนุนจากกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ - ไทย/อเมริกาเหนือ

วิทยาเอนไซม์ :

การเกิดและการควบคุมสื่อน้ำตาลและกลีโคสิเดสในผักผลไม้

เลขหมู่	660.63
เลขที่	8813
	2558
เลขทะเบียน	20178
วันที่	22 พ.ย. 2559
	บ. 116498

รองศาสตราจารย์ ดร. โชคชัย ชีรกุลเกียรติ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์