บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

ผลที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเกิดบรรยากาศดัดแปร การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการเกิดบรรยากาศดัดแปรในบรรจุภัณฑ์พอลิเมอร์สำหรับผักและผลไม้สด และการศึกษาผลกระทบของตัวแปรของบรรจุภัณฑ์ต่อความเข้มข้นของแก๊สภายในบรรจุภัณฑ์ที่ได้ทำขึ้นในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. แบบจำลองคณิตศาสตร์ของบรรจุภัณฑ์แบบบรรยากาศดัดแปร (modified atmosphere Package, MAP) เป็นสมการสมดุลมวลที่ประกอบด้วยพจน์ของการแพร่ของแก๊สผ่านฟิล์มพอลิเมอร์แบบฟิกเกียนและพจน์ของอัตราการหายใจของผักและผลไม้สด

2. แบบจำลองคณิตศาสตร์ของ MAP ที่ใช้แบบจำลองอัตราการหายใจ 7 แบบ คือ แบบเส้นตรง (Linear) แบบโพลิโนเมียล (Polynomial) แบบเอกโปเนนเชียล (Exponential) แบบไมเคิลลีสเมนเทนชนิดมีการยับยั้งแบบอันคอมเพททิทีฟ (Michealis-Menten: uncompetitive) แบบไมเคิลลีสเมนเทนชนิดมีการยับยั้งแบบนอนคอมเพททิทีฟ (Michealis-Menten: noncompetitive) แบบไมเคิลลีสเมนเทนชนิดมีการยับยั้งแบบคอมเพททิทีฟ (Michealis-Menten: competitive) และแบบแลงเมียร์ (Langmuir) สามารถทำนายความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ที่เวลาใด ๆ ได้โดยมีแนวโน้มสอดคล้องกับผลการทดลองของงานวิจัยที่ผ่านมา

3. แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้แบบจำลองอัตราการหายใจแบบไมเคิลลีสเมนเทนชนิดที่มีการยับยั้งแบบอันคอมเพททิทีฟ และแบบนอนคอมเพททิทีฟให้ความแม่นยำของการ

ทำนายความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ที่เวลาใด ๆ ดีที่สุด

4. เมื่อพื้นที่ผิวของบรรจุภัณฑ์ (A) เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนที่สมดุล ($\%O_{2(eq)}$) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่สมดุล ($\%CO_{2(eq)}$) และเวลาที่ใช้ในการเข้าสู่สมดุล (t_{eq}) มีแนวโน้มลดลง

5. เมื่อความหนาของพอลิเมอร์ฟิล์มที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ (L) เพิ่มขึ้น $\%O_{2(eq)}$ มีแนวโน้มลดลง แต่ $\%CO_{2(eq)}$ และ t_{eq} มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

6. เมื่อน้ำหนักของผักและผลไม้สด (W) เพิ่มขึ้น $\%O_{2(eq)}$ และ t_{eq} มีแนวโน้มลดลง แต่ $\%CO_{2(eq)}$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

7. การเพิ่มค่าการซึมผ่านพอลิเมอร์ของแก๊สออกซิเจน (P_O) มีแนวโน้มให้ $\%O_{2(eq)}$ และ t_{eq} ลดลง โดยแทบจะไม่มีผลต่อ $\%CO_{2(eq)}$ เลย ส่วนการเพิ่มค่าการซึมผ่านพอลิเมอร์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (P_C) มีแนวโน้มให้ $\%CO_{2(eq)}$ และ t_{eq} ลดลง โดยมีผลต่อ $\%O_{2(eq)}$ น้อยมาก

8. การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรอิสระภายในบรรจุภัณฑ์ (V) ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแก๊สที่สมดุล แต่ V ที่มากขึ้นจะทำให้ t_{eq} เพิ่มมากขึ้น

9. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเริ่มต้นของแก๊สในบรรจุภัณฑ์ ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของแก๊สที่สมดุล แต่มีผลต่อ t_{eq} คือถ้าความเข้มข้นเริ่มต้นของแก๊สในบรรจุภัณฑ์มีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นของแก๊สที่สมดุลจะทำให้ t_{eq} น้อยลง

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจของผักและผลไม้สดกับความเข้มข้นของแก๊ส O_2 และ CO_2 ให้ละเอียดยิ่งขึ้น และให้อยู่ที่สภาวะจริงที่ใช้ในการเก็บรักษาผักและผลไม้สด หรือใกล้เคียงมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อว่าการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองอัตราการหายใจแบบต่าง ๆ จะสามารถทำได้แม่นยำมากขึ้น และน่าจะช่วยให้เข้าใจถึงกลไกของกระบวนการหายใจของผักและผลไม้สดได้ดีขึ้น

2. ควรศึกษาผลของอุณหภูมิต่ออัตราการหายใจของผักและผลไม้สดและค่าการซึมผ่านพอลิเมอร์ของแก๊ส O_2 และ CO_2 (P_O, P_C) เพื่อว่าแบบจำลองจะสามารถใช้งานได้ในขอบเขตที่กว้างขึ้น

3. ควรเพิ่มสมการสมดุลมวลของแก๊สเอทธิลีนในแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ MAP เพื่อจะได้แบบจำลองที่ใกล้เคียงกับปรากฏการณ์จริงมากยิ่งขึ้น

4. ควรศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการซึมผ่านพอลิเมอร์ของแก๊สกับโครงสร้างของพอลิเมอร์ เพื่อว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ของ MAP จะสามารถใช้งานได้ในวงกว้างขึ้นโดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานของพอลิเมอร์เท่านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย