สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบาญ	ฉ
สารบาญตาราง	ช
สารบาญภาพ	ต
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย	15
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการทดลอง	30
บรรณานุกรม	32
ภาคผนวก	38
ภาคผนวก ก การใช้งานเครื่องวัดสี	39
ภาคผนวก ข การใช้งานเครื่องวัดความแน่นเนื้อ	41
ภาคผนวก ค การใช้งานเครื่องวัด Conductivity	43
ภาคผนวก ง การหาค่า Colony Forming Unit	44
ภาคผนวก จ การหาค่า % Electrolyte leakage	45
ภาคผนวก ฉ การทดสอบค่าทางสถิติ	46
ภาคผนวก ช ตาราง ANOVA	53
ประวัติผู้เขียน	144

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	การใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์	14
ฉ1	ค่าความสว่างของหมวกเห็ดนางรมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส	46
ฉ2	ค่าความสว่างของครีบเห็ดนางรมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส	47
ฉ3	ค่าความสว่างของก้านเห็ดนางรมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส	47
ฉ4	ค่าความแน่นเนื้อของดอกเห็ดนางรมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส	48
ฉ5	ค่าความแน่นเนื้อของก้านเห็ดนางรมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส	48
ฉ6	ค่า CFU เห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	49
ฉ7	ค่าความสว่างบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียม ไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	49
ฉ8	ค่าความสว่างบริเวณครีบดอกเห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียม ไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	50
ฉ9	ค่าความสว่างบริเวณก้านดอกเห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียม ไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	51
ฉ10	ค่าความแน่นเนื้อบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียม ไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	51
ฉ11	ค่าความแน่นเนื้อบริเวณก้านดอกเห็ดนางรมที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียม ไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	52
ฉ12	เปอร์เซ็นการรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์จากเซลล์ของดอกเห็ดนางรม ที่ฉายแสงภายใต้หลอดไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที	52
ช1	วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา	53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 54
ช3 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 55
ช4 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 56
ช5 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 57
ช6 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 58
ช7 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 59
ช8 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 60
ช9 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 61
ช10 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 62
ช11 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 63
ช12 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 64
ช13 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 65
ช14 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช15 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 67
ช16 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 68
ช17 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 69
ช18 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 70
ช19 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 71
ช20 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 72
ช21 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 73
ช22 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 74
ช23 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ครีบดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 75
ช24 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่าง (L*) ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 76
ช25 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 77
ช26 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 78
ช27 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 79

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช28 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 80
ช29 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 81
ช30 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 82
ช31 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 83
ช32 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 25 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 84
ช33 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 85
ช34 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 86
ช35 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 87
ช36 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 88
ช37 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 89
ช38 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อ ที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 90
ช39 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อที่หมวกดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 91
ช40 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อที่ก้านดอกของเห็ดนางรมที่เก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 92

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช41 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 93
ช42 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 94
ช43 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 95
ช44 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 96
ช45 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 97
ช46 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 98
ช47 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 99
ช48 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่า CFU ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช49 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 101
ช50 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 102
ช51 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 103
ช52 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 104
ช53 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 105
ช54 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 106
ช55 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 107
ช56 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง
ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง
ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 108

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช57 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 109
ช58 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 110
ช59 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 111
ช60 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 112
ช61 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 113
ช62 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 114
ช63 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 115
ช64 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 116

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช65 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 117
ช66 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 118
ช67 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 119
ช68 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 120
ช69 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 121
ช70 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 122
ช71 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของครีบดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 123
ช72 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสว่างของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสง ด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง ร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 124

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช73 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 125
ช74 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา 126
ช75 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 127
ช76 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา 128
ช77 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 129
ช78 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา 130
ช79 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 131
ช80 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา 132

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช81 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 133
ช82 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา 134
ช83 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 135
ช84 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา 136
ช85 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 137
ช86 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 14 ของการเก็บรักษา 138
ช87 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของหมวกดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 139
ช88 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความแน่นเนื้อของก้านดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสงร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา 140

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ช89 วิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเลคโตรไลต์ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ 60 นาที และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง 141
ช90 วิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเลคโตรไลต์ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ 60 นาที และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง เมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมง 142
ช91 วิเคราะห์เปรียบเทียบเปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเลคโตรไลต์ของดอกเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงด้วยหลอดที่เคลือบไททาเนียมไดออกไซด์ 60 นาที และเห็ดนางรมที่ไม่ได้ผ่านการฉายแสง เมื่อเวลาผ่านไป 3 ชั่วโมง 143

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

รูป		หน้า
2.1	รูปวงชีวิตของเห็ดนางรม	4
2.2	เห็ดนางรมพันธุ์สีขาว เพาะบนก้อนขี้เลื่อย	5
2.3	เห็ดนางรมพันธุ์สีเทา	6
2.4	โฟโตคาตาไลติกของไททาเนียมไดออกไซด์	9
2.5	โครงสร้าง รูไทล์ และอานาเทส	10
2.6	การเข้าทำลายเชื้อ *E. coli* ของประจุลบที่เกิดจากไททาเนียมไดออกไซด์ แถวบน เป็นขั้นตอนการทำงานของประจุลบในการฆ่าเชื้อ *E. coli* และแถวล่างแสดงภาพขยายของการเข้าทำลาย	11
3.1	หลอดไฟที่เคลือบด้วยไททาเนียมไดออกไซด์ ยี่ห้อ O-ZONE ขนาด 23 WATT 2700° KELVIN ให้แสงสว่าง 1575 lumens (146.38 lux)	16
4.1	ผลของอุณหภูมิต่อค่าความสว่างบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรม	19
4.2	ผลของอุณหภูมิต่อค่าความสว่างบริเวณครีบดอกเห็ดนางรม	19
4.3	ผลของอุณหภูมิต่อค่าความสว่างบริเวณก้านดอกเห็ดนางรม	20
4.4	กลุ่มของเส้นใยสีขาวที่เกิดบนเห็ดนางรมที่เสื่อมสภาพ	20
4.5	ผลของอุณหภูมิต่อค่าความแน่นเนื้อบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรม	21
4.6	ผลของอุณหภูมิต่อค่าความแน่นเนื้อบริเวณก้านดอกเห็ดนางรม	22
4.7	CFU/g ของจุลินทรีย์บนเห็ดนางรม (*Pleurotus ostreatus*) หลังจากฉายแสงผ่านหลอดไฟที่เคลือบไททเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) เป็นเวลา 0, 30 และ 60 นาที	23
4.8	เนื้อเยื่อที่ผิวหมวกดอกของเห็ดนางรมที่ผ่านการฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไททเนียมไดออกไซด์	23
4.9	เนื้อเยื่อที่ผิวหมวกดอกเห็ดนางรมที่ไม่ผ่านการฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไททเนียมไดออกไซด์	24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
4.10	ปริมาณจุลินทรีย์ในวันต่างๆ บนเห็ดนางรมหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4 องศาเซลเซียส	25
4.11	ผลหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อค่าความสว่างบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรม	26
4.12	ผลหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อค่าความสว่างบริเวณครีบดอกเห็ดนางรม	26
4.13	ผลหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อค่าความสว่างบริเวณก้านดอกเห็ดนางรม	27
4.14	ผลหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อค่าความแน่นเนื้อบริเวณหมวกดอกเห็ดนางรม	28
4.15	ผลหลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์ ที่ 60 นาที แล้วจึงนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ต่อค่าความแน่นเนื้อบริเวณก้านดอกเห็ดนางรม	28
4.16	เปอร์เซนต์การรั่วไหลของสารอิเล็กโตรไลต์ที่ชั่วโมงต่างๆ หลังจากฉายแสงโดยใช้หลอดเคลือบไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นเวลา 60 นาที	29
ก	เครื่องวัดสี (Color meter “Hunterlab” รุ่น Color Quest XE)	39
ข	เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Texture analyser รุ่น TA-Xii / 50)	41
ค	เครื่องวัด Electrolyte leakage	43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved