

### อุปกรณ์และวิธีการ

ในการทดลองเกี่ยวกับการเก็บผลไม้สดนี้ ได้เลือกทดลองผลไม้บางชนิดที่เห็นว่ามักมีเป็นฤดู เช่น ลำไย Euphoria longana Stend. ลิ้นจี่ Litchi chinensis Sonn. มะม่วงมันและมะม่วงแก้ว Mangifera indica Linn. ส้มเขียวหวานและส้มจุก Citrus nobilis Lour. มังคุด Garcinia mangostana Linn. เงาะ Nephelium lappaceum Linn. ลางสาค Lansium domesticum Linn. ชมพูesaแหวก Eugenia malaccensis Linn. พุทรา Zizyphus jujuba Mill. ผลไม้ที่นำมาทดลองเป็นผลไม้ที่เก็บได้จากต้น ยกเว้นส้มจุก ซึ่งหามาจากท้องตลาด แต่ได้คัดเลือกเอาที่เห็นว่ายังใหม่ ผลไม้แต่ละอย่างที่ใช้ถึงขั้นเจริญเต็มที่ (maturity) ประมาณว่าเท่า ๆ กัน เลือกแต่ละชนิดจากขนาดใกล้เคียงกัน เช่น ลำไย ลิ้นจี่ มะม่วงแก้ว มะม่วงมัน ส้มเขียวหวาน ส้มจุก มังคุด เงาะ ลางสาค ชมพูesaแหวกและพุทรา เลือกจากขนาดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๒๕ ม.ม. ๓๐ ม.ม. ๖๕ - ๘๕ ม.ม. ๙๐ ม.ม. ๘๐ ม.ม. ๘๐ ม.ม. ๖๐ ม.ม. ๘๐ ม.ม. ๓๐ ม.ม. ๖๕ ม.ม. และ ๓๐ ม.ม. ตามลำดับ

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองมี methylparaben, propylparaben, sodium benzoate และ borax นอกจากนี้ก็มีแกสคาร์บอนไดออกไซด์ แกสไนโตรเจน สารเหล่านี้ใช้เพื่อทดสอบว่ามีผลต่อการเก็บผลไม้หรือไม่

การทดลองเริ่มด้วยการตรวจจุลชีวนที่มีอยู่ในผลไม้เน่า ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลไม้เน่า นำผลไม้ดังกล่าวมาอย่างละ ๓ ผลมาใส่ในขวดที่ฆ่าเชื้อแล้วเก็บเปิดฝาไว้ในห้องอุณหภูมิปกติจนกว่าผลไม้เน่า แล้วนำผลไม้เน่ามาล้างในน้ำเกลือ (sodium chloride) เข้มข้น ๐.๘๕ % เพื่อให้จุลชีวนหลุดออกจากผลไม้ น้ำเกลือ ๐.๘๕ % นี้คุณสมบัติไม่ทำให้เซลล์ของ

จุลชีพวันเปลี่ยนแปลง นำน้ำเกลือที่มีจุลชีพวันมาตรวจชนิดของจุลชีพวันด้วยกล้องจุลทรรศน์ ต่อไปแบ่งเอาน้ำเกลือที่มีจุลชีพวันนั้นมาใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๕๕ มม. ที่มี Potato-dextrose agar<sup>๑</sup> และ Czapek's agar<sup>๒</sup> ซึ่ง Alexopoulos (๑) ว่าเป็น Czapek's agar

เหมาะสำหรับเลี้ยงรา พวก Aspergillus และ Penicillium เก็บจานเลี้ยงเชื้อไว้ในตู้เลี้ยงที่อุณหภูมิ ๓๗° C ประมาณ ๔๘ - ๗๒ ชั่วโมง ตรวจ

<sup>๑</sup>Potato dextrose agar. Satisfactory for the growth of many fungi, especially phytopathogen, and some bacteria.

- Peeled, diced potatoes.....200 grms.
- Dextrose..... 20 grms.
- Agar.....15 grms.
- Distilled water. .... 1000 mls.

<sup>๒</sup>Czapek's agar.

- NaNO<sub>3</sub>.....3 grms.
- K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.....1 gr.
- KCl.....0.5 gr.
- MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O.....0.5 gr.
- FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O.....0.01 gr.
- Sucrose.....30 grms.
- Agar.....15 grms.
- Distilled water.....1000 mls.

The sugar should be added just before final sterilization in order to reduce caramelization.

หาว่ามีจุลชีวันอะไรบ้าง แล้วนำมาแยกจุลชีวันเหล่านั้นออกมาเป็นชนิด ๆ เลี้ยง  
ในจานเลี้ยงเชื้อ นำจุลชีวันที่พบแต่ละชนิดมาใส่ในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว ๑๐๐ ซี.ซี.  
เขย่าให้เข้ากัน นำ solution นี้มานับหาจำนวนของจุลชีวันใน ๑ ซี.ซี.

โดยใช้ microslide นับจำนวนสปอร์สำหรับรา หรือนับจำนวนตัวสำหรับยีสต์  
และבקเตรี แล้วคำนวณเพื่อทราบจำนวนสปอร์หรือตัวดังกล่าวในน้ำยา ๑ ซี.ซี.  
เพื่อจะได้ทราบว่า ในจานเลี้ยงเชื้อที่ใส่น้ำที่มีจุลชีวันดังกล่าวแล้ว ๑ ซี.ซี. เพื่อ

นำไปทดสอบสมบัติของสารเคมีต่อจุลชีวันนั้น ๆ แต่ละจานมีจำนวนของจุลชีวัน  
ประมาณเท่าใด ผสมน้ำกลั่นที่มีจุลชีวัน ๑ ซี.ซี. ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ยังอุ่น

แล้วปล่อยให้อาหารแข็ง ตักแผ่นกระดาษเป็นรูปกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ  
๕ ม.ม. เขียนเลขที่ไว้ นำไปฆ่าเชื้อแล้ววางเรียงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่  
จุลชีวันไว้แล้วมีระยะห่างกันพอสมควร ใช้สารเคมีแต่ละชนิดที่กล่าวแล้วข้างต้น

ละลายในน้ำกลั่น ความเข้มข้นใช้ดังนี้ methylparaben ๐.๐ % เพื่อ  
เป็น control และ ๐.๐๒ %, ๐.๐๔ %, ๐.๐๖ %, ๐.๐๘ %, ๐.๑๐ %  
๐.๑๒ %, ๐.๑๔ %, ๐.๑๖ %, ๐.๑๘ %, ๐.๒๐ % ตามลำดับ propyl  
paraben ๐.๐ % เพื่อเป็น control และ ๐.๐๒ %, ๐.๐๔ %, ๐.๐๖ %, ๐.๐๘ %, ๐.๑๐ %, ๐.๑๒ %, ๐.๑๔ %, ๐.๑๖ %, ๐.๑๘ %

๐.๒๐ % ตามลำดับ mixture of methylparaben and propylparaben  
ผสมกันโดยชั่งน้ำหนักอย่างละเท่า ๆ กัน ๐.๐ % ใช้เป็น control และ ๐.๐๒ %, ๐.๐๔ %, ๐.๐๖ %, ๐.๐๘ %, ๐.๑๐ %, ๐.๑๒ %, ๐.๑๔ %  
๐.๑๖ %, ๐.๑๘ %, ๐.๒๐ % sodium benzoate ๐.๐ % ใช้เป็น  
control และ ๐.๐๕ %, ๐.๑๐ %, ๐.๑๕ %, ๐.๒๐ %, ๐.๒๕ %, ๐.๓๐ %  
ตามลำดับ borax ๐.๐ % เป็น control ๐.๕ %, ๑.๐ %, ๑.๕ %  
๒.๐ %, ๒.๕ %, ๓.๐ % นำสารเคมีเหล่านี้ที่แต่ละความเข้มข้นข้างบรรยาย  
มาผสมกับวุ้น ทำให้ร้อนแล้วหยดลงบนแผ่นกระดาษที่กล่าวแล้ว หยดลงตำแหน่ง  
ละสองหยด เก็บจานเลี้ยงเชื้อไว้ในตู้เลี้ยงเชื้อ ๔๘ ชั่วโมง แล้วนำมาสังเกตว่า

สารเคมีนั้น ๆ ตามความเข้มข้นนั้น ๆ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีวันได้หรือไม่ ทราบว่ายับยั้งได้โดยเห็นราหรือבקเทรียขึ้นอยู่บริเวณอื่นที่ไม่มีสารเคมี แต่ไม่อาจเจริญที่บริเวณโดยรอบกระดาษที่มีสารเคมี คือ มี zone of inhibition เกิดขึ้นโดยรอบตำแหน่งที่มีสารเคมีนั้น ๆ อยู่ นอกจากนั้นแล้ว ความเข้มข้นที่ต่างกันยับยั้งการเจริญเติบโตดังกล่าวต่างกันอย่างไรก็สังเกตจากเส้นผ่าศูนย์กลางของ zone of inhibition ว่ายาวมากหรือน้อยต่างกันอย่างไร ทำการทดลองอย่างละ ๓ ซุก แล้วหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของ zone of inhibition ที่เกิดจากอำนาจของสารเคมีนั้น ๆ ที่ความเข้มข้นนั้น ๆ ตามที่บรรยายไว้แล้ว จากนั้นก็จะทราบได้ว่าที่ความเข้มข้นต่ำสุดเท่าใดที่สารเคมีสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีวันได้ผลดีที่สุดหรือเกือบดีที่สุด

การทดลองขั้นต่อมา ใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเป็นลำดับที่หนึ่ง สอง และสาม จากที่ทราบจากการทดลองขั้นก่อนมาทำการทดลองกับผลไม้โดยใช้ความเข้มข้นที่ต่ำสุด แต่ให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดหรือที่เกือบดีที่สุดในการห้ามการเจริญเติบโตของจุลชีวัน กับความเข้มข้นที่สูงสุดที่เคยใช้ คือใช้ทั้งคอปไปนี้

mixture of methylparaben and propylparaben      เข้มข้น ๐.๐๘ %  
 และ ๐.๒๐ %      sodium benzoate      ๐.๑๐ %      และ ๐.๓๐ %      borax  
 ๒.๐ %      และ ๓.๐ %      มาใช้กับผลไม้เพื่อทดสอบว่ามีผลต่อการเก็บผลไม้หรือไม่ คือ ทดลองว่าเมื่อผลไม้จุ่มสารเคมีดังกล่าวนี้เก็บในที่ต่างกัน คือ เก็บไว้ในที่เปียก เก็บในภาชนะปิดด้วยกระดาษแก้วใส และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทจะมีผลแตกต่างกันอย่างไร นอกจากนั้นแล้วยังศึกษาว่าอุณหภูมิห้องปกติ (๒๔°-๒๕°ซ) และอุณหภูมิ ๒°-๔°ซ มีผลต่อการเก็บทั้งในแบบเก็บในภาชนะต่างกัน และสารเคมีต่างชนิดตามความเข้มข้นกันนั้นอย่างไร รายละเอียดในการทำมีดังนี้ ล้างผลไม้ให้สะอาดด้วยน้ำประปาเสียชั้นหนึ่งก่อน เพื่อล้างเอาจุลชีวันที่ติดอยู่ตามผิวให้ออกไปเสียบ้าง แล้วนำมาแช่ในสารเคมีตามชนิดและความเข้มข้นที่

กล่าวแล้ว ๕ นาที และอีกพวกหนึ่งไม่ใส่เชื้อสารเคมี แต่แช่ในน้ำกลั่น ๕ นาที เพื่อเป็น control เอาขึ้นมาผึ่งให้แห้งในภาชนะที่ฆ่าเชื้อแล้ว เก็บในภาชนะเปิดพวกหนึ่ง เก็บในภาชนะที่ปิดด้วยกระดาษแก้วใสพวกหนึ่ง และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท คือ ขวดฝาเกลียว ซึ่งใช้พาราฟินทาตามรอยฝาขวดโดยรอบ อีกด้วย เพื่อกันไม่ให้อากาศเข้าออกใต้วพวกหนึ่ง เก็บที่อุณหภูมิห้อง (๒๘ - ๒๙ °ซ) พวกหนึ่ง และอุณหภูมิตู้เย็น ๒ - ๘ ° ซ อีกพวกหนึ่ง ผลไม้ทุกชนิดที่ใช้ทำการทดลอง ๓ ครั้ง ๆ ละสามผล จดจำนวนวันตั้งแต่วันที่เริ่มทดลองถึงวันที่เริ่มเน่า การหมายเหตุวันที่ผลไม้เริ่มเน่านั้น ถือเอาวันที่มีการเปลี่ยนแปลงบนผิวของผลไม้ ถ้าเกิดเป็นจุดสีน้ำตาลหรือมีจุลชีวันเริ่มเกิดขึ้นก็ถือว่าผลไม้เน่า

การทดลองอีกชุดหนึ่งทำเพื่อทดสอบว่าการเก็บผลไม้ คือ ลำไย ลิ้นจี่ มะม่วงมัน ส้มเขียวหวาน และส้มจุก เก็บในภาชนะเปิด ภาชนะปิดด้วยกระดาษแก้วใส ( cellophane ) และเก็บในภาชนะที่ปิดด้วยฝาเกลียว กับที่เก็บในภาชนะที่มีแกสคาร์บอนไดออกไซด์อย่างหนึ่ง และเก็บในแกสไนโตรเจน<sup>๒</sup> อีกอย่างหนึ่ง เพื่อจะไ้ทราบว่าเก็บโดยไมใช่แกสและใช้แกสนั้นแต่ละอย่างช่วยในการเก็บผลไม้เหล่านั้นหรือไม่ และวิธีไหนดีกว่ากันอย่างไร สำหรับการทดลองเก็บผลไม้โดยไมใช่แกสตามที่ทดลองแจกแจงออกเป็นประเภท เก็บในภาชนะเปิด เก็บในภาชนะที่ปิดด้วยกระดาษแก้วใส และเก็บในภาชนะปิดด้วยฝาเกลียวนั้น นอกจากจะไ้ทราบว่าเก็บแบบไหนให้ผลดีที่สุดแล้ว ในขณะเดียวกันจะไ้ใช้ประเภทที่เก็บในภาชนะที่ปิดด้วยฝาเกลียวเป็น control เปรียบเทียบกับที่เก็บในแกส นอกจากนั้นแล้วผลไม้แต่ละอย่าง<sup>๑</sup> ที่ทดลองแต่ละประเภทยังเก็บในอุณหภูมิห้องปกติ (๒๘ - ๒๙ °ซ) พวกหนึ่ง เก็บในห้องคอน

---

<sup>๑</sup> และ <sup>๒</sup> แกสคาร์บอนไดออกไซด์ ๕ % ๑๐ % ๒๐ % ๑๐๐ % และแกสไนโตรเจน ๑๐๐ % สืบชื่อจากกรมวิทยาศาสตร์ทหารบก บางเขน พระนคร

ข้างเย็น อุณหภูมิปรับไว้ ๑๒° - ๑๔° ซ พวกหนึ่ง และเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ ๒° - ๔° ซ อีกพวกหนึ่ง รายละเอียดในการทำมีดังนี้ ล้างผลไม้ให้สะอาด คัวยน้ำประปา แล้วผึ่งให้แห้งในภาชนะสะอาด บรรจุในภาชนะขนาด ๒,๐๐๐ ซี.ซี. ที่ฆ่าเชื้อแล้วภาชนะละสามผล ทำอย่างละ ๓ ครั้ง คือ เก็บในภาชนะเปิดชุดหนึ่ง เก็บในภาชนะปิดด้วยกระดาษแก้วใสชุดหนึ่ง และเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทด้วยฝาเกลียวทารอยฝาชวคด้วยพาราฟินเพื่อกันไม่ให้อากาศถ่ายเทได้ชุดหนึ่ง เก็บในบรรยากาศที่มีแกสคาร์บอนไดออกไซด์ ๕ % ๑๐% ๒๐% ๑๐๐ % ตามลำดับ สำหรับคาร์บอนไดออกไซด์ ๕ % ๑๐ % และ ๒๐ % นั้น ส่วนเปอร์เซ็นต์ของบรรยากาศที่เหลือ คือ อากาศธรรมดา และเก็บในบรรยากาศที่มีไนโตรเจน ๑๐๐ % อีกชุดหนึ่ง การผ่านแกสเหล่านี้เข้าไปในภาชนะที่บรรจุผลไม้ทำโดยผ่านแกสดังกล่าวเข้าไปประมาณ ๕ นาที เพื่อเป็นการไล่อากาศในภาชนะออกไปจนแน่ใจว่าไม่มีอากาศเดิมเหลืออยู่ มีแค่บรรยากาศที่เป็นคาร์บอนไดออกไซด์หรือไนโตรเจนตามต้องการเท่านั้น แล้วปิดฝาให้สนิท ทาทรงรอยฝาชวคด้วยพาราฟินเพื่อไม่ให้แกสผ่านเข้าออกได้ เก็บที่อุณหภูมิธรรมดาประมาณ ๒๔° - ๒๕° ซ อุณหภูมิห้องเย็น ๑๒° - ๑๔° ซ และเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ ๒° - ๔° ซ นับจำนวนวันตั้งแต่เริ่มทดลองถึงวันที่ผลไม้เริ่มเน่า