



บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. การศึกษาและเก็บสำรวจรวบรวมข้อมูลของเชื้อราปนเปื้อนตลอดกระบวนการผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมคอย

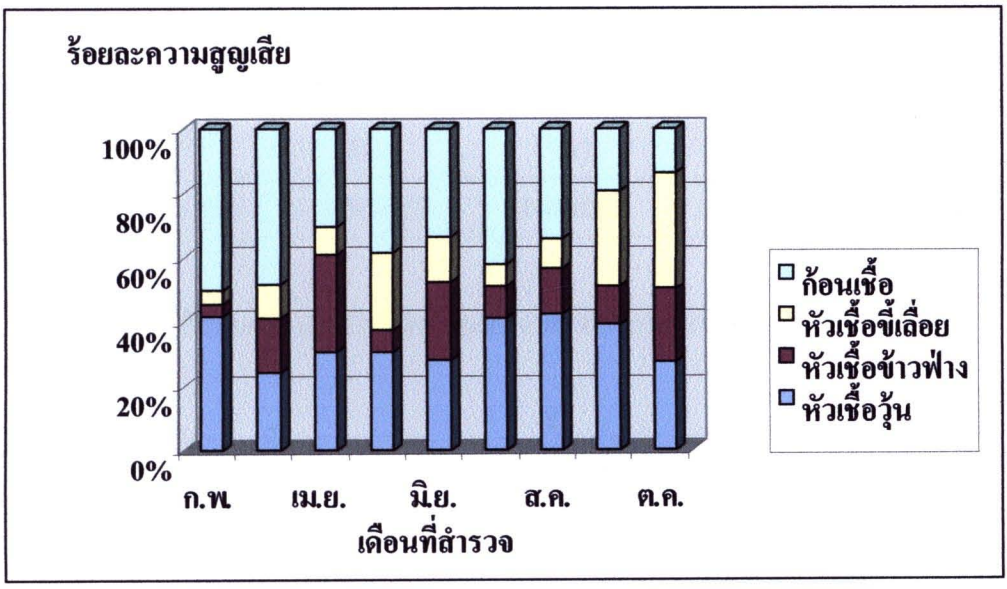
กระบวนการผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมคอยแบบครบวงจรตามหลักนั้นประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนใหญ่ คือ ขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อวุ้น ขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อข้าวฟ่าง ขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อขี้เลื่อย และขั้นตอนการผลิตก้อนเชื้อ โดยแต่ละขั้นตอนการผลิตเห็ดเชื้อราปนเปื้อนสามารถสร้างความเสียหายได้ในทุกขั้นตอน จึงมีการสำรวจเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชื้อราปนเปื้อนตลอดกระบวนการผลิตเห็ดขึ้นเป็นจำนวน 274 ครั้ง รวมทั้งหมด 39,220 ชิ้น พบความเสียหายทั้งสิ้น 9,219 ชิ้น หลังจากนั้นจึงสุ่มเลือกเพื่อทำการศึกษาชนิดและลักษณะของการปนเปื้อนต่อไป (ตาราง 4.1) (ภาคผนวก ก)

ตาราง 4.1 จำนวนวัสดุจากการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ - ตุลาคม 2551 (9 เดือน)

ชนิดของวัสดุ	จำนวนครั้ง (จำนวนวัสดุ/ครั้ง)	จำนวน สำรวจ	จำนวน สูญเสีย	จำนวน สุ่มเลือก
หัวเชื้อวุ้น	68(20)	1,360	355	30
หัวเชื้อข้าวฟ่าง	68(90)	6,120	729	30
หัวเชื้อขี้เลื่อย	69(60)	4,140	480	30
ก้อนเชื้อ	69(400)	27,600	7,655	60
รวม	274(570)	39,220	9,219	150

พบว่า เชื้อราปนเปื้อนสร้างความเสียหายขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อวันและขั้นตอนการผลิตก่อนเชื้อในเดือนกุมภาพันธ์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 49 และ 59 ตามลำดับ ส่วนขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อข้าวฟ่างพบมากที่สุดเดือนเมษายนคิดเป็นร้อยละ 21 และขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อขี้เลื่อยมากที่สุดในเดือนตุลาคมคิดเป็นร้อยละ 32 (ภาพ 4.1)

ภาพ 4.1 ร้อยละของจำนวนวัสดุที่ได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตเห็ด



จากการแยกเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดคานางิและเห็ดนางรมคอบได้เชื้อปนเปื้อนจำนวนทั้งสิ้น 9,219 isolate ได้เชื้อราปนเปื้อนที่แตกต่างกันโดยเชื้อราปนเปื้อนที่พบส่วนใหญ่คือ *Aspergillus* sp. คิดเป็น 47 % ซึ่งสร้างความเสียหายต่อขั้นตอนการผลิตเห็ดมากที่สุดทุกขั้นตอน ลำดับรองลงมาคือ *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Trichoderma* sp. และ *Monilia* sp. คิดเป็น 38 %, 7 %, 4 % และ 3 % ตามลำดับ (ตาราง 4.2)

ตาราง 4.2 ร้อยละความเสียหายจากเชื้อปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิตเห็ดเป็นเวลา 9 เดือน

ชนิดเชื้อสาเหตุ (Genus)	วัสดุที่ได้รับความเสียหาย(%)				รวมวัสดุ ที่สูญเสีย(%)
	หัวเชื้อวุ้น	หัวเชื้อข้าวฟ่าง	หัวเชื้อขี้เลื่อย	ก้อนเชื้อ	
<i>Aspergillus</i> sp.*	167(47)	320(44)	235(49)	3,597(47)	4,319(47)
<i>Penicillium</i> sp.	146(41)	291(40)	196(41)	2,908(38)	3,541(38)
<i>Rhizopus</i> sp.	11(3)	8(1)	11(2)	613(8)	643(7)
<i>Trichoderma</i> sp.	25(7)	29(4)	19(4)	306(4)	379(4)
<i>Monilia</i> sp.	3(1)	73(10)	14(3)	153(2)	243(3)
Others	3(1)	8(1)	5(1)	78(1)	94(1)
รวม	355(100)	729(100)	480(100)	7,655(100)	9,219(100)

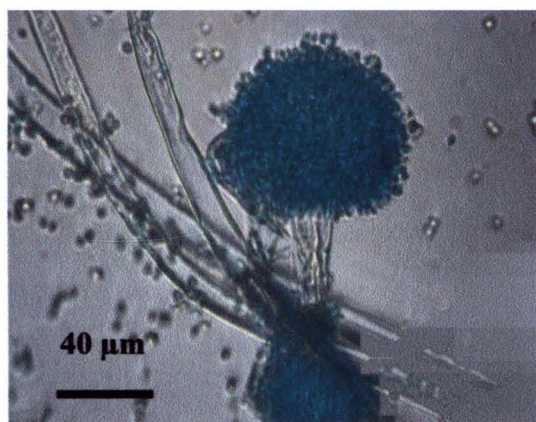
* เชื้อที่สามารถพบได้บ่อยครั้งและสร้างความเสียหายต่อกระบวนการผลิตมาก

จากการตรวจสอบโดยสุ่มเลือกตามลักษณะการปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้น หัวเชื้อข้าวฟ่าง หัวเชื้อขี้เลื่อย และก้อนเชื้อ นำมาศึกษาจำนวน 30, 30, 30 และ 60 isolate ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 150 isolate สามารถทราบถึงชนิดของเชื้อราปนเปื้อนทั้ง 10 ชนิด ดังนี้

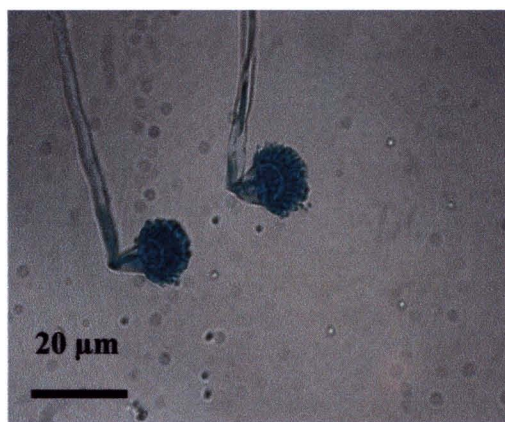
- 1. *Aspergillus fumigatus*
- 2. *A. sclerotiorum*
- 3. *Aspergillus* sp.
- 4. *Botryodiplodia* sp.
- 5. *Trichoderma atroviride*
- 6. *T. viride*
- 7. *Monilia* sp.
- 8. *Rhizopus stolonifer*
- 9. *Penicillium citrinum*
- 10. *Penicillium* sp.

ตาราง 4.3 ลักษณะของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดชานจิและเห็ดนางรมคอย

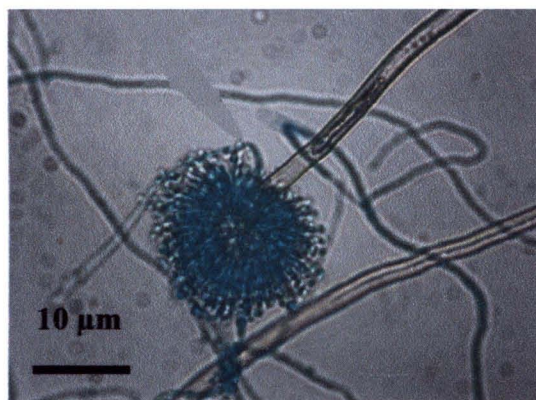
อนุกรมวิธาน	เชื้อรา	ลักษณะสัณฐานวิทยา	Isolate	ภาพ
Class : Eurotiomycetes Order : Eurotiales Family : Trichocomaceae	<i>A. fumigatus</i> Fresen.	conidial head	AG2	(4.3.1)
	<i>A. sclerotiorum</i> G.A. Huber	conidial head	AG23	(4.3.2)
	<i>Aspergillus</i> sp.	conidiophore และ conidial head	AG19	(4.3.3)
Class : Ascomycetes Order : Dothideales Family : Botryosphaeriaceae	<i>Botryodiplodia</i> sp.	mycelia	AG13	(4.3.4)
Class : Sordariomycetes Order : Hypocreales Family : Hypocreaceae	<i>T. atroviride</i> Bissett	conidiophore และ conidial head	AG27	(4.3.5)
	<i>Trichoderma virens</i>	clamydospore และ conidia	AG6	(4.3.6)
Class : Discomycetes Order : Helotiales Family : sclerotiniaceae	<i>Monilia</i> sp.	conidia	AG3	(4.3.7)
Class : Mucormycotina Order : Mucorales Family : Mucoraceae	<i>Rhizopus stolonifer</i>	sporangium	AG10	(4.3.8)
Class : Eurotiomycetes Order : Eurotiales Family : Trichocomaceae	<i>Penicillium citrinum</i>	phialophore	AG29	(4.3.9)
	<i>Penicillium</i> sp.	conidiophore	AG26	(4.3.10)



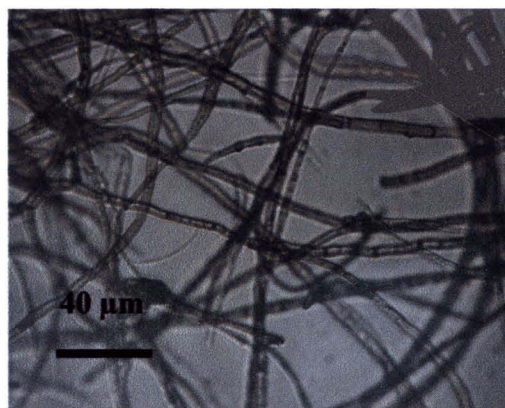
(4.3.1)



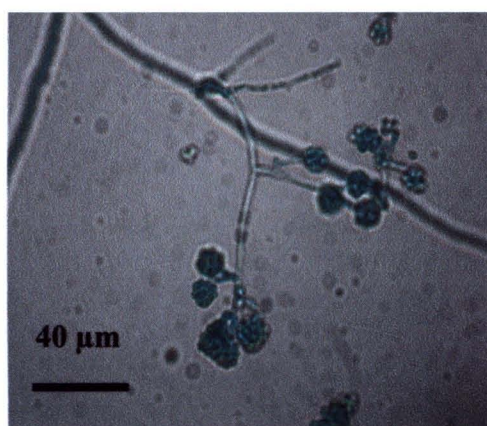
(4.3.2)



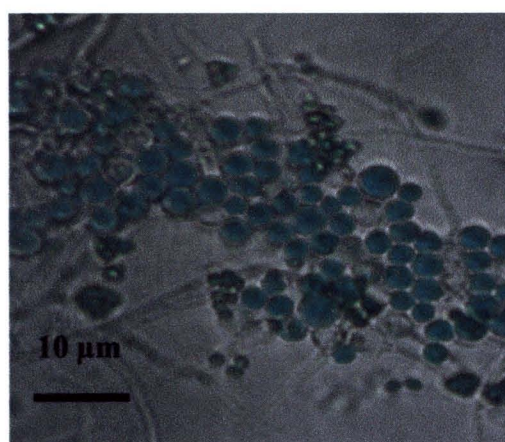
(4.3.3)



(4.3.4)

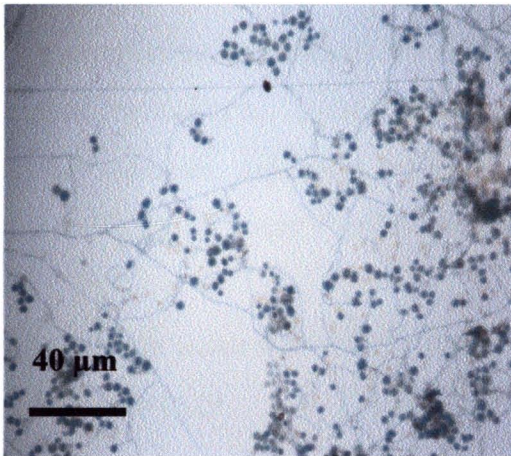


(4.3.5)

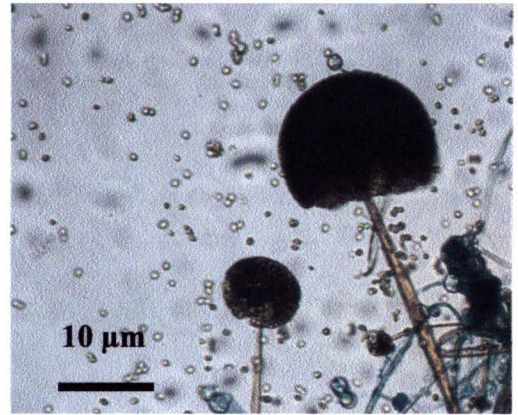


(4.3.6)

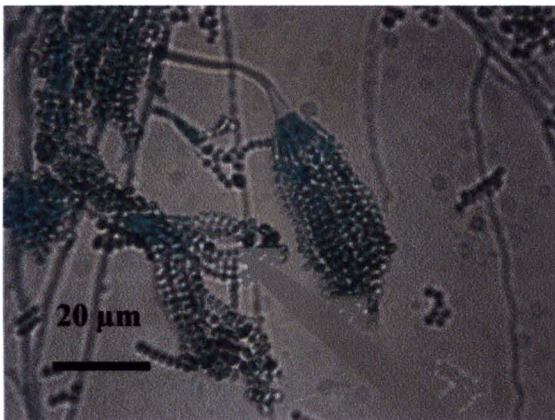
ภาพ 4.2 ลักษณะของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดขานางิและเห็ดนางรมคอก



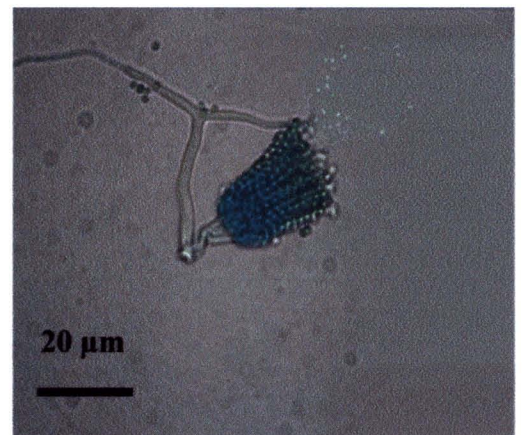
(4.3.7)



(4.3.8)



(4.3.9)



(4.3.10)

ภาพ 4.2 ลักษณะของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดชานาจิและเห็ดนางรมดอย (ต่อ)



จากการจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมคอย พบว่าจำนวน isolate ของเชื้อราปนเปื้อนที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Penicillium* sp., *Penicillium citrinum*, *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus stolonifer* และ *Trichoderma atroviride* จำนวน 46, 35, 22, 12 และ 7 isolate ตามลำดับ (ตาราง 4.4)

ตาราง 4.4 จำนวน isolate จากการจัดจำแนกชนิดของเชื้อราปนเปื้อนในแต่ละขั้นตอนการผลิตเห็ด (ภาคผนวก ก)

ชนิดของเชื้อ	หัวเชื้อวุ้น	หัวเชื้อข้าวฟ่าง	หัวเชื้อขี้เลื่อย	ก้อนเชื้อ	รวม
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5	3	3	11	22
<i>A. sclerotiorum</i>	2	1	1	2	6
<i>Aspergillus</i> sp.	1	1	1	2	5
<i>Botryodiplodia</i> sp.	1	1	1	2	5
<i>Penicillium citrinum</i>	9	6	4	16	35
<i>Penicillium</i> sp.	4	13	14	15	46
<i>Monilia</i> sp.	1	2	2	1	6
<i>Rhizopus stolonifer</i>	4	1	2	5	12
<i>Trichoderma atroviride</i>	1	1	1	4	7
<i>T. viride</i>	2	1	1	2	6
รวม	30	30	30	60	150

เชื้อราปนเปื้อนที่สามารถแยกได้จากลักษณะการปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อวุ้น ขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อข้าวฟ่าง ขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อขี้เลื่อย และขั้นตอนการผลิตก้อนเชื้อ สามารถจัดจำแนก และตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาจำนวนทั้งสิ้น 10 ชนิด ดัง (ตาราง 4.5)

ตาราง 4.5 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ด

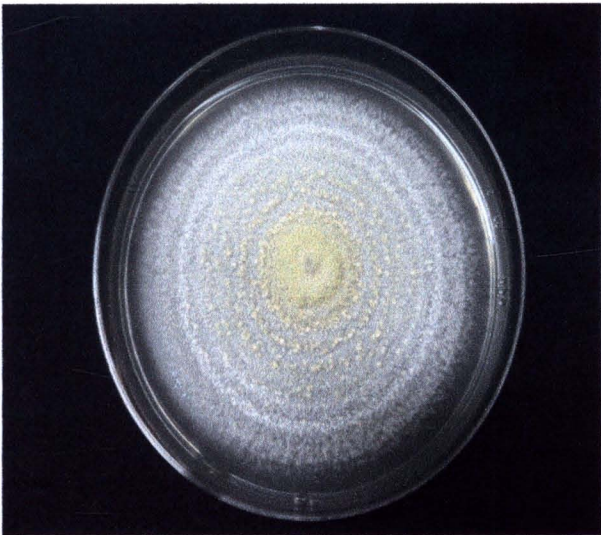
เชื้อราปนเปื้อน	Isolate	ขนาด เส้นใย (μm)	ขนาด สปอร์ (μm)	S	NS	HH	DH	ภาพ
<i>Aspergillus fumigatus</i>	AG2	10.5-16.8	2.8-3.2	✓	-	✓	-	(4.3.1)
<i>A. sclerotiorum</i>	AG23	2.1-6.2	2.0-3.6	✓	-	✓	-	(4.3.2)
<i>Aspergillus</i> sp.	AG19	10.2-14.1	3.1-4.2	✓	-	-	✓	(4.3.3)
<i>Botryodiplodia</i> sp.	AG13	11.3-18.8	3.8-4.6	✓	-	-	✓	(4.3.4)
<i>Penicillium citrinum</i>	AG27	3.0-4.1	1.1-3.2	✓	-	✓	-	(4.3.5)
<i>Penicillium</i> sp.	AG6	3.5-4.5	1.1-3.2	✓	-	✓	-	(4.3.6)
<i>Monilia</i> sp.	AG3	8.7-12.5	5.5-8.1	✓	-	-	✓	(4.3.7)
<i>Rhizopus stolonifer</i>	AG10	10.1--16	4.5-8.1	-	✓	-	✓	(4.3.8)
<i>Trichoderma atroviride</i>	AG29	3.2-4.3	1.1-4.2	✓	-	✓	-	(4.3.9)
<i>T. viride</i>	AG26	3.5-7.5	3.5-4.5	✓	-	✓	-	(4.3.10)

หมายเหตุ : S = มี Septate Hypha
 NS = มี Non-Septate Hypha
 HH = Hyaline Hypha
 DH = Dematiaceous Hypha

การศึกษาการเจริญของเชื้อราปนเปื้อนเพื่อเทียบกับระยะเวลาที่เชื้อสามารถเจริญจนเต็ม
 ภาชนะ จากการเลี้ยงเชื้อราปนเปื้อนแต่ละชนิดที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละลักษณะการปนเปื้อนใน
 กระบวนการผลิต แล้วแยกให้ได้เชื้อบริสุทธิ์แบบ single colony บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ พบว่า
 เชื้อราปนเปื้อนที่สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างความเสียหายมากต่อการผลิตหัวเชื้อวุ้นโดย
 สามารถเจริญขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร ภายในระยะเวลา 16 วัน ได้แก่
Monilia sp., *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus* sp., *Thichoderma viride* และ *Penicillium* sp.
 ตามลำดับ (ตาราง 4.6) (ภาพ 4.3)

ตาราง 4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นในงานเพาะเชื้อขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร

ชนิดของเชื้อ	ระยะเวลาในการเพาะเลี้ยง (วัน)					Isolate
	2	4	8	12	16	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1.8	2.6	3.3	4.4	5.3	AG2
<i>A. sclerotiorum</i>	1.3	2.6	3.4	4.2	5.0	AG23
<i>Aspergillus</i> sp.	2.1	4.6	6.4	8.1	9.0	AG19
<i>Botryodiplodia</i> sp.	0.3	0.7	0.9	1.1	1.5	AG13
<i>Penicillium citrinum</i>	1.2	2.6	3.3	4.1	4.9	AG27
<i>Penicillium</i> sp.	1.9	2.5	3.0	3.7	4.9	AG6
<i>Monilia</i> sp.	2.6	9.0	-	-	-	AG3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2.9	6.4	9.0	-	-	AG10
<i>Trichoderma atroviride</i>	1.8	2.2	3.1	4.0	4.8	AG29
<i>T. viride</i>	1.1	2.8	4.7	6.5	8.3	AG26



ภาพ 4.3 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นบนงานเพาะเชื้อขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร

จากการเลี้ยงเชื้อราบนเป็อนแต่ละชนิดเพื่อศึกษาการเจริญเทียบกับระยะเวลาที่สามารถเจริญจนเต็มภาชนะ พบว่าเชื้อราบนเป็อนที่สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างความเสียหายมากต่อการผลิตหัวเชื้อข้าวฟ่างโดยเฉลี่ยจากชนิดเชื้อละ 6 ซ้ำ สามารถเจริญได้ 75-90 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 16 วัน ได้แก่ *Rhizopus stolonifer*, *Monilia* sp., *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus* sp., และ *T. viride* (ตาราง 4.7)



ตาราง 4.7 ร้อยละการเจริญของเชื้อบนเป็อนในหัวเชื้อข้าวฟ่าง

ชนิดของเชื้อ	ร้อยละของการเจริญในหัวเชื้อข้าวฟ่าง ที่ระยะเวลาต่างๆ (วัน)			Isolate
	4	8	16	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+	++	+++	SB4
<i>A. sclerotiorum</i>	+	++	++	SB30
<i>Aspergillus</i> sp.	+	++	+++	SB27
<i>Botryodiplodia</i> sp.	+	+	+	SB29
<i>Monilia</i> sp.	++	+++	+++	SB5
<i>Penicillium citrinum</i>	+	++	++	SB1
<i>Penicillium</i> sp.	+	++	++	SB3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	++	+++	+++	SB8
<i>Trichoderma atroviride</i>	+	++	++	SB18
<i>T. viride</i>	+	++	+++	SB22

*หมายเหตุ + 15-30 เปอร์เซ็นต์
 ++ 30-75 เปอร์เซ็นต์
 +++ 75-90 เปอร์เซ็นต์



(ก)



(ข)

ภาพ 4.4 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวด
ขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร

(ก) ++ 30-75 เปอร์เซ็นต์

(ข) +++ 75-90 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาการเจริญของเชื้อราปนเปื้อนเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้เจริญจนเต็มภาชนะ จากการ
เลี้ยงเชื้อราปนเปื้อนแต่ละชนิด พบว่าเชื้อราปนเปื้อนที่สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วและสร้างความ
เสียหายต่อหัวเชื้อขี้เลื่อย ภายในระยะเวลา 16 วัน ได้แก่ *Aspergillus fumigatus*, *Rhizopus stolonifer*,
Monilia sp. และ *Aspergillus* sp. สามารถเจริญได้ 75-90 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.8)

ตาราง 4.8 ร้อยละการเจริญของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อที่เลี้ยงเฉลี่ยจากชนิดเชื้อละ 6 ซ้ำ

ชนิดของเชื้อ	ร้อยละของการเจริญในหัวเชื้อที่เลี้ยงที่ระยะเวลาต่างๆ (วัน)			Isolate
	4	8	16	
<i>Aspergillus fumigatus</i>	+	++	+++	SD1
<i>A. sclerotiorum</i>	+	+	+	SD2
<i>Aspergillus</i> sp.	+	++	+++	SD3
<i>Botryodiplodia</i> sp.	+	+	+	SD4
<i>Monilia</i> sp.	++	+++	+++	SD7
<i>Penicillium citirinum</i>	+	+	+	SD5
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	SD8
<i>Rhizopus stolonifer</i>	++	++	++	SD6
<i>Trichoderma atroviride</i>	+	+	+	SD18
<i>T. viride</i>	+	++	+++	SD30

*หมายเหตุ + 15-30 เปอร์เซ็นต์
 ++ 30-75 เปอร์เซ็นต์
 +++ 75-90 เปอร์เซ็นต์



(ก)



(ข)

ภาพ 4.5 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวด
ขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร

(ก) ++ 30-75 เปอร์เซ็นต์

(ข) +++ 75-90 เปอร์เซ็นต์

2. การศึกษาผลของการปนเปื้อนในหัวเชื้อเห็ด

ผลการคัดเลือกเชื้อราปนเปื้อนตามเทคนิคและวิธีการที่เก็บรักษาไว้จากการรวบรวมเชื้อราที่
ปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดนางฟ้าและเห็ดนางรมคอกมาขยายเพิ่มปริมาณและเลี้ยงเชื้อใน
อาหารเลี้ยงเชื้อวุ้น จากนั้นปลูกเชื้อตั้งต้นที่แยกได้แต่ละชนิด ด้วยวิธี Dual Culture เกลี่ยจากชนิดเชื้อ
ละ 6 ซ้ำ พบว่า ผลของเชื้อราชนิดต่างๆต่อเชื้อเห็ดนางฟ้าและเห็ดนางรมคอก ในภาพรวมความ
หนาแน่นของเส้นใย การสร้าง conidia และความสามารถรุกรานจัดอยู่ในระดับ 3 คือ 60-90
เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.9) (ภาพ 4.6)

ตาราง 4.9 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นเห็ดคยานางิ (A) และเห็ดนางรมคอย (P)

ชนิดเชื้อปนเปื้อน	Isolate	ความหนาแน่น ของเส้นใย		การสร้าง conidia		ความสามารถ รุกราน	
		A	P	A	P	A	P
<i>Aspergillus fumigatus</i>	AG2	3	3	3	3	3	3
<i>A. sclerotiorum</i>	AG23	3	2	3	3	3	3
<i>Aspergillus</i> sp.	AG19	3	3	3	3	3	3
<i>Botryodiplodia</i> sp.	AG13	2	2	3	3	3	3
<i>Monilia</i> sp.	AG27	3	3	3	3	3	3
<i>Penicillium citrinum</i>	AG6	3	3	3	3	3	3
<i>Penicillium</i> sp.	AG3	3	3	3	3	3	3
<i>Rhizopus stolonifer</i>	AG10	2	2	2	2	2	3
<i>Trichoderma atroviride</i>	AG29	3	3	3	3	3	3
<i>T. viride</i>	AG26	3	3	3	3	3	3

* หมายเหตุ ระดับ 1 10-30 เปอร์เซ็นต์
 ระดับ 2 30-60 เปอร์เซ็นต์
 ระดับ 3 60-90 เปอร์เซ็นต์





(ก)



(ข)



(ค)

ภาพ 4.6 ลักษณะการรุกรานของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นภายในจานเพาะเชื้อความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร

(ก)	ระดับ	1	15-30 เพอร์เซ็นต์
(ข)	ระดับ	2	30-75 เพอร์เซ็นต์
(ค)	ระดับ	3	75-90 เพอร์เซ็นต์

ผลของเชื้อเห็ดยานจิต่อเชื้อราปนเปื้อนชนิดต่างๆในหัวเชื้อข้าวฟ่างส่วนใหญ่แล้ว พบว่า เชื้อราชนิดต่างๆ ต่อหัวเชื้อเห็ดยานจิในภาพรวมความหนาแน่นของเส้นใย การสร้าง conidia และความสามารถรุกรานจัดอยู่ในระดับ 3 คือ 30-60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการปนเปื้อนในหัวเชื้อเห็ดนางรมคอกมีความหนาแน่นของเส้นใย 10-30 เปอร์เซ็นต์ การสร้าง conidia 60-90 เปอร์เซ็นต์ และความสามารถรุกราน 30-60 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.10) (ภาพ 4.7)

ตาราง 4.10 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดยานจิ (A) และเห็ดนางรมคอก (P)

ชนิดเชื้อปนเปื้อน	Isolate	ความหนาแน่น		การสร้าง		ความสามารถ	
		ของเส้นใย		conidia		รุกราน	
		A	P	A	P	A	P
<i>Aspergillus fumigatus</i>	SB4	2	1	2	3	2	3
<i>A. sclerotiorum</i>	SB30	2	2	3	2	3	2
<i>Aspergillus</i> sp.	SB27	2	1	2	3	2	3
<i>Botryodiplodia</i> sp.	SB29	1	1	1	1	2	2
<i>Monilia</i> sp.	SB5	3	3	3	3	3	3
<i>Penicillium citirinum</i>	SB1	2	1	2	3	2	2
<i>Penicillium</i> sp.	SB3	2	1	2	3	2	2
<i>Rhizopus stolonifer</i>	SB8	1	1	3	3	3	3
<i>Trichoderma atroviride</i>	SB18	2	1	2	3	2	2
<i>T. viride</i>	SB22	1	1	1	3	2	3

*หมายเหตุ ระดับ 1 10-30 เปอร์เซ็นต์
 ระดับ 2 30-60 เปอร์เซ็นต์
 ระดับ 3 60-90 เปอร์เซ็นต์



(ก)



(ข)



(ค)



ภาพ 4.7 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวดขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร

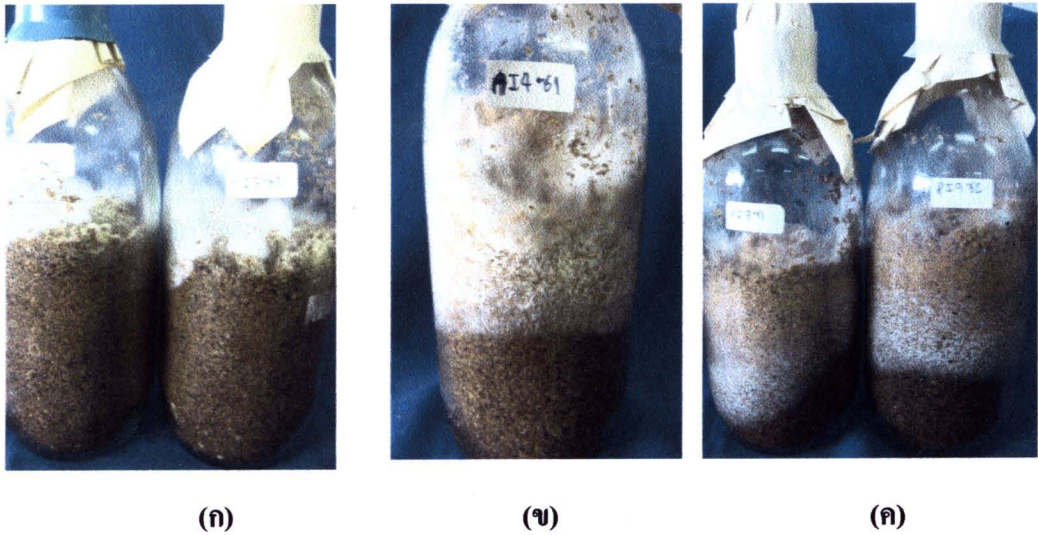
(ก)	ระดับ 1	15-30 เปอร์เซ็นต์
(ข)	ระดับ 2	30-75 เปอร์เซ็นต์
(ค)	ระดับ 3	75-90 เปอร์เซ็นต์

ผลของเชื้อเห็ดคานาจิต่อเชื้อราปนเปื้อนชนิดต่างๆในหัวเชื้อจี้เถื่อย พบว่าเชื้อราชนิดต่างๆต่อหัวเชื้อเห็ดคานาจิในภาพรวมความหนาแน่นของเส้นใย การสร้าง conidia และความสามารถรุกรานจัดอยู่ในระดับ 3 คือ 30-60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการปนเปื้อนในหัวเชื้อเห็ดคานาจิมีความหนาแน่นของเส้นใย 30-60 เปอร์เซ็นต์ การสร้าง conidia 30-60 เปอร์เซ็นต์ และความสามารถรุกราน 10-30 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 4.12) (ภาพ 4.8)

ตาราง 4.11 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อจุลินทรีย์เลี้ยงเห็ดคานางิ (A) และเห็ดนางรมคอบ (P)

ชนิดเชื้อปนเปื้อน	Isolate	ความหนาแน่น		การสร้าง		ความสามารถ	
		ของเส้นใย		conidia		รุกราน	
		A	P	A	P	A	P
<i>Aspergillus fumigatus</i>	SD1	2	2	3	2	2	2
<i>A. sclerotiorum</i>	SD2	1	1	2	1	3	1
<i>Aspergillus</i> sp.	SD3	2	2	3	2	2	2
<i>Botryodiplodia</i> sp.	SD4	1	1	2	1	3	1
<i>Monilia</i> sp.	SD7	2	2	2	2	2	3
<i>Penicillium citrinum</i>	SD5	2	1	3	2	2	1
<i>Penicillium</i> sp.	SD8	2	1	3	2	2	1
<i>Rhizopus stolonifer</i>	SD6	2	2	2	2	2	3
<i>Trichoderma atroviride</i>	SD18	2	1	3	2	2	1
<i>T. viride</i>	SD30	2	2	3	2	2	2

* หมายเหตุ	ระดับ 1	10-30 เปอร์เซ็นต์
	ระดับ 2	30-60 เปอร์เซ็นต์
	ระดับ 3	60-90 เปอร์เซ็นต์



ภาพ 4.8 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อจี้เกลียวภายในขวดขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร

(ก)	ระดับ	1	15-30 เปอร์เซ็นต์
(ข)	ระดับ	2	30-75 เปอร์เซ็นต์
(ค)	ระดับ	3	75-90 เปอร์เซ็นต์

3. การศึกษาผลของการปนเปื้อนต่อการให้ผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวและการป้องกันการเสียสภาพโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์

การเก็บดอกเห็ดนางรมคอกจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 พบว่าเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวเห็ดที่อายุ 4 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของ CaCl_2 0.5 % ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของช่อดอกเห็ดนางรมคอกมากที่สุดที่ระยะฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 1, 2 และ 3 วัน ได้น้ำหนักของผลผลิต 37.7, 26.8 และ 22.8 กรัม ตามลำดับ (ตาราง 4.12) และชุดควบคุมที่ได้จากค่าเฉลี่ยของผลผลิตจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ในระยะเส้นใย ที่ระยะเก็บเกี่ยวได้น้ำหนักของผลผลิต 34.2 กรัม ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ความเข้มข้น 1.0 % ที่ระยะฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 1, 2 และ 3 วัน ได้น้ำหนักของผลผลิต 66.3, 58.7 และ 50.8 กรัม ตามลำดับ และ ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อปกติที่ระยะเก็บเกี่ยว ได้น้ำหนักของผลผลิต 80.2 (การทดลองละ 6 ซ้ำ)

ตาราง 4.12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของช่อดอกเห็ดนางรมคอย (กรัม/ช่อดอก) ระยะเก็บเกี่ยวจาก
ก่อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ในระยะ
เส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ผลผลิตรุ่นแรก)

ความเข้มข้น CaCl_2 (%)	ระยะฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว(วัน)		
	1	2	3
0.5	37.7	26.8	22.8
1.0	37.0	25.9	22.3
1.5	35.5	25.9	22.3
2.0	29.6	25.4	21.7
2.5	29.3	25.0	21.1

จากการเก็บช่อดอกเห็ดนางรมคอยจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 พบว่าเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวเห็ดที่อายุ 4 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของ CaCl_2 0.5 % ที่ระยะ
ฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 1 วัน ได้น้ำหนักช่อดอกเห็ดขนาด เล็ก กลาง และใหญ่มากที่สุดคือ 3.5, 6.0 และ
11.4 กรัม ตามลำดับ และชุดควบคุมที่ได้จากค่าเฉลี่ยช่อดอกเห็ดจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย
Aspergillus fumigatus isolate AG2 ในระยะเส้นใย ที่ระยะเก็บเกี่ยว ได้น้ำหนักช่อดอกเห็ดขนาด เล็ก
กลาง และใหญ่ 1.5, 2.7 และ 3.7 กรัม ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยช่อดอกเห็ดจากก้อนเชื้อหลังการฉีดพ่นด้วย
 CaCl_2 ความเข้มข้น 1.0 % ที่ระยะฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว 1 วัน ได้น้ำหนักช่อดอกเห็ดขนาด เล็ก กลาง
และใหญ่ 4.8, 7.3 และ 10.9 กรัม ตามลำดับ และ ค่าเฉลี่ยช่อดอกเห็ดจากก้อนเชื้อปกติที่ระยะการเก็บ
เกี่ยว ได้น้ำหนักช่อดอกเห็ดขนาด เล็ก กลาง และใหญ่ 6.1, 8.4 และ 12.3 กรัม ตามลำดับ(การทดลองละ
6 ซ้ำ) (ตาราง 4.13) (ภาพ 4.9)

ตาราง 4.13 น้ำหนักของดอกเห็ดนางรมคอยระยะเก็บเกี่ยวจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ที่ความเข้มข้นต่างๆ ระยะ 1 วันก่อนการเก็บเกี่ยว (ผลผลิตรุ่นแรก)

ความเข้มข้นของ CaCl_2 (%)	ดอกเห็ด ขนาดต่างๆ	ระยะฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว(วัน)		
		1	2	3
0.5	เล็ก	3.5	2.9	2.3
	กลาง	6.0	4.2	2.8
	ใหญ่	11.4	6.3	5.5
1.0	เล็ก	3.3	2.7	1.7
	กลาง	4.5	4.1	2.4
	ใหญ่	10.3	5.9	3.9
1.5	เล็ก	3.2	2.0	1.6
	กลาง	4.2	3.8	2.3
	ใหญ่	7.8	5.6	3.5
2.0	เล็ก	2.9	1.5	1.6
	กลาง	4.0	3.3	2.3
	ใหญ่	7.2	4.9	3.2
2.5	เล็ก	2.4	1.0	1.5
	กลาง	3.9	3.0	2.3
	ใหญ่	6.8	4.2	3.0



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพ 4.9 ตัวอย่างของช่อดอกเห็ดนางรมคอยในแต่ละกรรมวิธีที่ระยะเก็บเกี่ยว

- (ก) ก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ระยะเส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2
- (ข) ก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ระยะเส้นใย
- (ค) ก้อนเชื้อหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ความเข้มข้น 1.0 %
- (ง) ก้อนเชื้อปกติ

การเก็บดอกเห็ดนางรมคอยทั้งในขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ จากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% และ 2.5% ระยะ 1, 2 และ 3 วันก่อนการเก็บเกี่ยว และวัดคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว (ภาพ 4.10) จากการเปลี่ยนแปลงของค่าความแน่นเนื้อและค่าความสว่าง เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวดอกเห็ดอายุ 4 วัน ระดับ



ความเข้มข้น CaCl_2 2.5% อายุการเก็บรักษา 4, 8 และ 12 วัน ที่ 4 °C พบว่าที่ระยะ 1 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ความแน่นเนื้อมีค่า 42, 38 และ 37 นิวตัน ความสว่าง มีค่า 82, 81 และ 81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ให้ผลดีที่สุด ลำดับรองลงมาคือที่ ระยะ 2 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ความแน่นเนื้อมีค่า 38, 35 และ 20 นิวตัน ความสว่างมีค่า 79, 78 และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ ระยะ 3 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ความแน่นเนื้อมีค่า 29, 27 และ 20 นิวตัน ความสว่างมีค่า 81, 76 และ 76 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และชุดควบคุมจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* ในระยะเส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ระยะเก็บเกี่ยว ความแน่นเนื้อมีค่า 21, 15 และ 13 นิวตัน ความสว่างมีค่า 75, 72 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* ในระยะเส้นใย ความแน่นเนื้อมีค่า 33, 22 และ 18 นิวตัน ความสว่างมีค่า 77, 77 และ 76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ ผลผลิตจากก้อนเชื้อปกติ ความแน่นเนื้อมีค่า 24, 21 และ 14 นิวตัน ความสว่างมีค่า 77, 74 และ 71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาคผนวก ง)



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพ 4.10 ตัวอย่างของดอกเห็ดนางรมคอยที่อายุการเก็บรักษา 12 วันอุณหภูมิ 4 °C

- (ก) ดอกเห็ดจากก้อนเชื้อหลังการฉีดพ่น CaCl_2 ความเข้มข้น 1.0 %
- (ข) ดอกเห็ดจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ในระยะเส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2
- (ค) ดอกเห็ดจากก้อนเชื้อปกติ

ตาราง 4.14 ค่าความแน่นเนื้อและความสว่างของดอกเห็ดนางรมคอยที่อายุการเก็บรักษาและอุณหภูมิต่างๆ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ขนาด จากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 2.5% ระยะ 1 วันก่อนการเก็บเกี่ยว เทียบกับชุดควบคุม

อุณหภูมิ (°C)	อายุการเก็บ รักษา (วัน)	Tr1*		Tr2**		Tr3***		Tr4****	
		F ⁺	L ⁺⁺	F ⁺	L ⁺⁺	F ⁺	L ⁺⁺	F ⁺	L ⁺⁺
4	4	42	82	21	75	33	77	24	77
	8	38	79	15	72	22	77	21	74
	12	37	77	13	72	18	76	14	71
10	4	29	81	13	74	29	74	23	74
	8	26	79	11	72	20	72	20	73
	12	25	77	7	71	16	72	14	71
15	4	27	81	13	75	27	73	21	75
	8	25	78	10	73	23	72	21	74
	12	23	76	6	72	19	70	13	73

* ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* ในระยะเส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 จำนวน 6 ชั่วโมง

** ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย *Aspergillus fumigatus* ในระยะเส้นใยจำนวน 6 ชั่วโมง

*** ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อหลังการฉีดพ่นด้วย CaCl_2 ความเข้มข้น 1.0 % จำนวน 6 ชั่วโมง

**** ค่าเฉลี่ยผลผลิตจากก้อนเชื้อปกติ จำนวน 6 ชั่วโมง

+ ความแน่นเนื้อ (Percentage)

++ ความสว่าง (Newton)