บทที่ 6

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการหาขนาดและต้นทุนของผลิตภัณฑ์

การผลิตหน่อไม้แปรรูปทรงกระบอกบรรจุกระป๋อง จะต้องหาขนาดและต้นทุนโดยประมาณของผลิตภัณฑ์เพื่อประกอบการพิจารณานำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรม จากขนาดของวัตถุดิบที่ถูกส่งเข้าโรงงาน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 ขนาด (Size) คือ ใหญ่ กลาง และเล็ก พบว่าขนาดเฉลี่ยของขนาดใหญ่คือ 16.83 ซม.×20.32 ซม. (เส้นผ่านศูนย์กลาง × ความสูง) ขนาดกลางคือ 11.82 ซม.×15.41 ซม. และขนาดเล็กคือ 7.56 ซม.×11.57 ซม. จากขนาดเฉลี่ยนี้จะได้ขนาดของผลิตภัณฑ์ทรงกระบอกขนาด 11.22 ซม.×6.77 ซม. 7.88 ซม.×5.13 ซม. และ 5.10 ซม.×3.86 ซม. สำหรับขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ตามลำดับ เมื่อนำไปพิจารณาควบคู่กับขนาดของกระป๋องที่ผลิตขายกันอยู่ในตลาดอุตสาหกรรมอาหารทั่ว ๆ ไป ก็พบว่า กระป๋องที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่คือ 99 มม.×60 มม. ขนาดกลางคือ 73 มม.×52 มม. แต่สำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กนั้น เนื่องจากมีขนาดเล็กมากไม่เหมาะกับการบรรจุกระป๋อง จึงควรพิจารณาให้มีผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เพียง 2 ขนาด ซึ่งเพียงพอต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค จากผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ขนาด ซึ่งจะมีน้ำหนักผลิตภัณฑ์ประมาณ 330 กรัม สำหรับขนาดใหญ่ และ 150 กรัม สำหรับขนาดกลาง นั้น เมื่อนำมาคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก็จะได้เป็น 10 บาท และ 5 บาท ตามลำดับ

ผลการหาเวลาในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์

จากรูปที่ 9 ซึ่งเป็น Thermal death time curve ของจุลินทรีย์ Clostridium thermosaccharolyticum ค่า z ที่ได้คือ 20.0 องศาฟาเรนไฮท์ ค่า F (12 D concept) ของจุลินทรีย์นี้ที่อุณหภูมิ 250 องศาฟาเรนไฮท์ คือ 14.04 นาที และที่อุณหภูมิ 240 องศาฟาเรนไฮท์ คือ 41.4 นาที ส่วนที่อุณหภูมิ 212 องศาฟาเรนไฮท์ นั้น เพียง 1 D concept ก็เป็นเวลาถึง 117 นาที ดังนั้นในงานวิจัยนี้ การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 212 องศาฟาเรนไฮท์ จึงใช้ค่า F (1 D concept) ในการคำนวณหาเวลาในการฆ่าเชื้อ

จากการคำนวณโดยใช้วิธีคำนวณทั้ง 3 วิธี ค่าของเวลาในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ทรงกระบอก กับผลิตภัณฑ์หน่อไม้หั่นเป็นชิ้น มีค่าต่างกันมากเนื่องจาก การนำความร้อน (Heat conduction) ในผลิตภัณฑ์หน่อไม้ทรงกระบอกเป็นไปได้ช้ากว่าการพาความร้อน (Heat convection) ในผลิตภัณฑ์ชนิดชิ้น ส่วนในผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันที่แต่ละอุณหภูมิการฆ่าเชื้อ พบว่าค่าที่ได้จาก Calculation method จะใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาก Nomogram method เนื่องจากการคำนวณแบบ Nomogram method นั้นจะต้องใช้ตัวเลขหรือข้อมูลบางตัวจาก Calulation method

งานวิจัยนี้ได้ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อจากการคำนวณแบบ Calculation method เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและนิยมใช้กันในโรงงานอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป ส่วนเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 212 องศาฟาเรนไฮท์นั้น ไม่สามารถจะหาค่าบางค่า (g) ในการคำนวณได้ จึงเลือกเวลาในการฆ่าเชื้อเป็น 117 นาที (1 D concept) ซึ่งเป็นเวลาที่ใกล้เคียงกันกับเวลาในการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์หน่อไม้บรรจุปี๊บ (ประมาณ 2 ชั่วโมง) และอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อก็เท่ากันคือ 212 องศาฟาเรนไฮท์ (100 องศาเซลเซียส)

ผลของระยะเวลาการเก็บที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์

ค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้คือ พีเอช สุญญากาศ น้ำหนักสุทธิ (Net weight) และเฮดสเปซ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อมีอายุการเก็บนานถึง 20 สัปดาห์ เนื่องจากการบรรจุกระป๋อง สามารถจะเก็บรักษาคุณภาพของอาหารได้ดี จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของผลิตภัณฑ์หน่อไม้ทรงกระบอกบรรจุกระป๋อง ที่มีอายุการเก็บนาน 20 สัปดาห์ ก็พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์น้อยมาก ผลการเลี้ยงเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อเพลตเคาท์อะการ์ ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์เลย (บางตัวอย่างมีการเจริญเพียง 1 โคโลนี คาดว่าเกิดจากการผิดพลาดทางด้านเทคนิคปลอดเชื้อ) (Aseptic technique) ที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ได้จากการคำนวณโดยคำนึงถึงเชื้อ Cl. thermosaccharolyticum ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสามารถทนต่อความร้อนได้สูง (มีค่า D ถึง 117 นาที ที่อุณหภูมิ 212 องศาฟาเรนไฮท์) ดังนั้นเวลาในการฆ่าเชื้อจึงมากเพียงพอในการทำลายจุลินทรีย์ปนเปื้อนชนิดอื่นที่ทนความร้อนได้น้อยกว่าด้วย และอีกเหตุผลหนึ่งก็คือ ผลิตภัณฑ์หน่อไม้ทรงกระบอกที่ได้เป็นการเจาะเอาแต่เพียงแกนกลางของหน่อไม้ที่ผ่านการต้มนานประมาณ 2 ชั่วโมงมาแล้ว จึงทำให้ได้วัตถุดิบก่อนการบรรจุที่ค่อนข้างปราศจากการปนเปื้อน เนื่องจากแกนกลางของหน่อไม้

มีการปนเปื้อนน้อยมากเมื่อเทียบกับการปนเปื้อนที่ผิวตามปกติ (ทศพล อมรศิริวัฒนกุล, 2528)

1. ความแน่น จากตารางที่ 19 แสดงว่า ระยะเวลาการเก็บ อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ และอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัย มีผลทำให้ค่าคะแนนความแน่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 20 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบการทำไร้-เชื้อทางการค้าที่อุณหภูมิ 250 และ 240 องศาฟาเรนไฮท์ พบว่าค่า Mean effect ของระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลทำให้ความแน่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีค่าเป็นลบ (-) แสดงว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น (จาก 0 สัปดาห์ ไปเป็น 20 สัปดาห์) จะทำให้ความแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง เกิดจากผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บไว้นานจะทำให้ความสามารถในการยึดเกาะกันของเนื้อเยื่อลดต่ำลง จากค่า Mean effect ของอุณหภูมิการฆ่าเชื้อ แสดงให้เห็นว่าระดับอุณหภูมิการฆ่าเชื้อที่ไม่ต่างกันมากนัก (250 และ 240 องศาฟาเรนไฮท์) จะไม่ทำให้ความแน่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจาก เวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อไม่ต่างกันมากดังเช่นเมื่อวิเคราะห์ Analysis of variance (ตารางที่ 19) ซึ่งรวมเอาการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 212 องศาฟา-เรนไฮท์ (ใช้เวลาถึง 2 ชั่วโมงในการฆ่าเชื้อ) จึงมีความแตกต่างกันมาก ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 19 จึงแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิการฆ่าเชื้อมีผลทำให้ความแน่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. กลิ่น จากตารางที่ 22 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิการฆ่าเชื้อมีผลทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่จากตารางที่ 23 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิการฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากตารางที่ 23 พิจารณาเพียงอุณหภูมิการฆ่าเชื้อที่เป็นการทำไร้เชื้อทางการค้า 2 ระดับ (250 และ 240 องศาฟาเรนไฮท์) โดยทั้ง 2 ระดับนี้ใช้เวลาไม่ต่างกันมากเหมือนกับการฆ่าเชื้อที่ 212 องศาฟาเรนไฮท์ ซึ่งใช้เวลาต่างกันมากทำให้สารระเหย (ทำให้เกิดกลิ่น) ในหน่อไม้ถูกทำลายไปมากกว่า ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษานั้นไม่มีผลทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากการเก็บรักษาอาหารโดยการบรรจุกระป๋อง ตัวกระป๋องจะทำหน้าที่ป้องกันผลิตภัณฑ์จากสิ่งแวดล้อมภายนอกที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลิ่น เช่น ออกซิเจน แสงแดด ได้ค่อนข้างดีเมื่อเทียบกับภาชนะบรรจุชนิดอื่น จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงของกลิ่นมีน้อยลง

3. สี จากตารางที่ 25 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมของระยะเวลาการเก็บรักษากับอุณหภูมิการฆ่าเชื้อมีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นอาจทำให้สารที่มีสีเหลือง เช่น Carotenoid pigment ละลายออกมาและอยู่ที่บริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้สีของผลิตภัณฑ์ผิดไปจากเดิม ด้านอุณหภูมิการฆ่าเชื้อพบว่าไม่มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากตารางที่ 26 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ และอิทธิพลร่วมทั้ง 2 ไม่มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากตารางที่ 26 เป็นการพิจารณาเฉพาะอุณหภูมิการฆ่าเชื้อที่อยู่ในพื้นฐานเดียวกัน (12 D concept) เท่านั้น และระยะเวลาการเก็บรักษาก็พิจารณาเพียง 2 ช่วง คือ 0 และ 20 สัปดาห์ ดังนั้นในการพิจารณาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาจึงควรพิจารณาตารางที่ 25 เป็นหลัก นั่นคือ ระยะเวลาการเก็บรักษา และอิทธิพลร่วมทั้ง 2 มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน และอุณหภูมิการฆ่าเชื้อไม่มีผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. รสชาติ จากตารางที่ 28 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา และอุณหภูมิการฆ่าเชื้อ จะไม่มีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลของทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกันจะทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน โดยมีค่า Mean effect เป็นลบ นั่นคือเมื่อเก็บรักษานานก็จะทำให้คุณภาพเชิงรสชาติของผลิตภัณฑ์ลดลงมากขึ้น แต่จากตารางที่ 28 ซึ่งเป็นตารางที่พิจารณาวิเคราะห์ผลซึ่งเกิดจากการทดลองที่มีพื้นฐานต่างกัน คือมีทั้ง 12 D และ 1 D จึงอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไปเนื่องจากเกิดการรบกวนจากข้อมูลที่มีพื้นฐานต่างกัน ดังนั้นจึงควรยึดเอาตารางที่ 29 เป็นหลักในการพิจารณา นั่นคืออายุการเก็บรักษามีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนอุณหภูมิการฆ่าเชื้อและอิทธิพลของปัจจัยร่วมทั้ง 2 ไม่มีผลทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5. เนื้อสัมผัส จากตารางที่ 31 แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการเก็บรักษา และอุณหภูมิการฆ่าเชื้อ ไม่มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อพิจารณาอิทธิพลของทั้ง 2 ปัจจัยร่วมกันจะทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน จากตารางที่ 32 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ

และอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 ปัจจัยไม่มีผลทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

6. การยอมรับ จากตารางที่ 34 และ 35 แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาการเก็บรักษา อุณหภูมิการฆ่าเชื้อ และอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้ง 2 ไม่มีผลทำให้การยอมรับของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย