



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การศึกษาสารเคมีทดแทน SO_2 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไย
หลังการเก็บเกี่ยว

โดย นางสาวจิราภรณ์ สอดจิตร และ นายธีรพร กงบังเกิด

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาสารเคมีทดแทน SO₂ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยว

คณะผู้วิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิราภรณ์ สอดจิตร
2. ดร.ธีรพร กงบังเกิด

สังกัด

มหาวิทยาลัยนเรศวร
มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ชุดโครงการผลิตผลพืชสวน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการศึกษาศาธารเคมีทดแทน SO_2 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยว
ประสบผลสำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนทุนการวิจัย จากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อำนวยความสะดวกให้ใช้สถานที่และเครื่องมือในการวิจัย

(นางสาวจิราภรณ์ สอดจิตร์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

(นายธีรพร กงบังเกิด)

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

สิงหาคม 2545

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการยืดอายุเก็บรักษาลำไยสดถูกห้ามในหลายประเทศ เนื่องจากมีสารตกค้างทั้งบนเปลือกและในผลซึ่งอาจทำให้เกิดอันตราย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาสารเคมีหรือวิธีการอื่นๆ มาทดแทนเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาสารเคมีในกลุ่มวัตถุกันเสียในอาหาร 6 ชนิดได้แก่ โปดัสเซียมอะซิเตต โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมโพรพิโอเนต โพรพิลพาราเบน โปดัสเซียมซอร์เบต และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่า สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ จึงคัดเลือกสารทั้งสองชนิดไปใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยวทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์

Abstract

Presently, the use of SO₂ to preserve fresh longan is banned in many countries. So that there is a need to find out some other chemicals or methods to extend shelf – life of longan. The objective of this research is to study SO₂ – substituted chemicals for fungal inhibition in culture media. Six GRAS chemicals (potassium acetate , sodium benzoate , sodium propionate , propyl paraben , potassium sorbate and sodium metabisulfite) with various concentrations , were screened for inhibitory effect of *Penicillium* sp. and *Botryodiplodia* sp. on potato dextrose agar. It is found that 750 mg / kg propyl paraben and 1250 mg / kg sodium metabisulfite shown the most inhibitory effect in both fungi. Therefore , they were selected to study with fresh longan in the next experiment.

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
แผนงานวิจัย	6
ผลการทดลองและวิจารณ์	7
สรุป	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	36

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมอะซิเตตต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	8
2	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอตต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	11
3	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมโพรปีโอเนตต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	12
4	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโพรพิลพาราเบนต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	12
5	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมซอร์เบตต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	13
6	กราฟผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ต่อการเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. และ <i>Botryodiplodia</i> sp.	14
7	ประสิทธิภาพของโปตัสเซียมอะซิเตตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	30
8	ประสิทธิภาพของโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	30
9	ประสิทธิภาพของโซเดียมโพรปีโอเนตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	31
10	ประสิทธิภาพของโพรพิลพาราเบนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	31
11	ประสิทธิภาพของโปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	32
12	ประสิทธิภาพของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการงอกของสปอร์ <i>Penicillium</i> sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ	32

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โปตัสเซียมอะซิเตตต่างกัน	16
2	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โปตัสเซียมอะซิเตตต่างกัน	17
3	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โซเดียมเบนโซเอตต่างกัน	18
4	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โซเดียมเบนโซเอตต่างกัน	19
5	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียม โพรปีโอเนตต่างกัน	20
6	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โซเดียมโพรปีโอเนตต่างกัน	21
7	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสารโพรฟิล พาราเบนต่างกัน	22
8	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โพรฟิลพาราเบนต่างกัน	23
9	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสารโปตัสเซียม ซอร์เบตต่างกัน	24
10	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โปตัสเซียมซอร์เบตต่างกัน	25
11	การเจริญของเชื้อ <i>Penicillium</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียม เมตาไบซัลไฟท์ต่างกัน	26
12	การเจริญของเชื้อ <i>Botryodiplodia</i> sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียม เมตาไบซัลไฟท์ต่างกัน	27

บทนำ

ลำไย (*Euphoria longan*) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญ ซึ่งในแต่ละปีจะมีผลิผลลำไยออกสู่ตลาดในเดือนกรกฎาคม – กันยายน เพื่อส่งออกและบริโภคภายในประเทศ การส่งลำไยไปจำหน่ายต่างประเทศนั้น รัฐบาลได้ให้การส่งเสริมการตลาดอย่างจริงจัง จึงกล่าวได้ว่าลำไยเป็นผลไม้ที่ประสบความสำเร็จในการส่งออกต่างประเทศมากที่สุด จัดอยู่ 1 ใน 10 ของสินค้าเกษตรที่ส่งออกในปี พ.ศ. 2543 มีการส่งออกลำไยหลังการเก็บเกี่ยวปริมาณ 97,357 ตัน คิดเป็นมูลค่า 2,055.86 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มจากปี พ.ศ. 2542 ที่ส่งออกในปริมาณ 44,746 ตัน มูลค่า 1,191.85 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (oae.go.th) โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร) จะเห็นได้ว่าการส่งออกลำไยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้น จากปัญหาการเน่าเสียของลำไยด้วยข้อจำกัดของอายุการเก็บที่สั้น ดังนั้น จึงได้มีการคิดค้นวิธีการที่จะปรับปรุงและรักษาคุณภาพของลำไยให้คงอยู่ในสภาพเดิมได้นานขึ้น กรรมวิธีที่นิยมใช้กันมากคือ การรมควันด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (พรรัตน์และคณะ , 2540)

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide , SO_2) เป็นวัตถุกันเสียที่อยู่ในกลุ่มวัตถุเจือปนอาหาร (อุดมเกียรติ , 2534) มีคุณสมบัติในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลของอาหารหรือเป็น reducing agent ทำให้มีสมบัติในการฟอกสี (ไพบูลย์ , 2532) ผู้ประกอบการส่วนใหญ่นิยมใช้รมควันลำไยเพื่อส่งออก แต่การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในปริมาณมากจะทำให้มีสารตกค้างในเปลือกและเนื้อลำไยมากกว่าปริมาณกำหนด จากการสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไยของพรรัตน์และคณะ (2540) พบว่าลำไยส่งออกจำนวน 81 ตัวอย่าง มีการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเปลือกร้อยละ 55.6 ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินกำหนดมาตรฐาน คือมากกว่า 350 ppm โดยพบว่ามีตัวอย่างที่มีการตกค้างในเนื้อคิดเป็นร้อยละ 25.9 ส่วนลำไยที่บริโภคภายในประเทศพบที่มีการตกค้างในเปลือกร้อยละ 25 และทุกตัวอย่างมีปริมาณมากกว่า 350 ppm ส่วนในเนื้อลำไยก็มีการตกค้างเช่นกันคิดเป็นร้อยละ 10 จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีปัญหาในเรื่องปริมาณการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์มากเกินไปเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ในอนาคตอันใกล้ ประเทศไทยยังต้องเตรียมการเพื่อรองรับการค้าเสรีที่จะเกิดขึ้น ตลอดจนมีการกีดกันทางการค้าที่ว่าด้วยกฎระเบียบระหว่างประเทศรวมทั้งคุณภาพของสินค้า ซึ่งตลาดโลกกำหนด ดังนั้นจึงควรมีการลดปริมาณการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือหาสารเคมีชนิดอื่นๆ ขึ้นมาเพื่อทดแทนสารดังกล่าว รวมทั้งวิธีการจัดการผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องจะช่วยคงคุณภาพเดิมของลำไยไว้ได้มากที่สุด เพื่อให้ผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศได้บริโภคลำไยที่มีรสชาติ คุณค่าทางอาหาร และลักษณะปรากฏใกล้เคียงกับลำไยที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ การจัดการผลิต

ผลให้ถูกต้องจะช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีจะมีช่องทางการจำหน่ายมากขึ้น และโอกาสการขยายตลาดดีขึ้น

การตรวจเอกสาร

วัตถุกันเสีย เป็นสารเคมีหรือของผสมของสารประกอบทางเคมี ที่ช่วยถนอมหรือยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร หรือเป็นสารที่ช่วยในการยับยั้งการเจริญ หรือทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสีย วัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอาหารมีหลายชนิดที่สำคัญ เช่น

โปตัสเซียมอะซิเตท (Potassium acetate) มีประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ได้สูงที่ pH ของอาหารต่ำๆ สามารถยับยั้งการเจริญของ *Salmonella aertryce* ที่ pH 4.9 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 0.04 % และ *Aspergillus niger* ที่ pH 4.1 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 0.27 % *Phytomonas phaseoli* ที่ pH 5.2 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 0.02 % เป็นต้น สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ พบว่าการบริโภคในปริมาณสูงมากๆ จะทำให้กระเพาะอาหารและลำไส้เป็นแผล แต่การใช้ในปริมาณสูงสุดที่กฎหมายอาหารกำหนดไม่พบว่าจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารแล้วแต่ความเหมาะสมของอาหารแต่ละชนิด

โปตัสเซียมเบนโซเอต (Potassium benzoate) เป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น โดยจะมีประสิทธิภาพสูงที่ pH 4 หรือต่ำกว่า สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus niger* ที่ pH 5.0 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 2,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร *Mucor racemosus* ที่ pH 5.0 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 1,200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และ *Penicillium glaucum* ที่ pH 4.5 ความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งได้ 600-800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เป็นต้น สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าไม่สะสมในร่างกาย เนื่องจากร่างกายมีกลไกขจัดความเป็นพิษ ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถใช้ร่วมกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น

แคลเซียมโพรพิโอเนต (Calcium propionate) เป็นวัตถุกันเสียที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ในช่วง pH ต่ำกว่า 5.0 จนถึง 5 นิยมใช้ในอาหารประเภทผลิตภัณฑ์เนยแข็งชนิดต่างๆ และน้ำหวาน ผักและผลไม้แห้ง เนื่องจากวัตถุกันเสียชนิดนี้มีกลิ่นคล้ายเนยแข็ง นอกจากจะใช้เติมลงไปในอาหารโดยตรงแล้วยังนิยมใช้เคลือบภาชนะบรรจุ หรือพ่นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าไม่สะสมในร่างกาย เนื่องจากร่างกายมีกลไกขจัดความเป็นพิษ และปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

โพรพิลพาราเบน (Propyl paraben) เป็นวัตถุกันเสียที่มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อราและยีสต์ได้ดีกว่าเบคทีเรีย มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในช่วง pH กว้างคือตั้งแต่ 2-9 และ ขึ้นกับความยาวของ chain ถ้า chain ยาวความสามารถในการยับยั้งจะเพิ่มสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการละลายจะลดลง ฉะนั้นในทางปฏิบัตินิยมใช้พาราเบน chain ยาว ผสมกับ chain สั้น ความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เช่น propyl paraben 0.02 % หรือ methyl paraben 0.1 % สามารถยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus niger* ATCC 10254 propyl paraben 0.0063 % หรือ methyl paraben 0.05 % สามารถยับยั้งการเจริญของ *Penicillium digitatum* ATCC 10030 เป็นต้น สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าไม่สะสมในร่างกาย เนื่องจากร่างกายมีกลไกกำจัดความเป็นพิษ ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

โปตัสเซียมซอร์เบต (Potassium sorbate) เป็นวัตถุกันเสียอีกชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่นรส ไม่ทำให้กลิ่นของอาหารเปลี่ยนแปลงและจะมีประสิทธิภาพสูงเมื่อ pH 6.5 หรือต่ำกว่า โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าไม่สะสมในร่างกายและมีความเป็นพิษน้อยกว่าสารชนิดอื่นที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร อาจใช้ร่วมกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น (ศิวาพร , 2529)

โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (Sodium metabisulfite) เป็นวัตถุกันเสียในรูปเกลือซัลไฟท์ซึ่งนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากสามารถยับยั้งปฏิกิริยาสีน้ำตาล และการเจริญของจุลินทรีย์ได้ โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเบคทีเรียได้ดีกว่ายีสต์และรา นิยมใช้ในอาหารประเภท น้ำผลไม้ ผักและผลไม้แห้ง และอุตสาหกรรมไวน์ มีการทดลองนำแอปเปิ้ลมาจุ่มในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 0.25 % แล้วตามด้วยการแช่ในสารละลายโซเดียมไบฟอสเฟตเข้มข้น 0.2 % พบว่าสามารถรักษาสีของผลิตภัณฑ์ได้ดี สำหรับอันตรายที่จะได้รับจากสารชนิดนี้ จากการทดลองพบว่าหากใช้ในปริมาณสูงเกินไปจะไปลดประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและไขมันของร่างกาย ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในผักและผลไม้แห้งไม่เกิน 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และอาจใช้ร่วมกับวัตถุกันเสียชนิดอื่น (จิราภรณ์ , 2542)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัลปพฤกษ์ (2534) ได้ทำการศึกษาการใช้สารเคมี การใช้ฟิล์มพลาสติก การลดอุณหภูมิ และการเก็บรักษาเพื่อลดการเน่าเสียและการเกิดสีน้ำตาลของผลลั่นจี่หลายพันธุ์ พบว่าผลลั่นจี่ที่จุ่มในสารละลายเบนโนมิล 500 มิลลิกรัม/ลิตร มีอุณหภูมิ 52 องศาเซลเซียส และบอเร็ท 50 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถควบคุมโรคผลเน่าได้แต่ลดการเกิดสีน้ำตาลของผิวผลได้ไม่ดี ขณะที่บอเร็ท

ให้ผลดีน้อยกว่าในการควบคุมการเน่าเสียของผล แต่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่า การศึกษาการใช้ฟิล์มพลาสติกพีอี (Polyethylene , PE) พีพี (Polypropylene , PP) และพีวีซี (Polyvinylchloride , PVC) ห่อผลลิ้นจี่ร่วมกับการใช้สารละลายบอแรท 50 มิลลิกรัม/ลิตร และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4.5 องศาเซลเซียส พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ห่อด้วยพลาสติกชนิดพีอีมีการสูญเสียน้ำหนักและการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด การเคลือบผิวผลลิ้นจี่ด้วยสารเคลือบผิว Sta Fresh # 360 ผลปรากฏว่าสารเคลือบผิวไม่สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลและยังทำให้ผลลิ้นจี่เสื่อมสภาพได้เร็วกว่าที่ไม่ได้เคลือบผิว การจุ่มผลลิ้นจี่ใน HCl และ H₂SO₄ ที่ pH 0.6, 0.4, และ 0.2 นาน 5 10 และ 15 นาที พบว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มลงใน H₂SO₄ ที่ pH 0.2 นาน 15 นาที เกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มใน HCl และ H₂SO₄ ที่ระดับ pH และระยะเวลาอื่นๆ การศึกษาการลดอุณหภูมิโดยวิธีน้ำเย็น และห้องเย็น เพื่อให้อุณหภูมิภายในผลลดลงถึง 5 องศาเซลเซียส พบว่า น้ำเย็นช่วยลดอุณหภูมิของผลลิ้นจี่ได้เร็วกว่าห้องเย็น

กัลยา (2540) ศึกษาผลของสารประกอบคาร์บอนเตตระไฮไดรด์และไบคาร์บอนเตตระไฮไดรด์ของโพแทสเซียม โซเดียม และ แอมโมเนียมต่อการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. บนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว พบว่ามีผลทำให้เส้นใยของเชื้อราทั้งสองชนิดหยุดการเจริญเติบโต การศึกษาผลของสารโพแทสเซียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต แอมโมเนียมคาร์บอเนต และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต ความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 มิลลิโมล (mM) ที่มีต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลลำไยพันธุ์ดอ พบว่า การจุ่มสารดังกล่าวทำให้ผลลำไยเกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกด้านนอกเป็นสีน้ำตาลเร็วขึ้น

ชิง ชิง (2535) ศึกษาการรมควันซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก โดยใช้อัตราส่วนของปริมาตรที่ว่างของห้องรมควันต่อน้ำหนักของลำไยเท่ากับ 5:1 พบว่าผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อการเจริญของเชื้อราบนเปลือก ความเสียหายของเปลือกจากซัลเฟอร์ไดออกไซด์และปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ตกค้างขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ อัตราการรมควันของลำไยพันธุ์ดอ และพันธุ์เบ๊ยวเขียวใช้ 200-300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ml/kg) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในการรมควันจะถูกดูดซับโดยผลไม้ 30-65 % ระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา คือ 200-300 ppm โดยเทียบจากน้ำหนักทั้งผล ภายหลังจากการรมควันระดับของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เปลือกจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 2 วันแรก และพบปริมาณของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเนื้อปริมาณน้อยมาก

บริندا (2534) ทำการทดลองเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 10 15 และ 20 วัน พบว่า ที่อุณหภูมิ 1 และ 5 องศาเซลเซียส สีเปลือกของลำไยบางผลเข้มขึ้นและเนื้อเป็นสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน เมื่อย้ายผลลำไยออกมาเก็บต่อที่อุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 27 °C) เป็นเวลาอีก 2 วัน พบว่า มีราสีขาวเกิดขึ้นที่เปลือกประมาณ 30 % ส่วนคุณภาพภายในเมื่อเปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าลำไยที่ย้ายมาที่อุณหภูมิห้องมีรสชาติดีขึ้น

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (soluble solids) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนความแน่นเนื้อ ปริมาณวิตามินซี และน้ำหนักของผลลำไยลดลงเพียงเล็กน้อย

วรณรัช (2539) ศึกษาอิทธิพลของสารอะเซตัลดีไฮด์ต่อการเน่าเสียของผลลำไยหลังการเก็บเกี่ยว โดยการรมผลลำไยด้วยสารอะเซตัลดีไฮด์ที่ปริมาตรหรือที่ความเข้มข้นต่างๆ ในกล่องพลาสติกปิดสนิทปริมาตร 8,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่าการใช้สารอะเซตัลดีไฮด์ปริมาตร 10 ลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นเวลา 9 ชั่วโมงหรือการใช้สารเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์นาน 8 ชั่วโมง ให้ผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์ดอ ในขณะที่การใช้สารเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 8 ชั่วโมงหรือการจุ่มผลลงในสารละลายเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 10 นาที ให้ผลในการควบคุมโรคจากเชื้อราของผลลำไยพันธุ์เขียวเขียวได้

Sharma และ Ray (1987) ศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาลิ้นจี่โดยจุ่มลงในสารเคมี แล้วบรรจุลงในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน (PE) พบว่า การจุ่มผลลินจี่ในสารละลายบอแรกซ์ 100 ppm และ CuSO_4 25 ppm แล้วเก็บรักษาในถุงพลาสติกโพลิเอทิลีน ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 % สามารถลดการเกิดโรคและยืดอายุการเก็บรักษาได้ 11.5 วันและ 7.5 วันตามลำดับ

แผนงานวิจัย

1. ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีต่อการเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. และ *Penicillium* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 ชนิดของสารเคมี 6 ชนิด และความเข้มข้นสารเคมีระดับต่างกัน ได้แก่

- โปตัสเซียมอะซิเตต ความเข้มข้นสารเคมี 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
- โซเดียมเบนโซเอต ความเข้มข้นของสารเคมี 3 ระดับ คือ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
- โซเดียมโพรปีโอเนต ความเข้มข้นสารเคมี 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
- โพธิลพาราเบน ความเข้มข้นของสารเคมี 3 ระดับ คือ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
- โปตัสเซียมซอร์เบต ความเข้มข้นของสารเคมี 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร
- โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ความเข้มข้นของสารเคมี 4 ระดับ คือ 625 1,250 1,750 และ 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร

วิธีการทดลอง

นำเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Penicillium* sp. ซึ่งเป็นเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และเชื้อ *Botryodiplodia* sp. จากภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่มีอายุ 2 วัน (*Penicillium* sp.) และ 4 วัน (*Botryodiplodia* sp.) ทำการย้ายเส้นใยของเชื้อราโดยตรงบริเวณปลายโคโลนีด้วย cork borer นำมาวางบริเวณตรงกลางของจานเพาะเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสมด้วยสารเคมีที่มีความเข้มข้นต่างๆ (ภาคผนวก ก)

นำเชื้อราไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 วันสำหรับเชื้อ *Botryodiplodia* sp. และ 5 วัน สำหรับเชื้อ *Penicillium* sp. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราโดยทำการทดลอง 2 ซ้ำ (ภาคผนวก ข)

1.2 คัดเลือกชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่เหมาะสม

คัดเลือกชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีที่สามารถทำลายหรือยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้

2. ศึกษาการออกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* sp. (ภาคผนวก ก)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีต่อการเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. และ *Penicillium* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

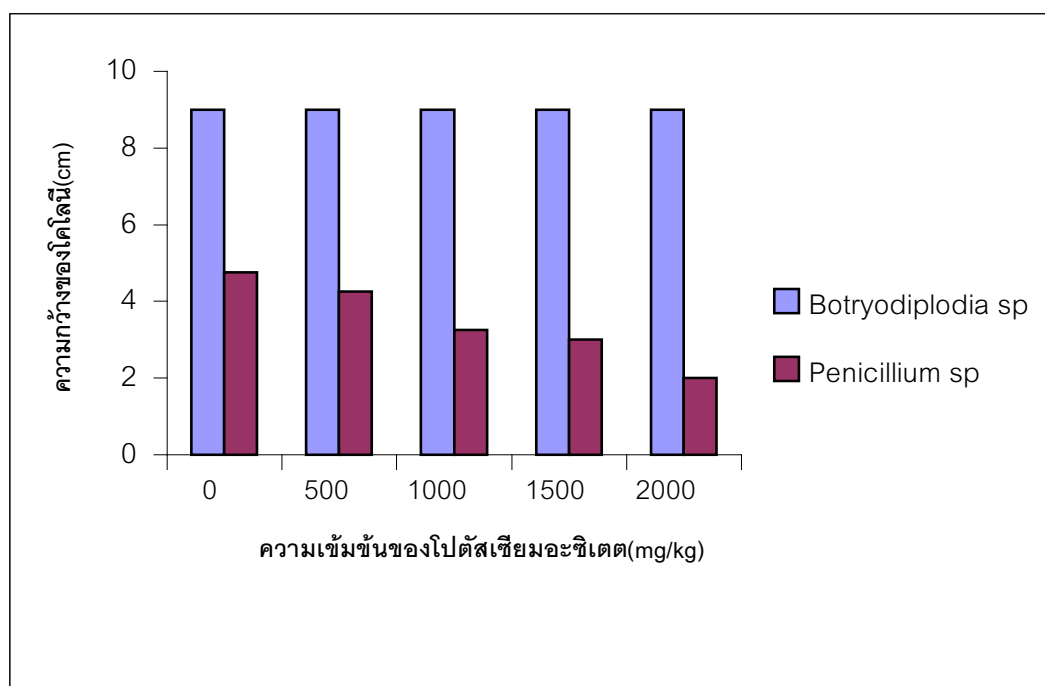
การศึกษานี้ศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีในกลุ่มวัตถุกันเสียในอาหารเพื่อทดแทนการใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้สารเคมี 6 ชนิด ได้แก่ โปตัสเซียมอะซิเตด โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมโพรพิโอเนต โพรพิลพาราเบน โปตัสเซียมซอร์เบต และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยการกำหนดความเข้มข้นในการใช้สารเคมี พิจารณาที่ความเข้มข้นต่ำที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ได้ จนถึงความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีแต่ละชนิดตามที่กฎหมายอาหารกำหนด ดังนั้นระดับการใช้ของสารเคมีแต่ละชนิดในการทดลองจึงต่างกัน จากการทดลองเลี้ยงเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสมสารเคมีดังกล่าวได้ผลดังนี้

โปตัสเซียมอะซิเตด

จากการทดลองใช้สารโปตัสเซียมอะซิเตดที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ที่ความเข้มข้นของสารสูงขึ้น พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ได้ดีขึ้น (ภาพที่ 1) และความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้คือ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุดและแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากสารโปตัสเซียมอะซิเตด มีผลต่อต้านจุลินทรีย์เมื่อสารทะลุผ่านผนังเซลล์เข้าไปทำให้โปรตีนของเซลล์เสียโครงสร้าง ในขณะที่สารโปตัสเซียมอะซิเตดทุกความเข้มข้นของการทดลองมีการเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ไม่แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 2 และตารางที่ 2) แสดงให้เห็นว่า สารโปตัสเซียมอะซิเตดไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ (รูปที่ 1)

โซเดียมเบนโซเอต

จากการทดลองใช้สารโซเดียมเบนโซเอตที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสูงขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. ได้ดีขึ้น (รูปที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมเบนโซเอตมีผลต่อปฏิกิริยาของจุลินทรีย์โดยไปรบกวนโครงสร้างของเอนไซม์ที่ควบคุมกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ และมีผลต่อผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ (Lueck , 1980) ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดคือ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุดและแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 1 และภาพที่ 3) สำหรับเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ระดับความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอต 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ดีที่สุดและแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ตารางที่ 2 และภาพที่ 4)



รูปที่ 1 กราฟผลของความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมอะซิเตตต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.

ตารางที่ 1 ผลของความเข้มข้นและชนิดของสารเคมีกับการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp.

ชุดการทดลอง	ความกว้างของโคโลนี (ซม.)
ความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมอะซิเตด (mg/kg)	
0	4.75 ^d
500	4.25 ^c
1000	3.25 ^b
1500	3.00 ^b
2000	2.00 ^a
ความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอต (mg/kg)	
0	4.75 ^d
500	3.50 ^c
750	2.37 ^b
1000	1.37 ^a
ความเข้มข้นของสารโซเดียมโพรพิโอเนต (mg/kg)	
0	4.75 ^d
500	2.50 ^c
1000	2.50 ^c
1500	1.87 ^b
2000	1.37 ^a
ความเข้มข้นของสารโพแทสเซียมเพอร์มาเนต (mg/kg)	
0	4.75 ^c
500	2.75 ^b
750	0.04 ^a
1000	0.04 ^a
ความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมซอร์เบต (mg/kg)	
0	4.75 ^c
500	2.25 ^d
1000	1.75 ^c
1500	1.37 ^b
2000	0.04 ^a
ความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (mg/kg)	
0	4.75 ^c
625	2.50 ^b
1250	0.04 ^a
1750	0.04 ^a
2500	0.04 ^a

ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

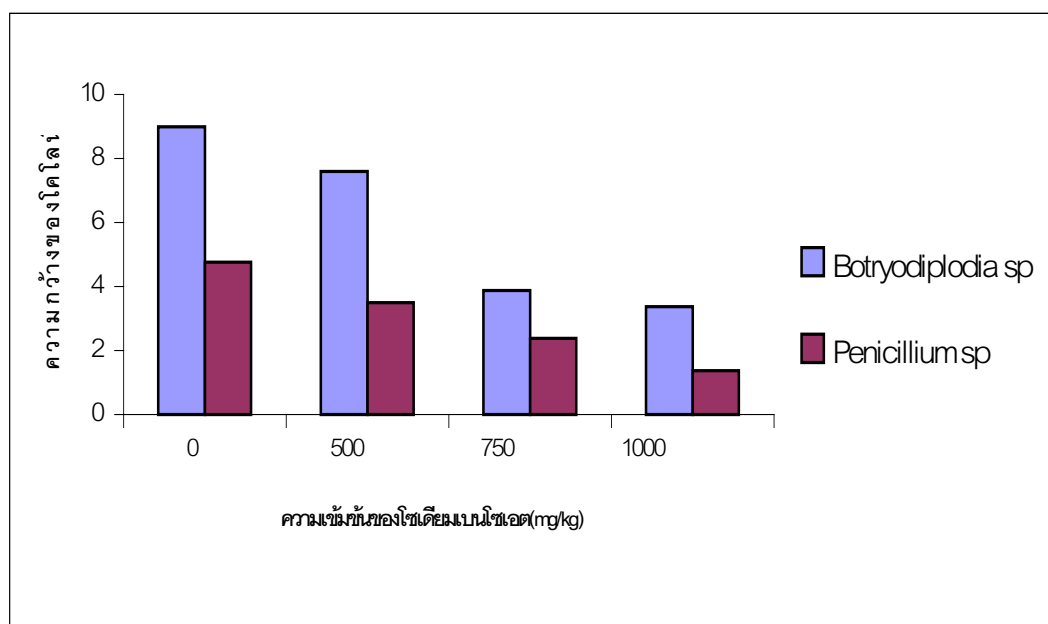
ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นและชนิดของสารเคมีกับการเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp.

ชุดการทดลอง	ความกว้างของโคโลนี (ซม.)
ความเข้มข้นของสาร โปตัสเซียมอะซิเตด (mg/kg)	
0	9.00 ^a
500	9.01 ^a
1000	9.01 ^a
1500	8.99 ^a
2000	9.00 ^a
ความเข้มข้นของสาร โซเดียมเบนโซเอต (mg/kg)	
0	9.00 ^c
500	7.60 ^b
750	3.87 ^a
1000	3.37 ^a
ความเข้มข้นของสาร โซเดียมโพรปีโอเนต (mg/kg)	
0	9.00 ^d
500	5.75 ^c
1000	4.50 ^b
1500	4.50 ^b
2000	3.25 ^a
ความเข้มข้นของสาร โพรพิลพาราเบน (mg/kg)	
0	9.00 ^c
500	3.00 ^b
750	0.04 ^a
1000	0.04 ^a
ความเข้มข้นของสาร โปตัสเซียมซอร์เบต (mg/kg)	
0	9.00 ^c
500	2.87 ^d
1000	1.80 ^c
1500	1.30 ^b
2000	0.04 ^a
ความเข้มข้นของสาร โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (mg/kg)	
0	9.00 ^c
625	2.25 ^b
1250	0.04 ^a
1750	0.04 ^a
2500	0.04 ^a

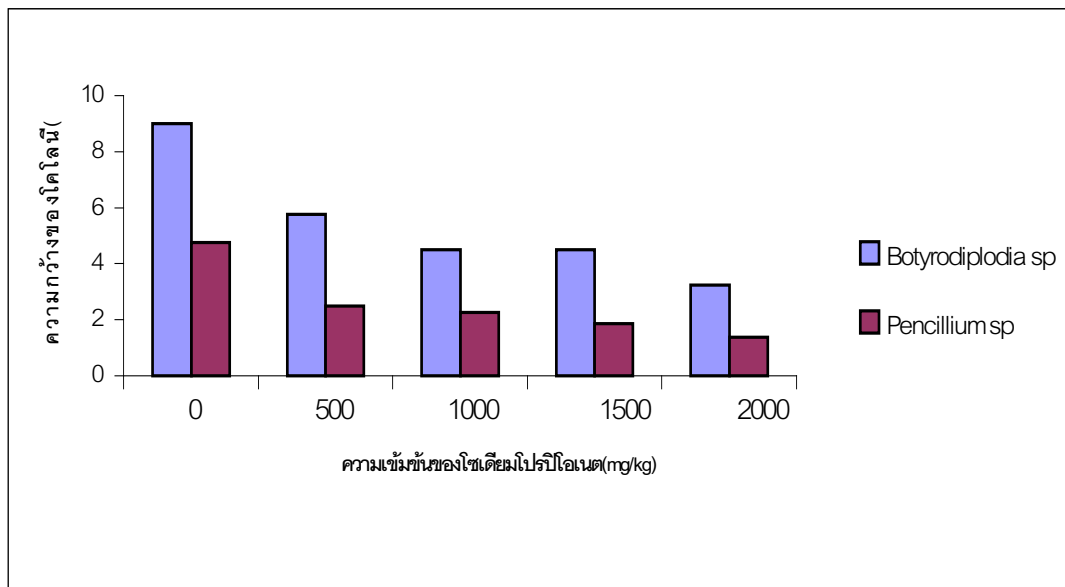
ตัวอักษรกำกับที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

โซเดียมโปรปิโอเนต

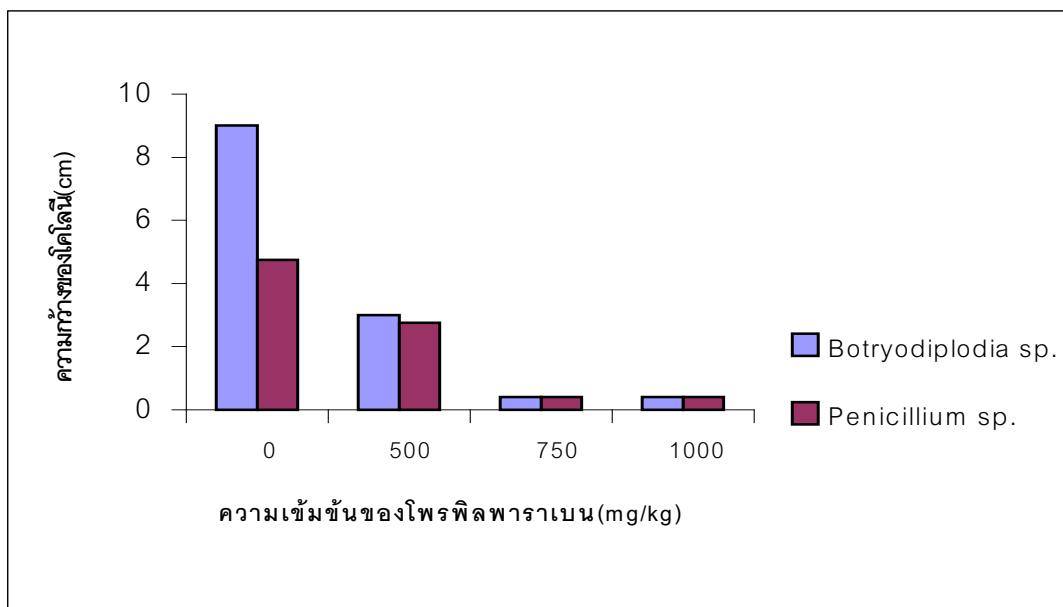
จากการทดลองใช้สารโซเดียมโปรปิโอเนตที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ที่ความเข้มข้นของสารสูงขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. ได้ดีขึ้น (รูปที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากโซเดียมโปรปิโอเนตมีผลต่อจุลินทรีย์ ซึ่งกรดโปรปิโอนิกจะขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์โดยทำลายหรือทำปฏิกิริยากับสารที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ (ไพบูลย์, 2529) ที่ความเข้มข้นสูงสุดคือ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุดและแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 5 ภาพที่ 6 ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)



รูปที่ 2 กราฟผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอตต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.



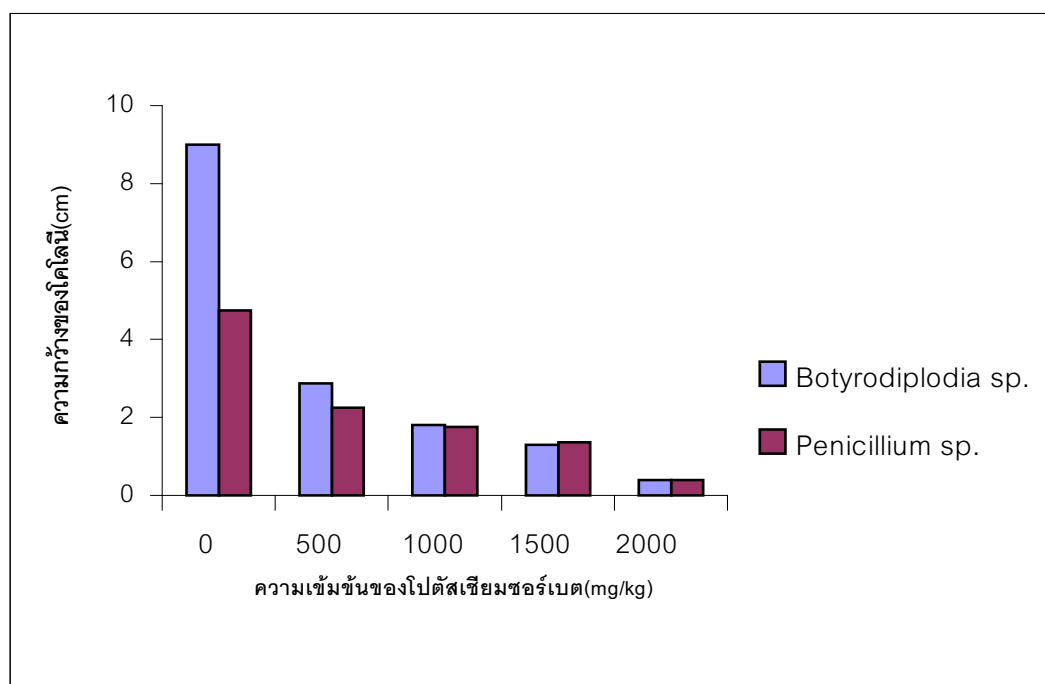
รูปที่ 3 กราฟผลของความเข้มข้นของสารไซเดียมโปรปีโอเนตต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.



รูปที่ 4 กราฟผลของความเข้มข้นของสารโพรคลอราเบนต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.

โพรพิลพาราเบน

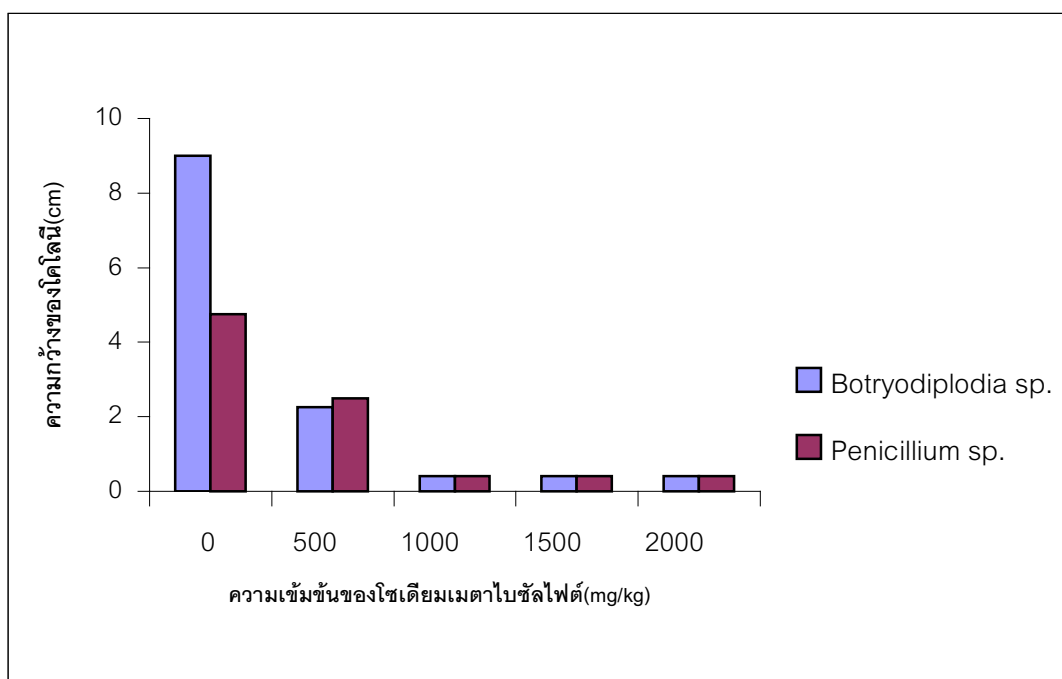
จากการทดลองใช้สารโพรพิลพาราเบนที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. ได้ดีขึ้น (รูปที่ 4) ที่ความเข้มข้นของสารตั้งแต่ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่า สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุดและแตกต่างจากที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 500 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ภาพที่ 7 ภาพที่ 8 ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากโพรพิลพาราเบนมีผลในการทำลายผนังเนื้อเยื่อของเซลล์จุลินทรีย์และทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพปฏิกิริยาเหล่านี้จะเกิดขึ้นในเซลล์ และนอกจากนี้สารชนิดนี้ยังไปทำปฏิกิริยากับโคเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ด้วย



รูปที่ 5 กราฟผลของความเข้มข้นของสารโพรพิลพาราเบนต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.

โปตัสเซียมซอร์เบต

จากการทดลองใช้สารโปตัสเซียมซอร์เบตที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีขึ้น (ภาพที่ 9 และภาพที่ 10) ทั้งนี้เนื่องจากโปตัสเซียมซอร์เบตมีผลในการยับยั้งปฏิกิริยาเอนไซม์ในเซลล์ เช่น เอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ที่ความเข้มข้นสูงสุดคือ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการเจริญของ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุด และแตกต่างจากความเข้มข้นอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) (รูปที่ 5 ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)



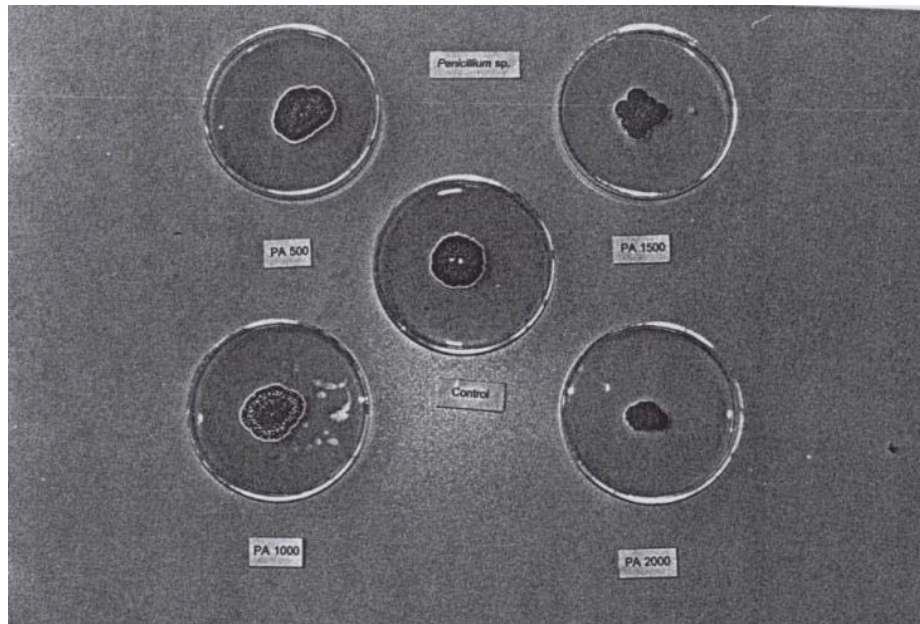
รูปที่ 6 กราฟผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ต่อการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp.

โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์

จากการทดลองใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 625 1,250 1,750 และ 2,500 มิลลิกรัมต่ออาหาร เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีขึ้น (รูปที่ 6) ความเข้มข้นของสารตั้งแต่ 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ

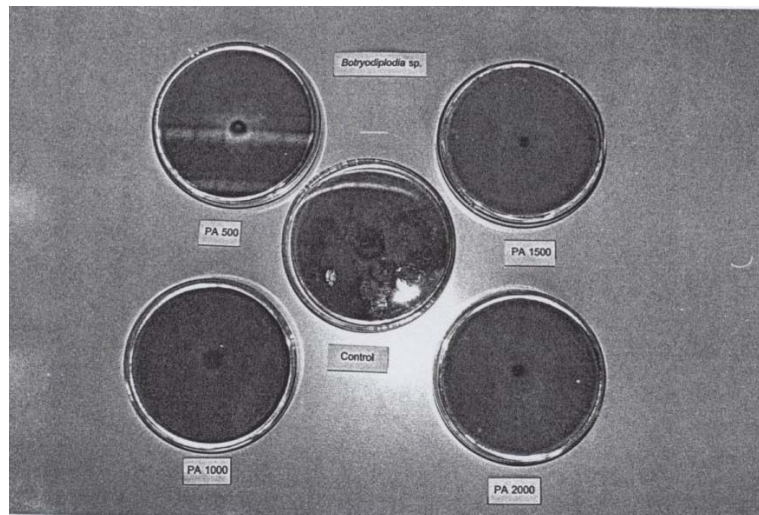
Penicillium sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีที่สุดและแตกต่างจากที่ระดับความเข้มข้น 625 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 11 ภาพที่ 12 ตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2) ทั้งนี้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์มีผลต่อโครงสร้างของเซลล์จุลินทรีย์โดยจะไปทำปฏิกิริยากับกลุ่ม -SH ของเอนไซม์ และสารนี้ยังไปรวมตัวกับผลิตภัณฑ์ที่ได้ในระหว่างปฏิกิริยาหรือผลผลิตสุดท้ายของปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาต่อเนื่องของเอนไซม์หยุดชะงักไป นอกจากนี้โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ยังมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ซึ่งจะไปลดค่าแรงดึงของออกซิเจนในเนื้อเยื่ออาหารลงต่ำถึงจุดที่จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนไม่สามารถเจริญได้ หรือไปทำให้เอนไซม์ที่มีความจำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์อยู่ในรูปรีดิวซ์ (Lueck, 1980)

เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารเคมีทั้ง 6 ชนิดที่ความเข้มข้นแตกต่างกันในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. พบว่า สารโปตัสเซียมอะซิเตต โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมโพรพิโอเนต และโปตัสเซียมซอร์เบต ทุกความเข้มข้นของการทดลอง ยกเว้นโปตัสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อ แสดงให้เห็นว่าสารเคมีดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้ต่ำกว่า ส่วนสารโพรพิลพาราเบนที่ระดับความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้สูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของสารโปตัสเซียมอะซิเตต โซเดียมเบนโซเอต โซเดียมโพรพิโอเนต และโปตัสเซียมซอร์เบต มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ หรือไปทำให้ประสิทธิภาพของเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์เสียไปทำให้การเจริญของจุลินทรีย์หยุดชะงักการเจริญ ส่วนสารโพรพิลพาราเบน คุณสมบัติของสารนี้จะไปทำลายผนังเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ทำให้ความสามารถในการให้อาหารแทรกซึมผ่านผนังเซลล์สูญเสียไป หรือมีการฉีกขาดของผนังเซลล์ซึ่งเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ไม่เจริญหรือตายได้ สำหรับสารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ คุณสมบัติของสารนี้เกิดขึ้นได้หลายอย่าง คือมีผลต่อโครงสร้างเอนไซม์ของเซลล์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของจุลินทรีย์หยุดชะงักการเจริญ และนอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารรีดิวซ์ ซึ่งจะไปลดค่าแรงดึงออกซิเจนในเนื้อเยื่ออาหารให้ต่ำถึงจุดที่จุลินทรีย์ต้องการออกซิเจนไม่สามารถเจริญได้ ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้จึงสามารถกล่าวได้ว่า สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารโปตัสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารโปตัสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ แต่เนื่องจากโปตัสเซียมซอร์เบตใช้ความเข้มข้นที่สูงจึงจะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 2 ชนิดได้ จึงได้คัดเลือกสารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อนำไปใช้ทดลองกับผลลำไยหลังเก็บเกี่ยวต่อไป



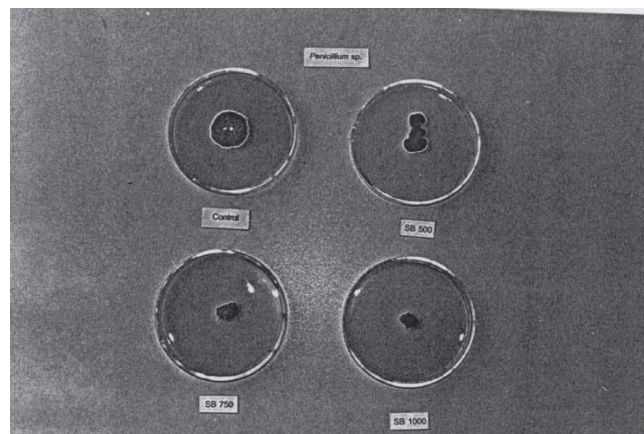
ภาพที่ 1 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโปรตีนเชื่อมอะซิเตดต่างกัน

หมายเหตุ PA 500 = โปรตีนเชื่อมอะซิเตดความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 1000 = โปรตีนเชื่อมอะซิเตดความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 1500 = โปรตีนเชื่อมอะซิเตดความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 2000 = โปรตีนเชื่อมอะซิเตดความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



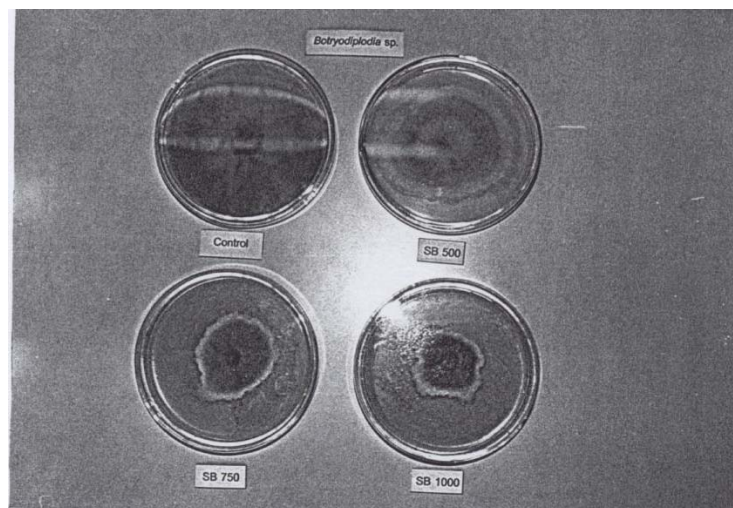
ภาพที่ 2 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมอะซิเตตต่างกัน

หมายเหตุ PA 500 = โปตัสเซียมอะซิเตตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 1000 = โปตัสเซียมอะซิเตตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 1500 = โปตัสเซียมอะซิเตตความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PA 2000 = โปตัสเซียมอะซิเตตความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



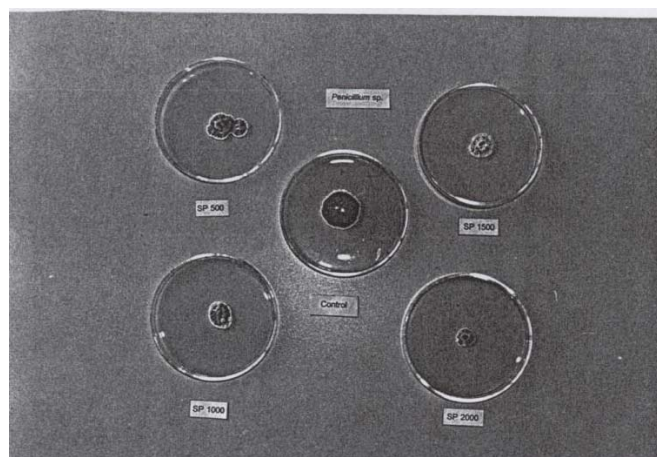
ภาพที่ 3 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอตต่างกัน

หมายเหตุ SB 500 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SB 750 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SB 1000 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



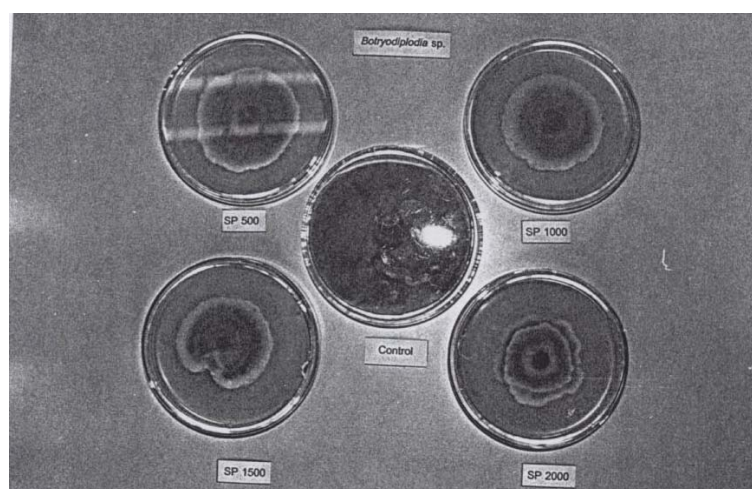
ภาพที่ 4 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมเบนโซเอตต่างกัน

หมายเหตุ SB 500 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SB 750 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SB 1000 = โซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



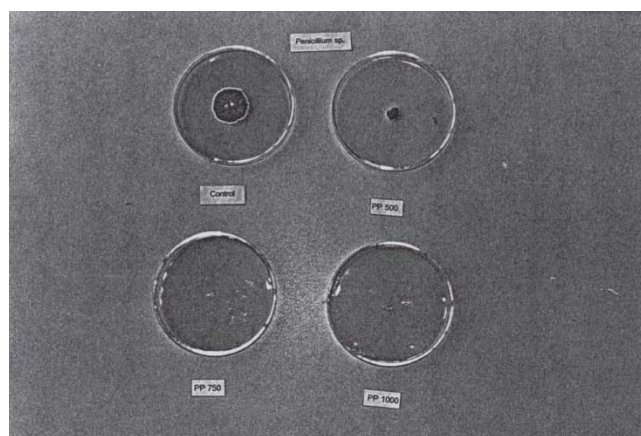
ภาพที่ 5 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมโพรพิโอเนตต่างกัน

หมายเหตุ SP 500 = โซเดียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 1000 = โซเดียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 1500 = โซเดียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 2000 = โซเดียมโพรพิโอเนตความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



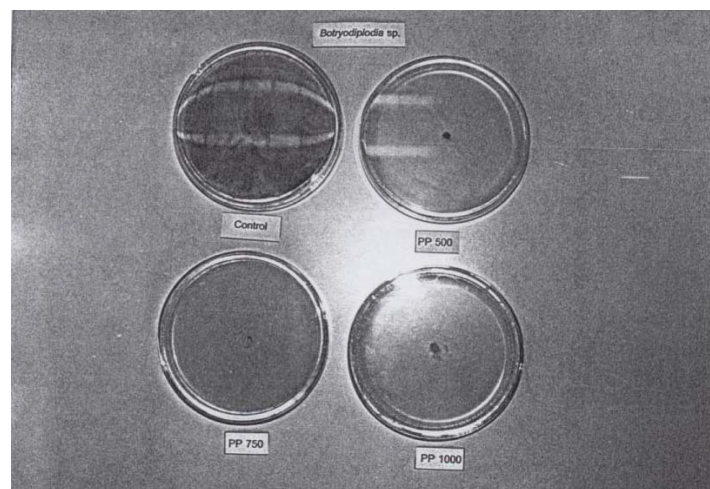
ภาพที่ 6 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมโปรปีโอเนตต่างกัน

หมายเหตุ SP 500 = โซเดียมโปรปีโอเนตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 1000 = โซเดียมโปรปีโอเนตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 1500 = โซเดียมโปรปีโอเนตความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SP 2000 = โซเดียมโปรปีโอเนตความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



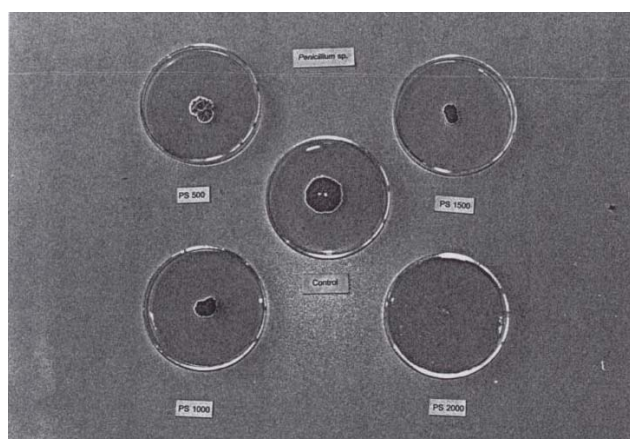
ภาพที่ 7 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโพรพิลพาราเบนต่างกัน

หมายเหตุ PP 500 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PP 750 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PP 1000 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



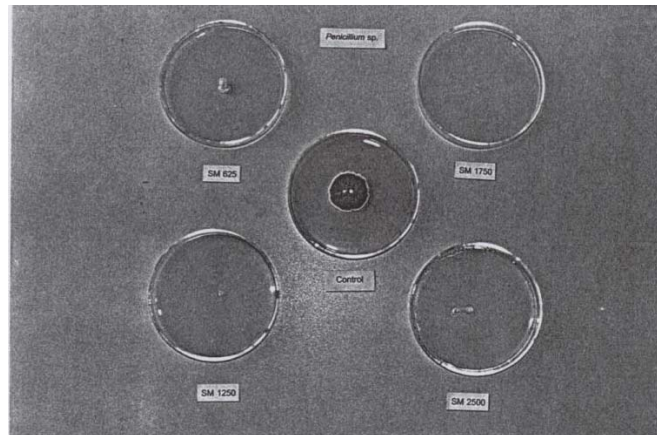
ภาพที่ 8 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโพรพิลพาราเบนต่างกัน

หมายเหตุ PP 500 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PP 750 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PP 1000 = โพรพิลพาราเบนความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



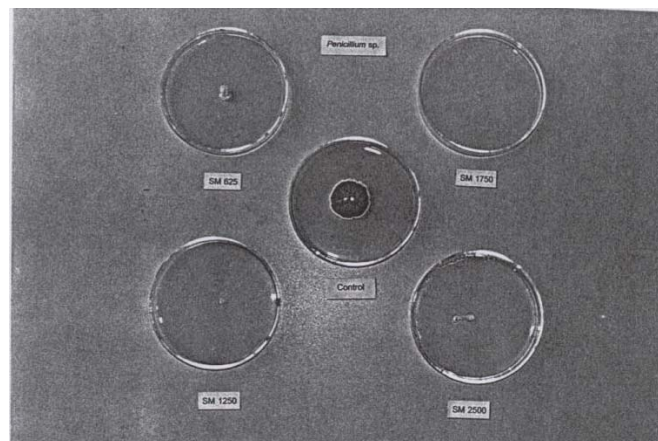
ภาพที่ 9 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโปตัสเซียมซอร์เบตต่างกัน

หมายเหตุ PS 500 = โปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 1000 = โปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 1500 = โปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 2000 = โปตัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



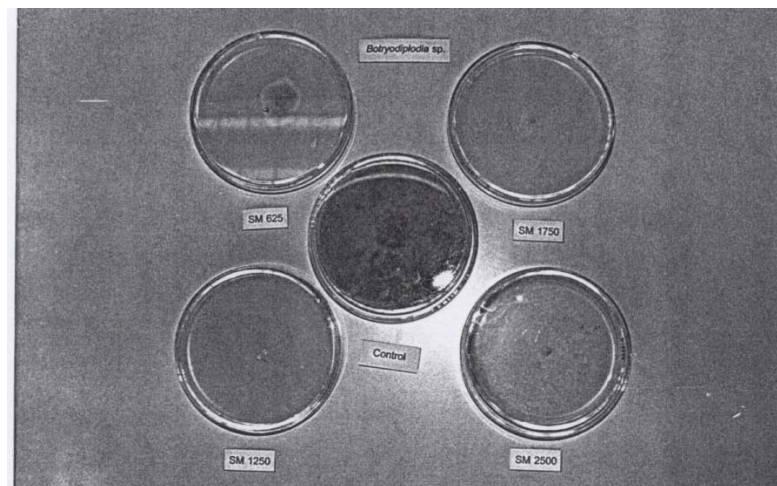
ภาพที่ 10 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสาร โปดัสเซียมซอร์เบตต่างกัน

หมายเหตุ PS 500 = โปดัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 1000 = โปดัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 1500 = โปดัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 PS 2000 = โปดัสเซียมซอร์เบตความเข้มข้น 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 11 การเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ต่างกัน

หมายเหตุ SM 625 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 625 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 1250 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 1250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 1750 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 1750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 2500 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 2500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



ภาพที่ 12 การเจริญของเชื้อ *Botryodiplodia* sp. ที่ความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ต่างกัน

หมายเหตุ SM 625 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 625 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 1250 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 1250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 1750 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 1750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
 SM 2500 = โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 2500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2. ผลการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* sp.

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีต่างๆ ในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* sp. มีดังต่อไปนี้

โปตัสเซียมอะซิเตต

จากการทดลองใช้สารละลายโปตัสเซียมอะซิเตตที่ความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งสปอร์ของ *Penicillium* sp. (รูปที่ 7) พบว่า สปอร์ทั้งหมดของเชื้อ *Penicillium* sp. ในชุดควบคุม และที่เติมโปตัสเซียมอะซิเตตที่ความเข้มข้นต่างๆ ออกภายในเวลา 12 ชั่วโมงเท่ากัน โดยในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมโปตัสเซียมอะซิเตต พบว่าชะลอการงอกของสปอร์ของเชื้อนี้ได้ดีในช่วง 4 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะค่อยๆ ลดลง โดยสังเกตจากปริมาณของสปอร์ที่งอก ซึ่งใกล้เคียงกับชุดควบคุมในชั่วโมงที่ 8 และงอกทั้งหมดที่เวลา 12 ชั่วโมงของการบ่ม และโปตัสเซียมอะซิเตตที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีแนวโน้มในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้สูงขึ้นตามลำดับ

โซเดียมเบนโซเอต

การทดลองใช้สารละลายโซเดียมเบนโซเอตที่ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งสปอร์ของ *Penicillium* sp. (รูปที่ 8) จากภาพจะเห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมเบนโซเอตเพิ่มขึ้นจะสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อนี้ได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง พบว่า ในชุดควบคุม และในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้น 500 และ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสปอร์งอกเพียงร้อยละ 51.92 และที่ความเข้มข้นนี้สปอร์ของ *Penicillium* sp. จะงอกทั้งหมดที่เวลา 20 ชั่วโมงหลังการบ่ม

โซเดียมโพรพิโอเนต

การใช้สารละลายโซเดียมโพรพิโอเนตที่ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 500 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ *Penicillium* sp. (รูปที่ 9) จะเห็นว่าประสิทธิภาพของโซเดียมโพรพิโอเนตมีความใกล้เคียงกับโปตัสเซียมอะซิเตตที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน แต่ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่าโซเดียมโพรพิโอเนตมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันมากนัก โดยในชุดควบคุมและในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมโซเดียมโพรพิโอเนต พบว่า สปอร์ทั้งหมดของ *Penicillium* sp. งอกภายในระยะเวลาเดียวกัน คือที่ 12 ชั่วโมง

โพรพิลพาราเบน

การทดลองศึกษาประสิทธิภาพของโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการยับยั้งการงอกของสปอร์ *Penicillium* sp. พบว่า สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อนี้ได้ใกล้เคียงกัน โดยหลังจากการบ่ม 24 ชั่วโมง พบว่าสปอร์มีการออกร้อยละ 63.63 และ 63.82 ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสปอร์มีการออกร้อยละ 85.71 ในขณะที่ชุดควบคุมพบว่าสปอร์ทั้งหมดของเชื้อนี้ออกภายในเวลา 12 ชั่วโมง (รูปที่ 10)

โปตัสเซียมซอร์เบต

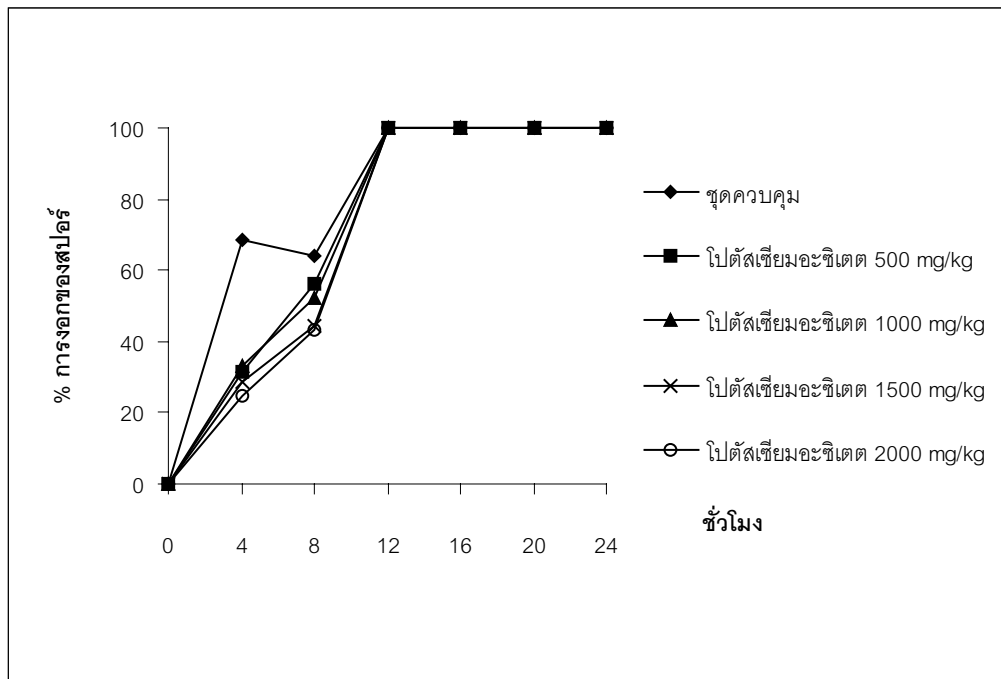
การศึกษาประสิทธิภาพของโปตัสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 500 1000 1500 และ 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการยับยั้งการงอกของสปอร์ *Penicillium* sp. (รูปที่ 11) พบว่าโปตัสเซียมซอร์เบตสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อนี้ได้ โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นจะสามารถยับยั้งได้ดีขึ้น เมื่อใช้ที่ความเข้มข้น 500 1,000 และ 1,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสปอร์ทั้งหมดของเชื้อนี้จะออกภายในเวลา 12 20 และ 24 ชั่วโมงหลังการบ่ม ในขณะที่ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าที่ 24 ชั่วโมงหลังการบ่มมีสปอร์ออกร้อยละ 69.23 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งสปอร์ทั้งหมดออกภายในเวลา 12 ชั่วโมง

โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์

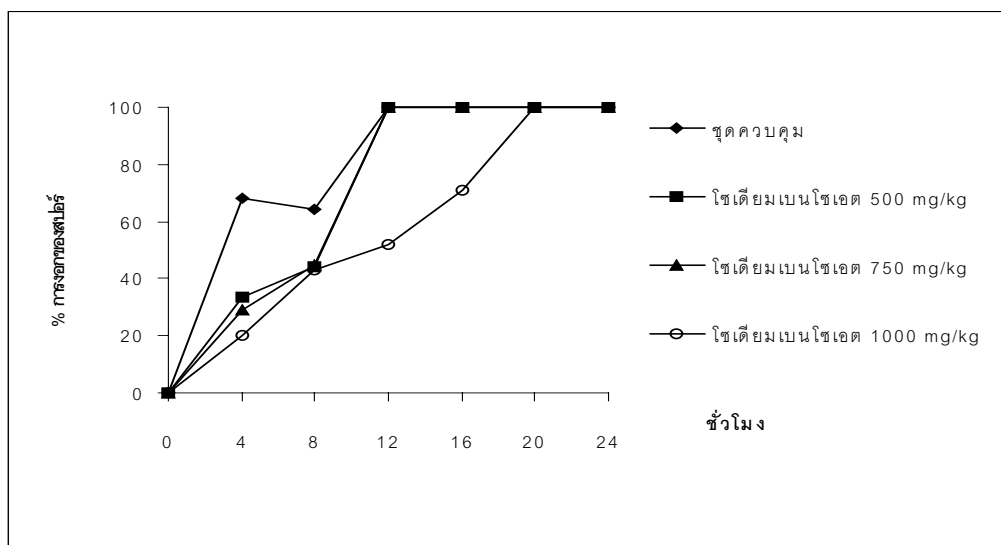
การทดลองใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 625 1,250 1,750 และ 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งสปอร์ของ *Penicillium* sp. (รูปที่ 12) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1250 1750 และ 2500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์ใกล้เคียงกันหลังจากบ่มไว้ 24 ชั่วโมง คือร้อยละ 65.30 63.63 และ 64.15 ตามลำดับ ในขณะที่ความเข้มข้น 625 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อนี้ได้ร้อยละ 81.13 ที่เวลาบ่มใกล้เคียงกัน และในชุดควบคุมซึ่งสปอร์ทั้งหมดออกภายในเวลา 12 ชั่วโมง

สรุปผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีต่างๆ ในการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* sp. พบว่าให้ผลสอดคล้องกับการทดสอบการเจริญของเส้นใยของเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยใช้สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีที่

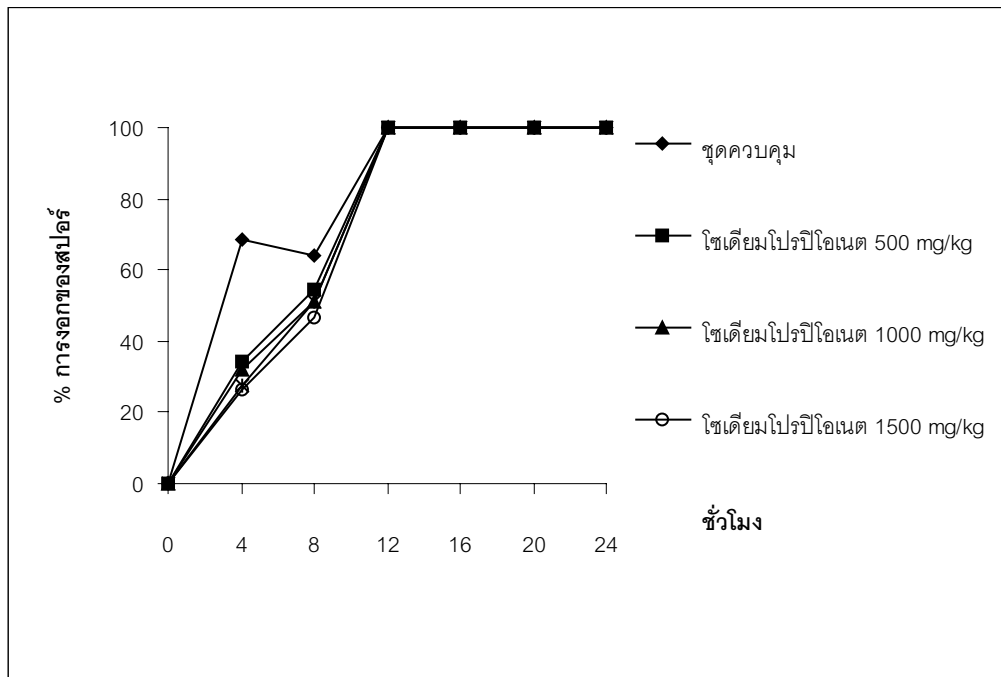
สุด โดยพิจารณาจากความเข้มข้นต่ำสุดของสารทั้งสองชนิดที่ให้ผลในการยับยั้งสปอร์ของเชื้อดังกล่าว



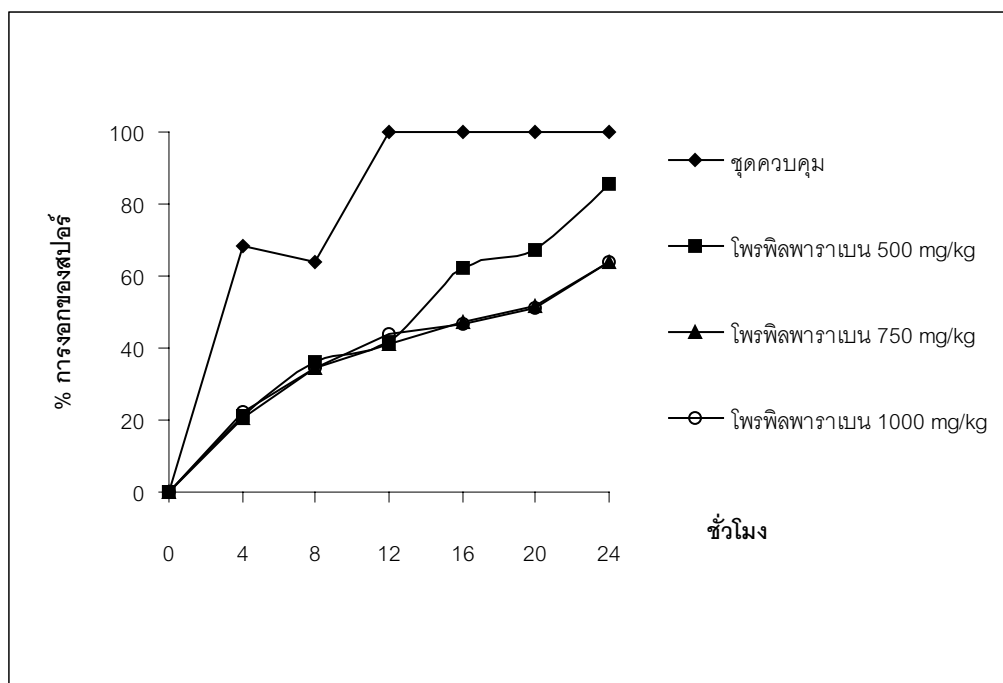
รูปที่ 7 ประสิทธิภาพของโพลีสเตียมอะซิเตตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ



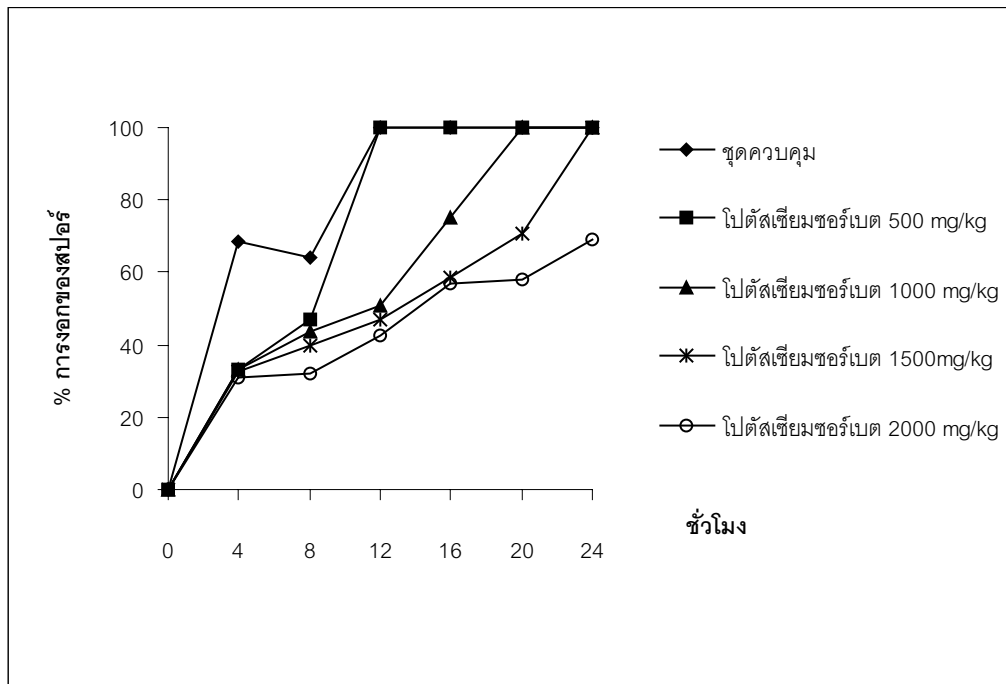
รูปที่ 8 ประสิทธิภาพของโซเดียมเบนโซเอตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ



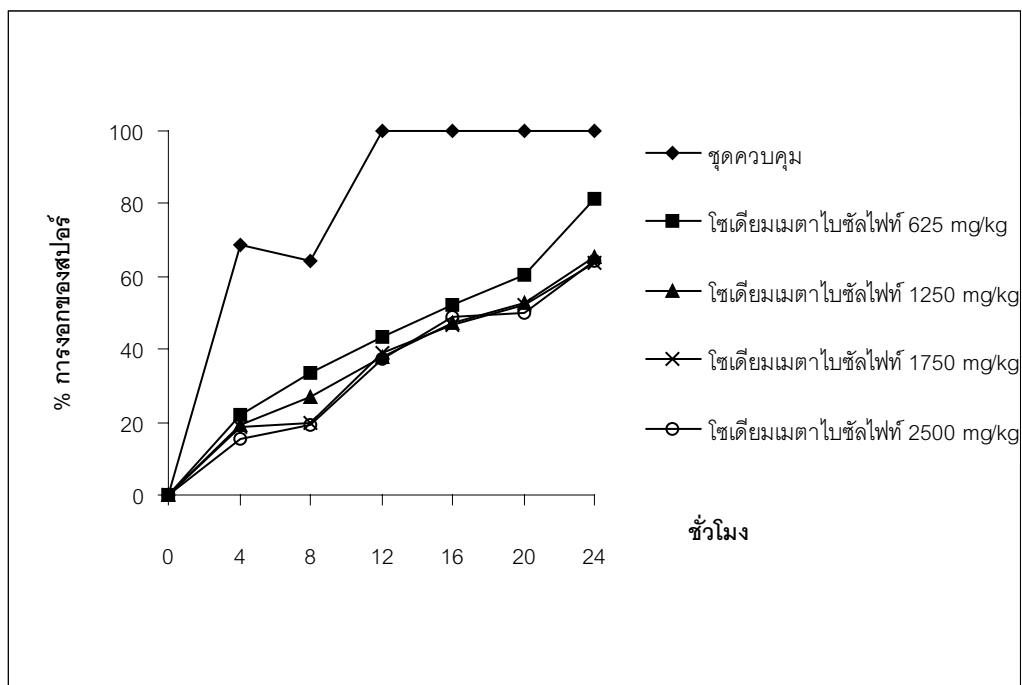
รูปที่ 9 ประสิทธิภาพของโซเดียมโปรพิโอเนตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพของไนสตาตินความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ



รูปที่ 11 ประสิทธิภาพของไปตัสเชียมซอร์เบตความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ



รูปที่ 12 ประสิทธิภาพของโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งการออกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในอาหารเลี้ยงเชื้อ

สรุป

การศึกษาสารเคมีทดแทนซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยว โดยศึกษาการใช้สารเคมีในกลุ่มวัตถุกันเสียในอาหาร 6 ชนิด คือ โปตัสเซียมอะซิเตตที่ความเข้มข้น 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โซเดียมเบนโซเอตที่ความเข้มข้น 500 750 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โซเดียมโพรพิโอเนตที่ความเข้มข้น 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 500 700 และ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โปตัสเซียมซอร์เบตที่ความเข้มข้น 500 1,000 1,500 และ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 625 1,250 1,750 และ 2,500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า สารโปตัสเซียมอะซิเตต โซเดียมเบนโซเอต และโซเดียมโพรพิโอเนตทุกความเข้มข้นของการทดลองสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อได้โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น พบว่ามีแนวโน้มในการยับยั้งเชื้อราดังกล่าวได้ดีขึ้น จากการทดลองพบว่าสารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โปตัสเซียมซอร์เบต 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Botryodiplodia* sp. บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากสารโปตัสเซียมซอร์เบตต้องใช้ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่กฎหมายอาหารกำหนดคือ 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จึงจะให้ผลยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ได้ จึงคัดเลือกสารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 1,250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เพื่อนำไปใช้ในการทดลองยืดอายุการเก็บรักษาลำไยหลังการเก็บเกี่ยวต่อไป

การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีต่างๆ ในการงอกของสปอร์ของเชื้อ *Penicillium* sp. พบว่าให้ผลสอดคล้องกับการทดสอบการเจริญของเส้นใยของเชื้อนี้ในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยการใช้สารโพรพิลพาราเบนที่ความเข้มข้น 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 1250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ให้ผลในการยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุด โดยพิจารณาจากความเข้มข้นต่ำสุดของสารทั้งสองชนิดที่ให้ผลในการยับยั้งสปอร์ของเชื้อดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพาณิชย์ กรมการค้าต่างประเทศ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ คณะเกษตรศาสตร์. 2535 . เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่อง เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวลำไยเพื่อการส่งออก. 26- 27 มิถุนายน. 65 หน้า
- กัลปพฤกษ์ ลีละวัฒน์. 2534 . ผลกระทบของการใช้สารเคมี การลดอุณหภูมิ และการใช้ฟิล์มพลาสติกห่อผลที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลลิ้นจี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ . 128 หน้า
- กัลยา วิธิ. 2540 . ผลของสารประกอบคาร์บอนเนตและไบคาร์บอนเนตต่อคุณภาพและควบคุมเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. และ *Pestalotiopsis* sp. บนลำไยหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จิราภรณ์ สอดจิตร์. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาการแปรรูปอาหาร 2. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร. 239 หน้า
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2542 . สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ . 396 หน้า
- ชิง ชิง ทองดี. 2535 . เอกสารประกอบการประชุมกรรมควันซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับลำไยหลังการเก็บเกี่ยวหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก. 18 มีนาคม . 7 หน้า
- วรุณรักษ์ รานีนวล. 2539 . การควบคุมการเน่าเสียของผลลำไย (*Dimocarpus longan* Lour spp. *Longan* var *Longan*) หลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารอะเซตลดีไฮด์ วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 115 หน้า
- บริณดา สันทนต์. 2534 . อิทธิพลของอุณหภูมิค่า 1 และ 5 องศาเซลเซียสที่มีต่อคุณภาพของลำไยพันธุ์ดอ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . กรุงเทพฯ
- พรรรัตน์ สิ้นชัยพานิช และจันทร์ฉาย แจ่มสว่าง. 2540 . การสำรวจปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ตกค้างในลำไย. อาหาร 27(2) : 100-107
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532 . กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์ . กรุงเทพฯ . 458 หน้า
- ศิวาพร ศิวเวช. 2529. วัตถุดิบอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . 162 หน้า
- อุดมเกียรติ พรรชนประเทศ. 2534 . การใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอาหาร. สัมมนาปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 128 หน้า.

- Lueck. E. 1980. Antimicrobial Food Additives : Characteristics, Uses, Effects. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Shama, S.B. and P.K. Ray. 1987 . Studies on extending post-harvest life of litchi (Litchi chinensis Sonn.). Indian Food Packer 4 : 17-20

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การเตรียมสารผสมของสารเคมีกับอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป โดยใช้ PDA 39 กรัม ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. นำอาหาร PDA มาใส่ขวดๆ ละ 100 มิลลิลิตร แล้วไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที
3. นำอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาผสมกับสารเคมีที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งได้เตรียมไว้ด้วยเทคนิคที่ปลอดเชื้อ ที่อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส
4. เขย่าให้ผสมเข้ากัน แล้วทดสอบของสารเคมีและอาหาร PDA ลงในงานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ทิ้งไว้ให้เย็นจนอาหารแข็งตัว

ภาคผนวก ข การถ่ายเชื้อรา

1. ถ่ายเชื้อรา 2 ชนิดในแต่ละงานเพาะเชื้อโดยใช้ cork boror เบอร์ 1 (เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วด้วยแอลกอฮอล์ 95% ลงในงานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร PDA ผสมกับสารเคมี
2. นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3–5 วัน
3. ทำการตรวจสอบโดยวัดความกว้างของเชื้อทั้ง 2 ด้านแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ภาคผนวก ค การงอกของ Spore

1. ใช้เข็มเจียสปอร์ ใส่ลงใน tween 0.01% เพื่อให้สปอร์กระจาย ทำการให้นับสปอร์ให้ได้ประมาณ 10-20 สปอร์ ในพื้นที่ของ microscopic field กำลังขยาย 40X
2. ปิเปตสารละลายสปอร์ดังกล่าวลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ผสมสารเคมีความเข้มข้นต่างๆ
3. บ่มสปอร์บนอาหารที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส
4. ตรวจสอบการงอกของสปอร์บนงานเพาะเลี้ยงเชื้อด้วยกำลังขยาย 40X
5. ถ้าสปอร์งอกออกมามากกว่าความกว้างของสปอร์ถือว่างอก
6. ทำการตรวจนับทุก 4 ชั่วโมงจนครบ 24 ชั่วโมง