บทที่ 4

ผลการทดลองและการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์

4.1 ผลการทดลองโดยใช้เครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน

ในการทดลองอบแห้งข้าวโพด โดยใช้เครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน ได้ทำการวัดค่าความชื้นของเมล็ดข้าวโพดก่อนและหลังการอบ , อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าตู้อบแห้ง และอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้ง ได้ทำการวัดค่าต่าง ๆ เหล่านี้ทุก ๆ ช่วงเวลา 15 นาที ข้อมูลการทดลองได้จากการทดลองอบแห้ง 2 ครั้ง โดยครั้งแรกได้ทำการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดจากความชื้นเริ่มต้น 26% มาตรฐานเปียก ให้เหลือความชื้น 14.5 % มาตรฐานเปียก โดยใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิและอัตราส่วนความชื้น ตามตาราง ข-1 อัตราไหลลมร้อน 90.25 lb/hr. sq.ft และมีระยะการอบแห้ง 3 ชั่วโมงต่อรอบ ได้แสดงไว้ในตาราง ข-1 ของภาคผนวก ข. และครั้งที่ 2 ได้ทำการอบแห้งเมล็ดข้าวโพดจากความชื้นเริ่มต้น 26.5 % มาตรฐานเปียกให้เหลือความชื้น 14.5 % มาตรฐานเปียก โดยใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิและอัตราส่วนความชื้นตามตาราง ข-3 อัตราไหลลมร้อน 135.9 lb/hr. sq.ft และมีระยะการอบแห้ง 4 ชั่วโมงต่อรอบ ได้แสดงไว้ในตาราง ข-3 ของภาคผนวก ข.

4.2 ผลของการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์

ในการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน ได้จัดสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาโฟร์แทรน 77 (Fortran 77) ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นมานี้มีลักษณะเป็นโปรแกรมหลักเพียงโปรแกรมเดียว จึงเป็นการง่ายต่อการใช้งานและศึกษาค้นคว้าประยุกต์ใช้กับแบบจำลองแบบอื่น ๆ ได้อีกต่อไป รายละเอียดของความหมายของตัวแปร , แผนภูมิ (flow chart) ในการจัดสร้างโปรแกรม ตลอดจนตัวโปรแกรมหลักของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้แสดงไว้ในภาค ผนวก ก.

ในการคำนวณหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง ฯ จะใช้ข้อมูลเริ่มต้นเพื่อการคำนวณ เช่น ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด, อุณหภูมิของเมล็ดข้าวโพดก่อนการอบแห้ง , อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง เป็นต้น สำหรับผลของการคำนวณค่าตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลของการทดลองครั้งที่ 1 โดยใช้คอมพิวเตอร์นั้น ได้แสดงไว้ในตาราง ข-2 ของภาคผนวก ข.

ผลจากการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียนนี้ ในการพิจารณาได้แบ่งลักษณะการอบแห้งเป็นชั้นบาง ๆ เพียงชั้นเดียวแทนชั้นบาง ๆ

ชั้นอื่น ๆที่มีอยู่ทั้งหมด (ชั้นบาง ๆ ทั้งหมดจะมีอยู่มากน้อยเท่าใดขึ้นอยู่ระยะเวลาที่เมล็ดข้าวโพดในตู้อบแห้งถูกอบแห้งในรอบหนึ่ง ๆ การควบคุมให้ระยะเวลาในการอบแห้งในรอบหนึ่ง ๆ จะใช้เวลามากน้อยเท่าใดนั้น สามารถที่จะใช้ screw conveyor เป็นตัวควบคุมให้เมล็ดข้าวโพดเคลื่อนที่ได้เร็วช้าตามต้องการ ถ้าเมล็ดข้าวโพดเคลื่อนที่ลงได้เร็วก็จะใช้เวลาในการอบแห้งต่อรอบหนึ่งน้อย นอกจากนั้นในการคำนวณหาชั้นบาง ๆ ที่มีอยู่ทั้งหมดนั้นยังขึ้นอยู่กับการกำหนด step time อีกด้วย เช่น ถ้าใช้ step time ในการคำนวณ = Ø.Ø2 hr. และกำหนดให้เมล็ดข้าวโพดในตู้อบแห้งเคลื่อนที่จนหมดตู้อบแห้งใช้เวลา 1 hr. หรือระยะเวลาการอบแห้ง = 1 hr. แล้ว ชั้นบาง ๆ ที่จะต้องใช้ในการคำนวณทั้งหมดจะต้องสูงเท่ากับ 1/Ø.Ø2 = 5Ø ชั้น) เหตุผลที่จะต้องใช้ชั้นบาง ๆ เพียงชั้นเดียวแทนชั้นบาง ๆ ที่มีอยู่ทั้งหมด ก็เพราะเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องใช้มาก แม้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด mini computer แล้วก็ยังใช้เวลามาก ข้อมูลของการทดลองแต่ละข้อมูลอาจใช้เวลามากกว่า 12 hr. ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้ชั้นบาง ๆ เพียงชั้นเดียวแทนชั้นบาง ๆ ที่มีอยู่ทั้งหมดแล้ว โดยใช้เวลาในการคำนวณเพียง ประมาณ 1/2 hr.ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

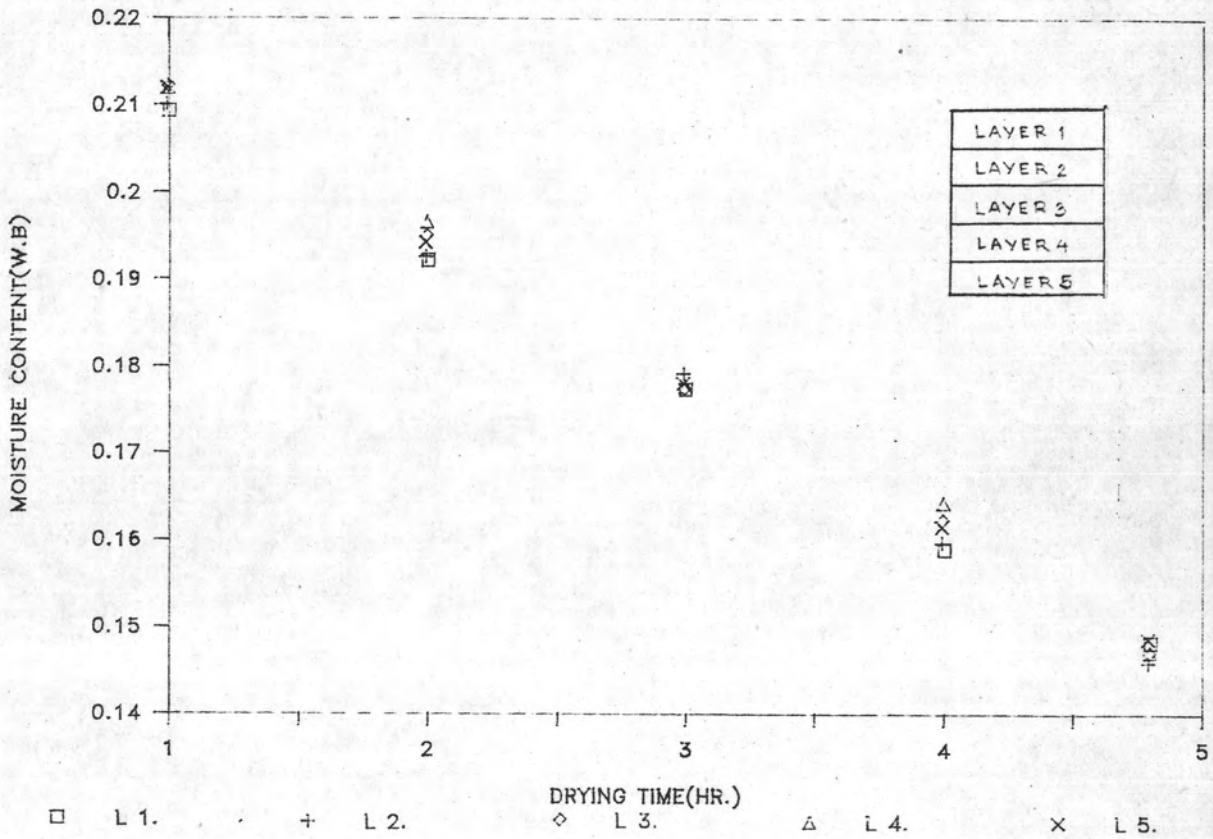
จากการคำนวณโดยการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีอุณหภูมิลมร้อน 167 °F , อัตราการไหลของอากาศ 127.5 lb/hr. sq.ft , ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดข้าวโพดเท่ากับ 22 % มาตรฐานเปียก และมีระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบเท่ากับ 1 ชั่วโมงต่อรอบ โดยใช้จำนวนชั้นความสูงสำหรับการคำนวณ 5 ชั้นแทนจำนวนชั้นความสูงทั้งหมด พบว่าความแตกต่างของค่าความชื้นเฉลี่ยของชั้นที่มีค่าสูงที่สุดกับต่ำที่สุดเมื่อสิ้นสุดการอบแห้งแล้ว มีความแตกต่างกันเพียง Ø.55 % เท่านั้น สำหรับค่าความชื้นของแต่ละชั้นความสูง ที่ชั่วโมงการอบแห้งต่าง ๆ ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4-1

4.3 การเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลของการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์

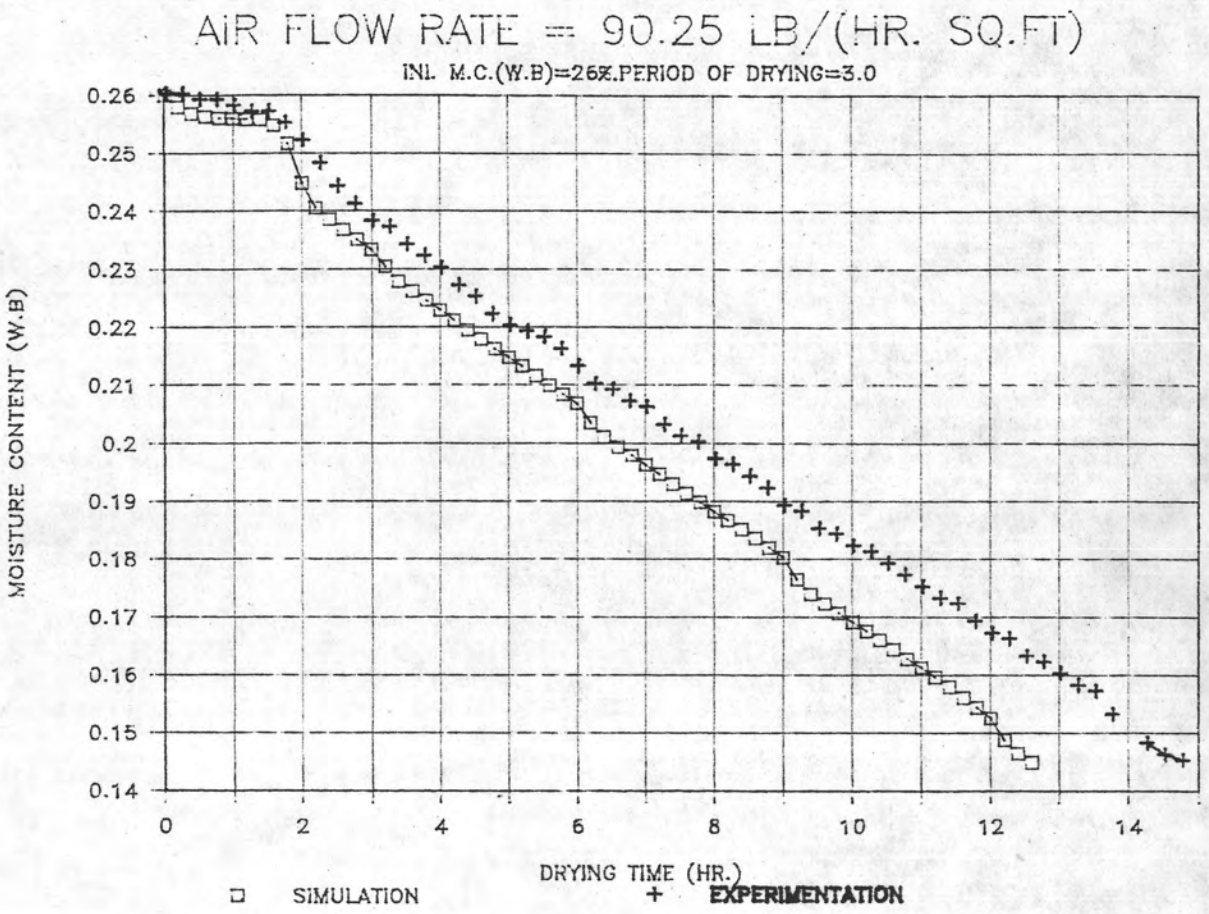
การเปรียบเทียบผลการทดลองครั้งที่ 1 กับผลของการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถจะทำได้โดยเปรียบค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ ค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพด , อัตราการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพด , เวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมด และอุณหภูมิของอากาศ ที่ออกจากตู้อบแห้ง

4.3.1 การเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพด

เมล็ดข้าวโพดจากตู้อบแห้ง จะถูกนำมาหาค่าปริมาณความชื้นทุก ๆ 15 นาที โดยในการวัดค่าปริมาณความชื้นแต่ละครั้งจะนำเมล็ดข้าวโพดมาวัดหาค่าประมาณ 5 ตัวอย่าง แล้วจึงนำค่าปริมาณความชื้นที่วัดได้มาหาค่าปริมาณความชื้นเฉลี่ย สำหรับการเปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพดที่ได้จากผลการทดลองและการจำลองแบบฯ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-1 ค่าความชื้นเฉลี่ยของแต่ละชั้นความสูงที่ชั่วโมงการอบแห้งต่าง ๆ



รูปที่ 4-2 แสดงความชื้นที่เวลาใด ๆ จากการจำลองแบบ ฯ และการทดลอง

ผลการเปรียบเทียบความชื้นเฉลี่ยของการทดลอง กับผลจากการจำลองแบบฯ พบว่า ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบมีค่าแตกต่างกัน และจะมีค่าแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มมากขึ้น ที่เวลาใด ๆ ค่าความชื้นเฉลี่ยของข้าวโพดที่ได้จากการจำลองแบบฯ จะมีค่าต่ำกว่าผลที่ได้จากการทดลอง จากรูปที่ 4-2 จะเห็นได้ว่ากราฟค่าความชื้นของข้าวโพดตลอดการอบแห้งทั้งผลจากการจำลองแบบฯ และผลจากการทดลองมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ทำให้สามารถที่จะแบ่งช่วงของการอบแห้งข้าวโพด โดยพิจารณาจากค่าความชื้นของข้าวโพดได้เป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงแรกค่าความชื้นของข้าวโพดมีค่าลดลงทีละน้อย และในช่วงถัดมาค่าความชื้นของข้าวโพดมีค่าลดลงมากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงแรกของการอบแห้งอากาศที่ผ่านชั้นของข้าวโพดจะพาความชื้นของข้าวโพดชั้นในออกมา ทำให้ความชื้นของข้าวโพดที่อยู่ชั้นนอกถูกพาออกไปได้น้อย ต่อจากนั้นเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งอากาศจะพาความชื้นของข้าวโพดที่อยู่ชั้นนอกได้มากขึ้น

ปกติในการอบแห้งข้าวโพดเมื่อค่าความชื้นของข้าวโพดมีค่าเข้าใกล้ค่าความชื้นสมดุลย์ จะทำให้ความชื้นของข้าวโพดถูกพาออกไปได้น้อยลงอีกครั้งหนึ่ง แต่จากการทดลองค่าความชื้นสุดท้ายที่อบแห้งได้นั้นยังมีค่ามากกว่าค่าความชื้นสมดุลย์อยู่พอสมควร ทำให้ช่วงการอบแห้งในช่วงสุดท้ายไม่ปรากฏในการทดลอง คงมีแต่ช่วงการอบแห้งเพียง 2 ช่วงแรกเท่านั้น

4.3.2 การเปรียบเทียบอัตราการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพด

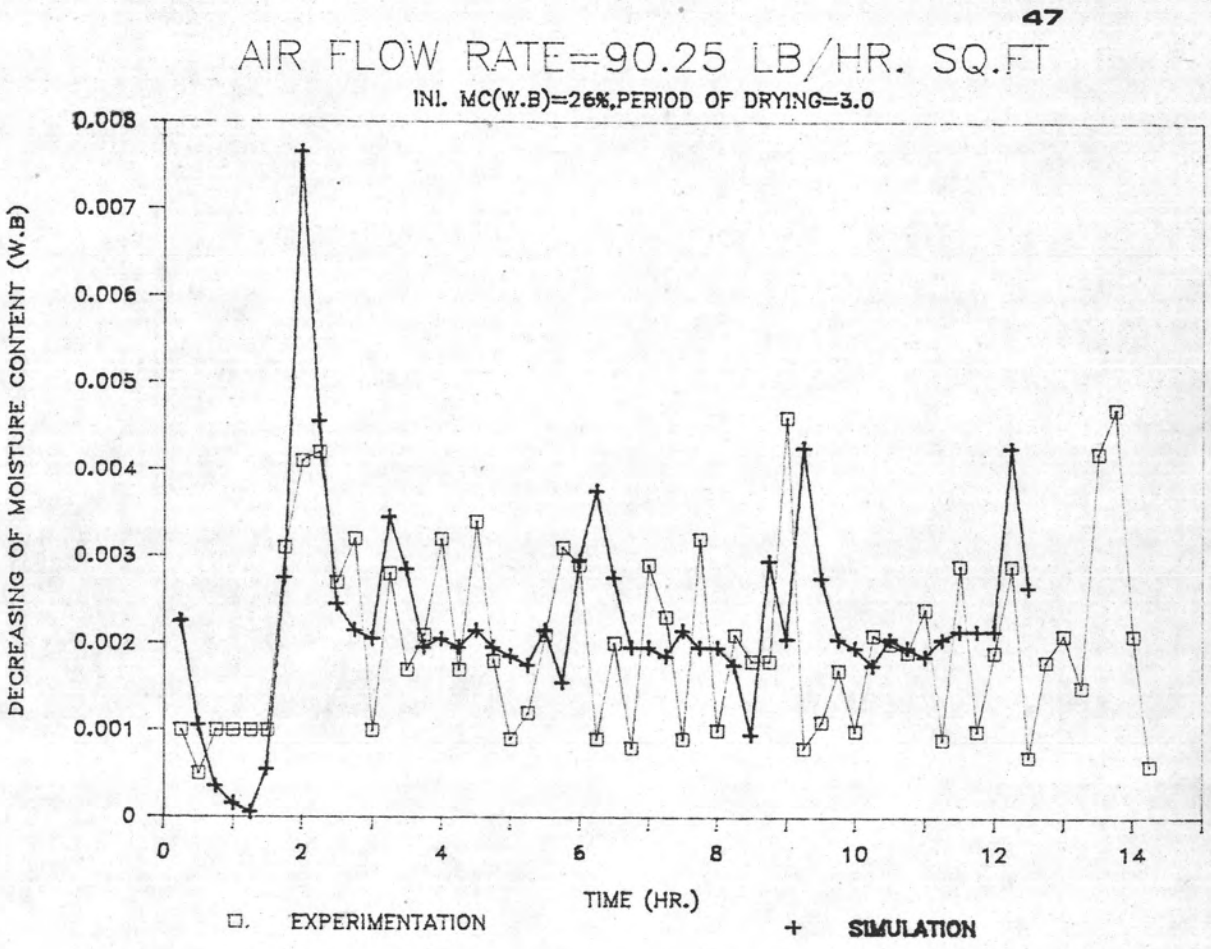
อัตราการลดความชื้นของเมล็ดข้าวโพดได้จากผลต่างของค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพดในช่วงเวลา 15 นาทีได้นำมาเปรียบเทียบกันในรูปที่ 4-3

ผลจากการเปรียบเทียบพบว่า อัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของข้าวโพดจากการจำลองแบบฯ มีค่าสูงกว่าผลจากการทดลองอยู่เล็กน้อย แต่อัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของข้าวโพดที่ได้จากการทดลอง จะมีค่ากระจายมากกว่าผลที่ได้จากการจำลองแบบฯ ผลที่ได้จากการจำลองแบบมีค่าอัตราการลดความชื้นเฉลี่ยประมาณ ๐.2302 % มาตรฐานเปียก ต่อช่วงเวลา 15 นาที และผลที่ได้จากการทดลองมีค่าอัตราการลดความชื้นเฉลี่ยประมาณ ๐.2023 % มาตรฐานเปียก ต่อช่วงเวลา 15 นาที

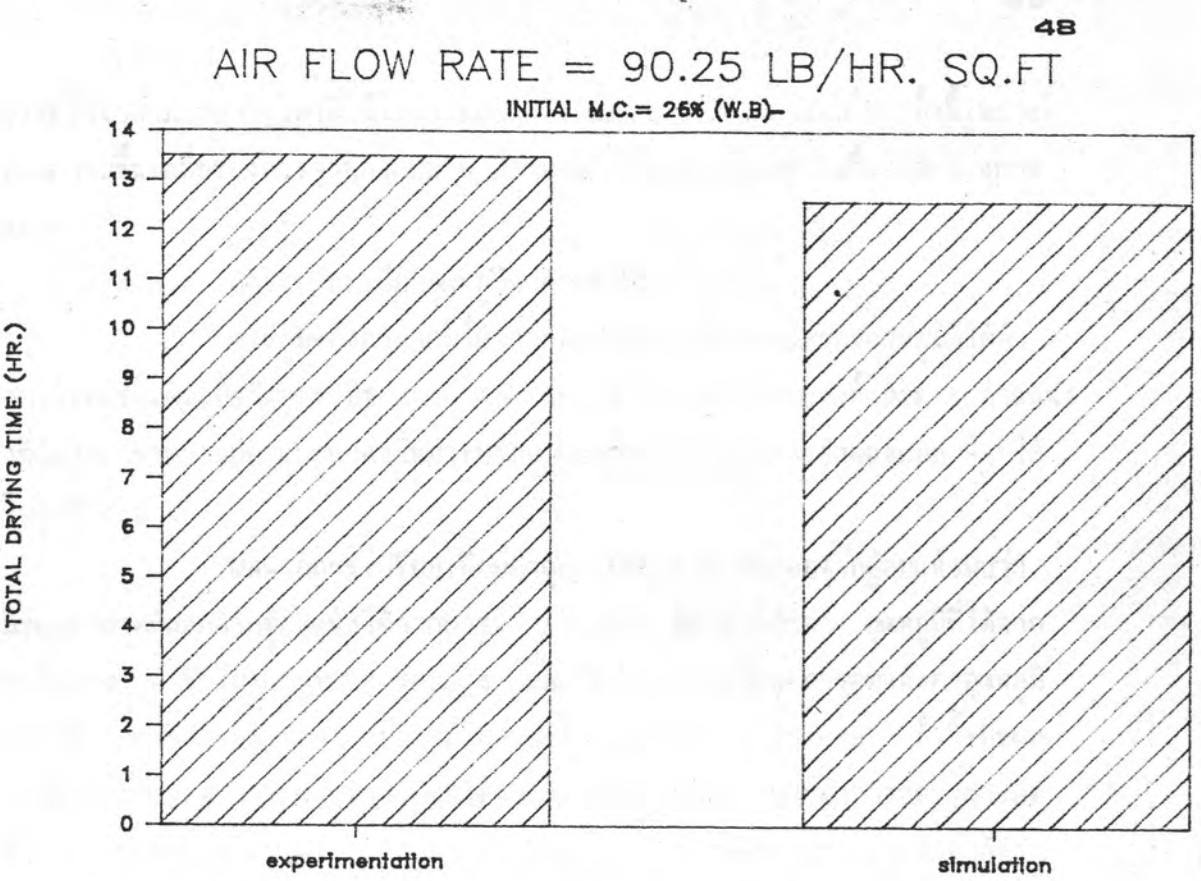
4.3.3 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมด

เวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมดนั้น เริ่มนับตั้งแต่ลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งมีอุณหภูมิค่อนข้างจะคงที่ แล้วจึงเริ่มทำการอบแห้งข้าวโพดที่ความชื้นเริ่มต้น จนกระทั่งค่าปริมาณความชื้นของเมล็ดข้าวโพดมีค่าตามที่ต้องการ จึงนับเวลารวมทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-4

ผลจากการเปรียบเทียบพบว่า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมดจาก



รูปที่ 4-3 แสดงอัตราการลดความชื้นในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ จากการจำลองแบบ ฯ และการทดลอง



รูปที่ 4-4 แสดงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการอบแห้ง จากการจำลองแบบ ฯ และการทดลอง

การทดลองจะใช้เวลามากกว่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้งทั้งหมดจากการจำลองแบบ ฯ ทั้งนี้เพราะอัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของการจำลองแบบ ฯ มีค่ามากกว่าอัตราการลดความชื้นเฉลี่ยของการทดลองนั่นเอง

4.3.4 การเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศที่ออกจากตู้อบแห้ง

อุณหภูมิของอากาศที่ได้จากการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ได้ทำการวัดโดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลวัดอุณหภูมิของอากาศที่ตะแกรงด้านข้างของตู้อบแห้งทั้งหมด 5 ตำแหน่ง และนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ย และนำค่านั้นมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการจำลองแบบ ฯ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4-5

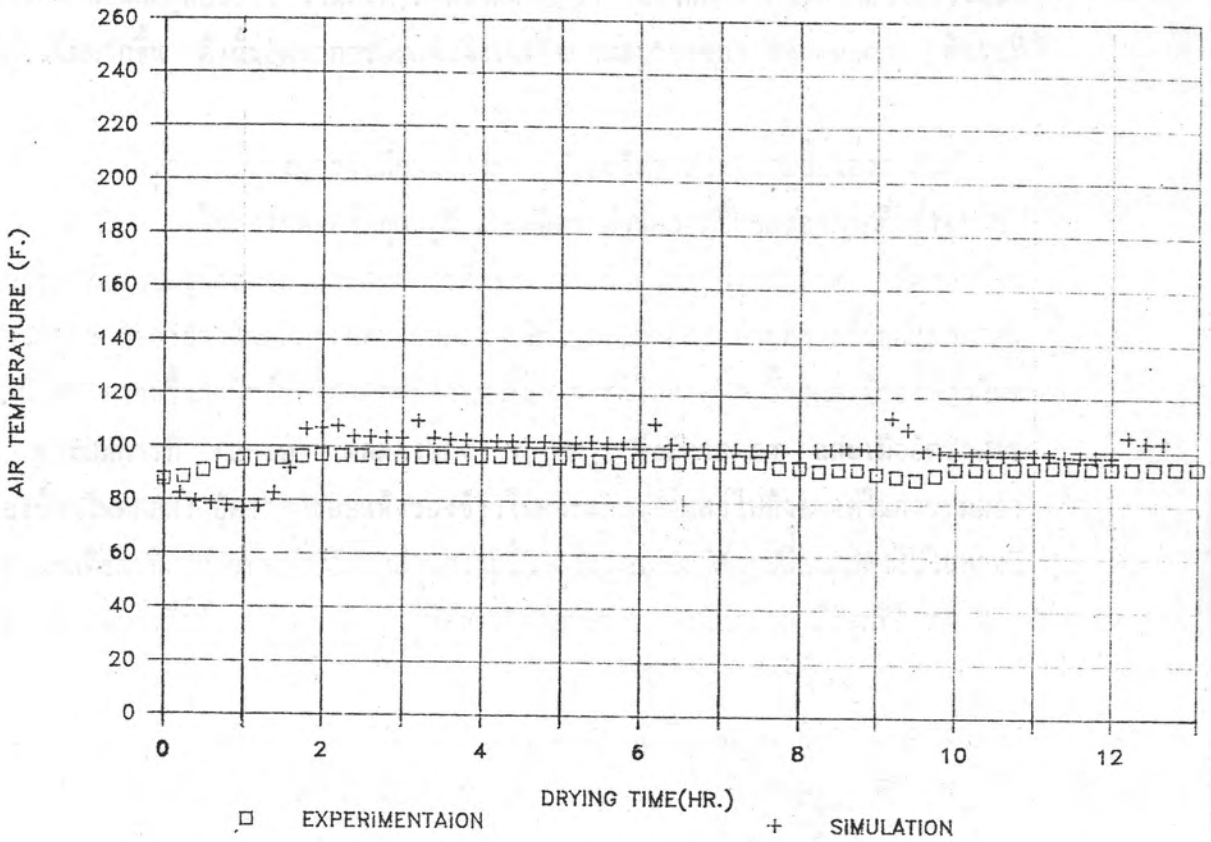
ผลจากการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้งพบว่าค่าอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้งได้จากการจำลองแบบฯ มีค่าต่ำกว่าค่า อุณหภูมิที่ได้จากการทดลองในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการอบแห้ง และในช่วงหลังจนสิ้นสุดการอบแห้งค่าอุณหภูมิของอากาศที่ได้จากการจำลองแบบฯ จะมีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิที่ได้จากการทดลอง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากอัตราการลดความชื้นของข้าวโพดที่ได้จากการจำลองแบบฯ มีค่าต่ำกว่าอัตราการลดความชื้นที่ได้จากการทดลองในช่วง 2 ชั่วโมงแรก และใน ช่วงหลังของการอบแห้งค่าอัตราการลดความชื้นของข้าวโพดที่ได้จากการจำลองแบบฯ จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการทดลอง จึงทำให้การคำนวณค่าอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากตู้อบแห้งได้ค่าที่สูงกว่าค่าที่ได้จากผลการทดลอง

4.4 ผลของการศึกษาตัวแปรที่สำคัญต่อการอบแห้งแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน โดยได้ทำการศึกษาจากการจำลองแบบฯ พบว่าตัวแปรที่สำคัญต่อการอบแห้ง สามารถจะแบ่งการพิจารณาได้ทั้งหมด 5 ตัวแปร ดังนี้

4.4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง

อากาศที่อยู่รอบๆตู้อบแห้งจะถูกดูดโดยพัดลม และถูกทำให้ร้อนโดยให้ผ่าน heat exchanger เมื่ออากาศร้อนขึ้นจะทำให้ความชื้นของอากาศหรือความชื้นสัมพัทธ์ยิ่งต่ำลง ถ้ายิ่งใช้อุณหภูมิของลมร้อนสูงขึ้นก็จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ยิ่งต่ำลง ทำให้อากาศร้อนเมื่อผ่านเมล็ดข้าวโพดชื้นก็สามารถจะรับเอาน้ำจากเมล็ดข้าวโพดมาได้มากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิของลมร้อนให้สูงขึ้น ทำให้ค่าความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพดลดลงตามสมการ (2-10) มีผลทำให้ค่าอัตราส่วนความชื้นของข้าวโพดมีแนวโน้มสูงขึ้นเพราะผลต่างระหว่างค่า $M_{in}-M_{eq}$ มีค่าสูงขึ้น อัตราการอบแห้งจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยลง

นอกจากนั้นอุณหภูมิของลมร้อนที่สูงขึ้น จะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของข้าวโพดมีค่าสูงขึ้นด้วยตามสมการที่ (2-26) เมื่ออุณหภูมิของข้าวโพดมีอุณหภูมิสูงขึ้นการใช้ปริมาณความร้อนในการระเหยน้ำออกจากข้าวโพดก็จะน้อยลง ทำให้อากาศร้อนยังมีอุณหภูมิสูงพอที่จะไประเหยน้ำออกจากข้าวโพดที่อยู่ถัดไปได้อีก ซึ่งอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิที่สูง



รูปที่ 4-5 แสดงอุณหภูมิที่ออกจากตู้อบแห้ง จากการจำลองแบบ ฯ และการทดลอง

กว่าจะทำให้ความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพดมีค่าลดลงได้มากกว่า ทำให้อัตราส่วนความชื้นของเมล็ดข้าวโพดมีค่าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นอัตราการอบแห้งจึงเพิ่มขึ้นตามสมการของ Thompson ดังรูปที่ 4-6

4.4.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและอัตราส่วนความชื้นของอากาศ

ในการทดลอง อุณหภูมิ และ อัตราส่วนความชื้นของอากาศที่อยู่รอบ ๆ ตู้อบแห้งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก และจากการศึกษาพบว่าเมื่ออุณหภูมิบรรยากาศ มีค่าเปลี่ยนแปลงจะทำให้อุณหภูมิของข้าวโพดมีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ถ้าอัตราส่วนความชื้นของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น นั่นคือ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพดมีค่าสูงขึ้น ตามสมการที่ (2-10) ผลต่างของ $M_{in}-M_{eq}$ จึงมีค่าลดลง และเมื่ออัตราส่วนความชื้นของข้าวโพดลดลง อัตราการอบแห้งของข้าวโพดจะลดลงตามลงไปด้วย แต่ในการทดลองพบว่าในธรรมชาติขณะที่ทำการทดลองอัตราส่วนความชื้นของอากาศจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงทำให้อัตราการอบแห้งลดลงน้อยมาก ดังรูปที่4-7

4.4.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด

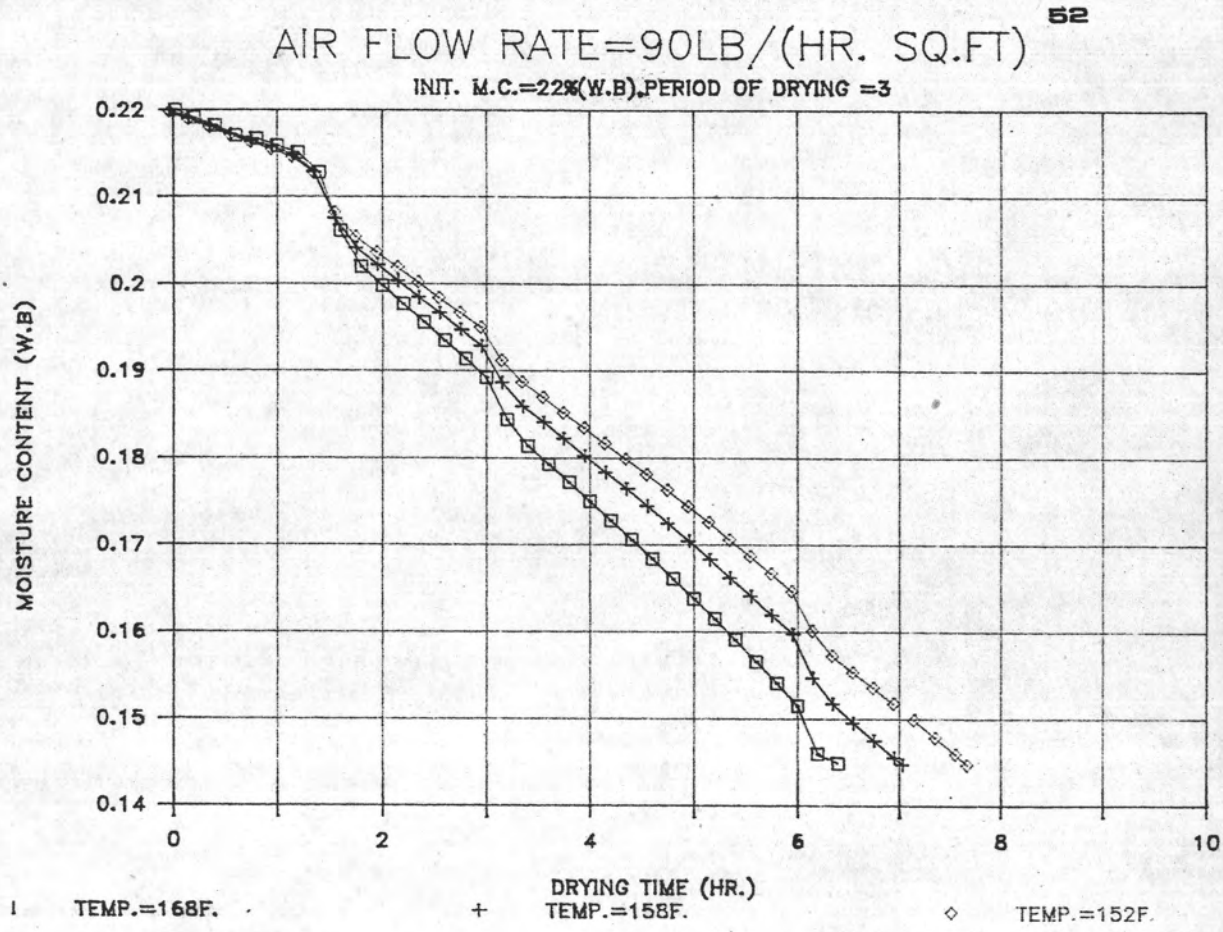
เมื่อความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดมีค่าสูงขึ้น จะทำให้อัตราส่วนความชื้นของข้าวโพดมีค่าลดลง เนื่องจากอัตราส่วนความชื้น $MR = (M-M_{eq})/(M_{in}-M_{eq})$ ซึ่ง M_{eq} คือ ค่าความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพด และ M_{in} คือ ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด เมื่ออัตราส่วนความชื้นของข้าวโพดมีค่าลดลง จะทำให้อัตราการอบแห้งตามสมการของ Thompson มีค่าลดลง นั่นคือเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจะต้องใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น ถ้าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดมีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 4-8

4.4.4 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง

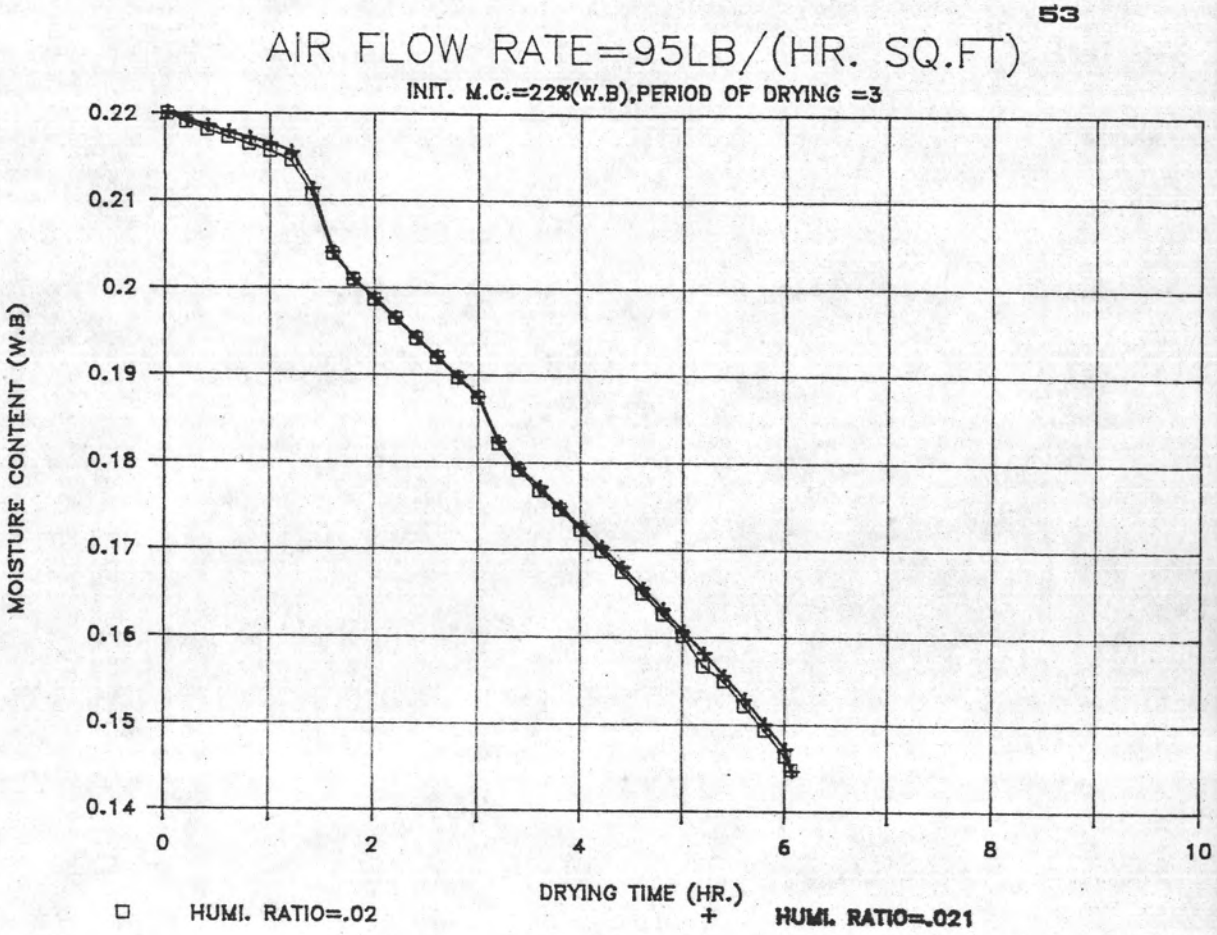
จากการศึกษาพบว่า เมื่ออัตราการไหลของลมร้อนมีค่าเพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศต่อระยะทางมีค่าลดลง ตามสมการที่ (2-19) นั่นคืออุณหภูมิของอากาศจะมีค่าลดลงน้อยลง นอกจากนั้นอัตราการไหลของลมร้อนที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของข้าวโพดมีค่าสูงขึ้น ตามสมการที่ (2-26) และจะทำให้อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นของอากาศมีค่าลดลง ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงทำให้อัตราการอบแห้งเพิ่มมากขึ้น ตามสมการของ Thompson ดังรูปที่ 4-9

4.4.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ

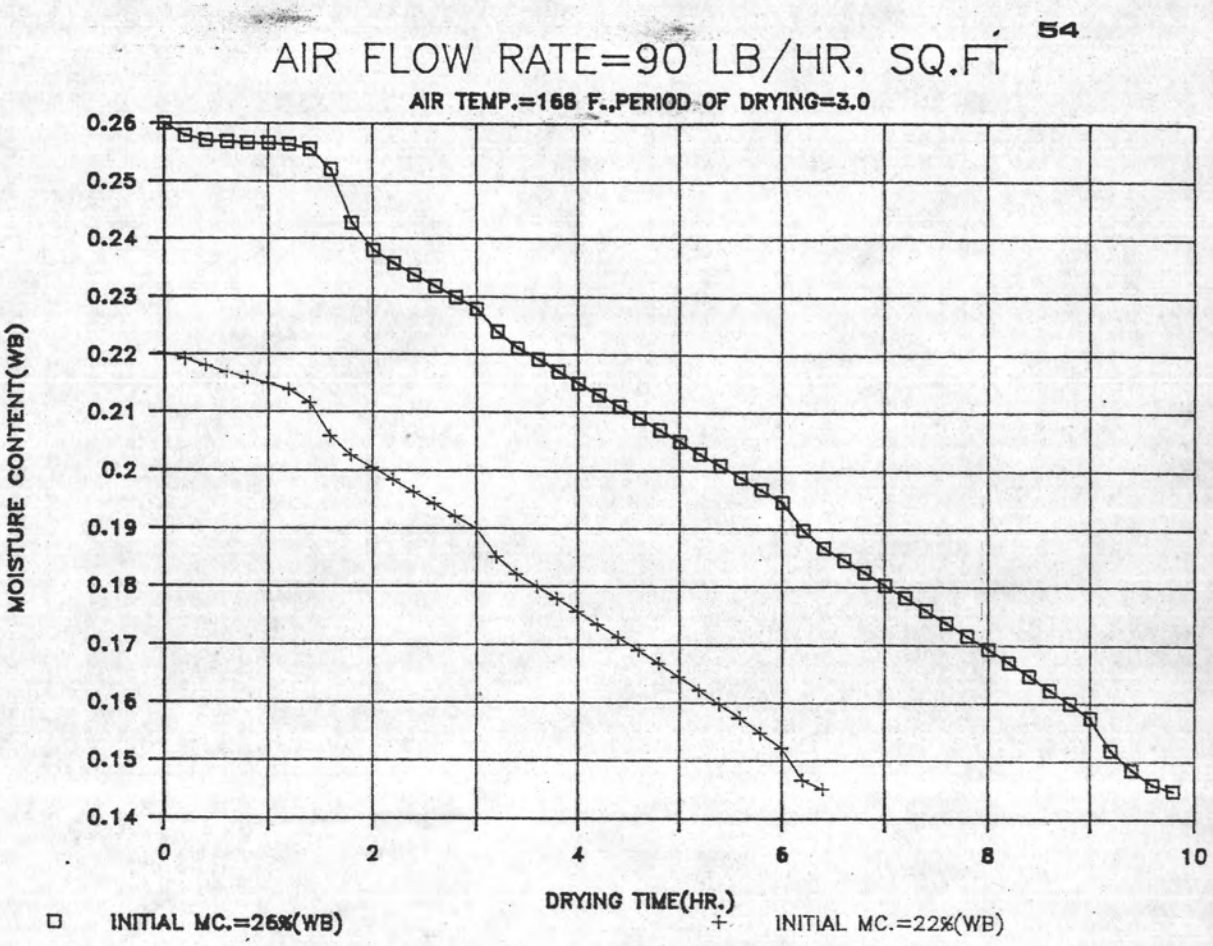
ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ เป็นระยะเวลาที่ข้าวโพดทั้งหมดในตู้อบแห้งถูกอบแห้ง ก่อนที่จะนำมาผสมกัน แล้วจึงนำกลับไปอบแห้งใหม่ในรอบต่อไป จากการศึกษาแบบจำลอง ฯ พบว่าระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ จะมีผลต่อความแตกต่างของความชื้นเมล็ดข้าวโพดในกระบะอย่างเห็นได้ชัด การใช้เวลาในการอบแห้งต่อ 1 รอบให้น้อยลง



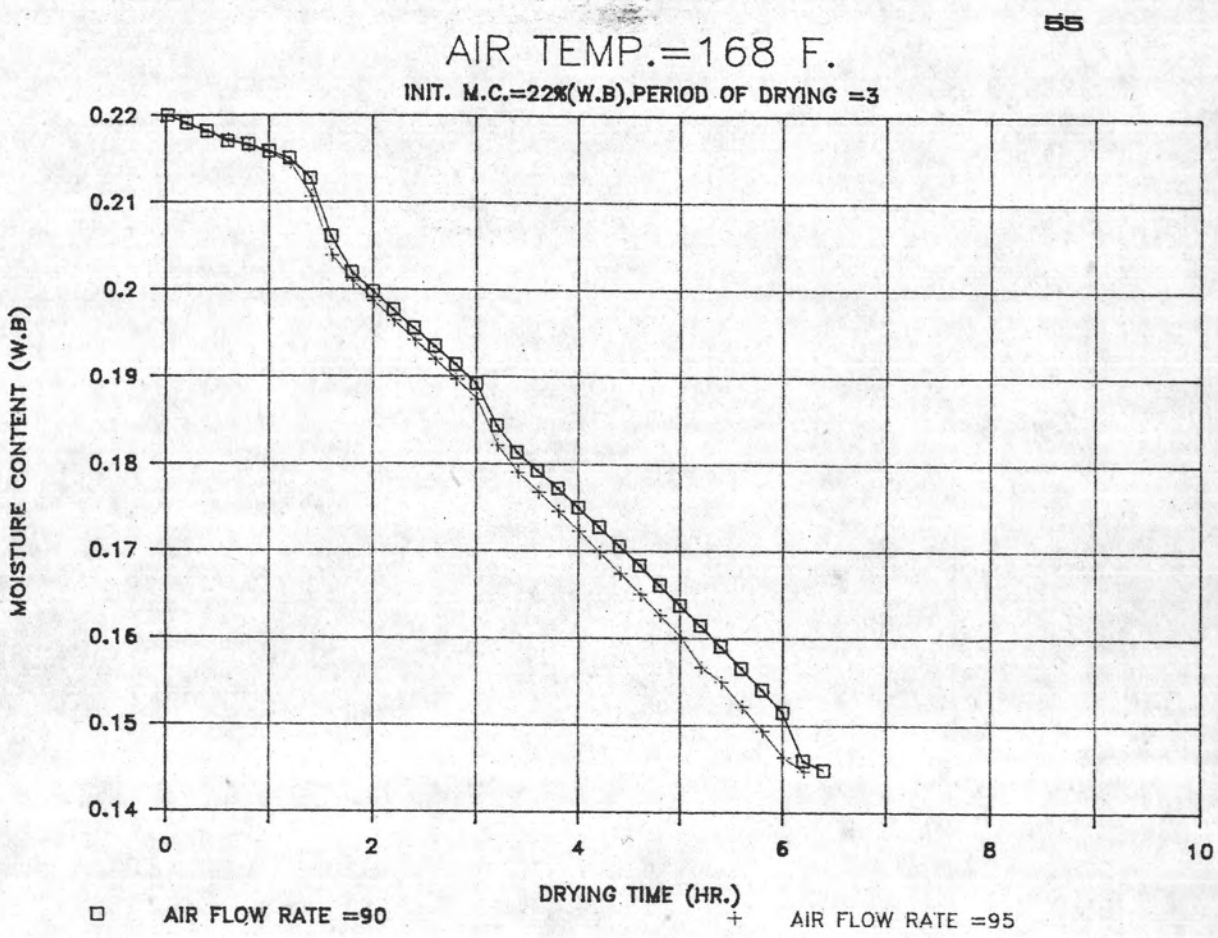
รูปที่ 4-6 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้ง



รูปที่ 4-7 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นอากาศ



รูปที่ 4-8 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด



รูปที่ 4-9 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราไหลของอากาศ

จะทำให้เมล็ดข้าวโพดมีการผสมผสานกันได้ดียิ่งขึ้น ความแตกต่างของความชื้นเมล็ดข้าวโพดที่อยู่ชั้นในสุดและชั้นนอกสุดของกระบะจะลดลงไปด้วย แต่ถ้าใช้ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบให้มากขึ้น ความชื้นเมล็ดข้าวโพดที่อยู่ชั้นในสุดและชั้นนอกสุด ก็จะมีค่าแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น รูปที่ 4-10 แสดงผลของการอบแห้งที่อัตราการไหลอากาศร้อนผ่านข้าวโพด 125 lb/hr. sq.ft ภายหลังการอบแห้ง (ความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 14.5 %) ความแตกต่างของความชื้นข้าวโพดที่ชั้นในสุด และชั้นนอกสุด ของการอบที่ใช้ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ เท่ากับ 1 ชม. และ 3 ชม. เท่ากับ 5.08 % และ 10.37 % มาตรฐานเปียก ตามลำดับ

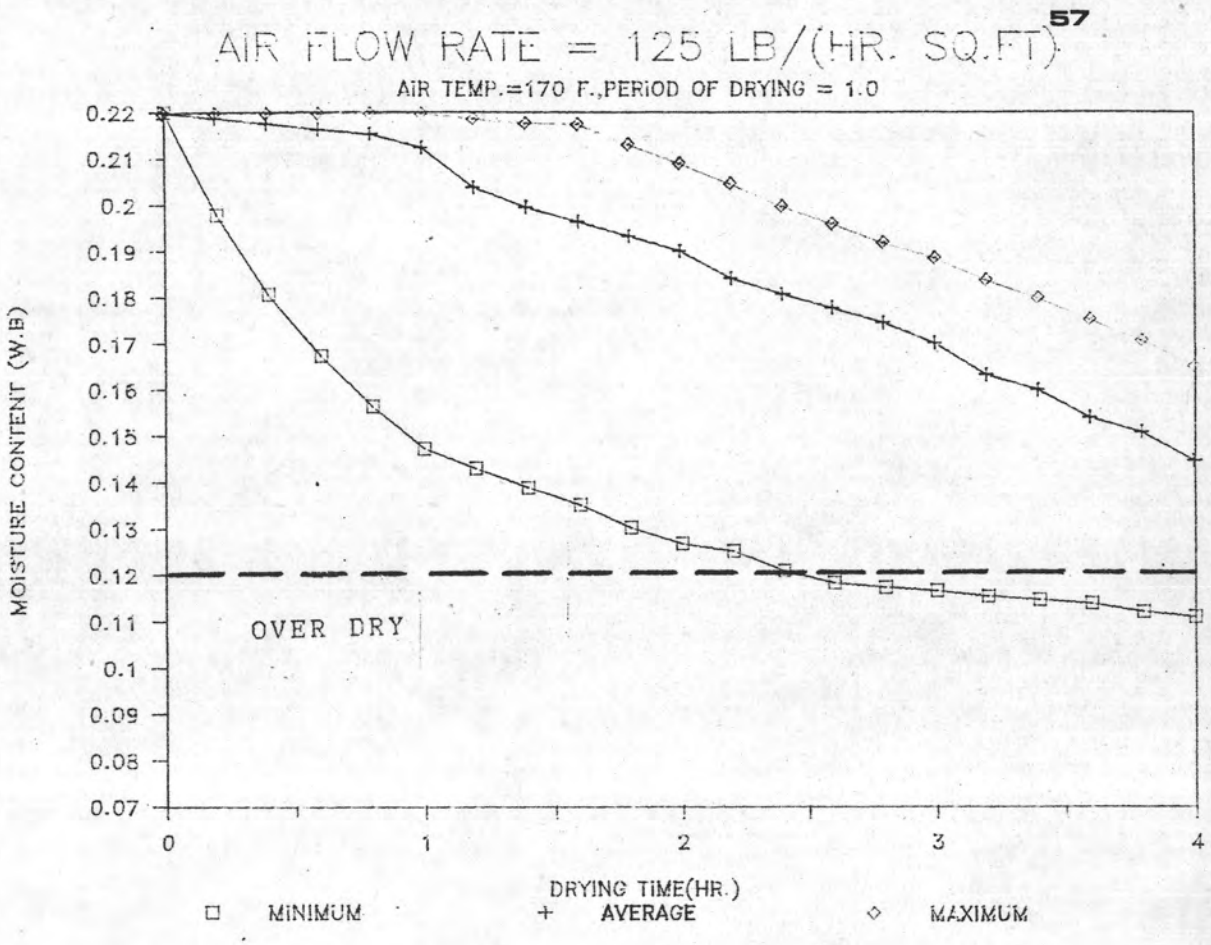
4.4.6 ผลของการเปลี่ยนแปลงความหนาของกระบะข้าวโพด

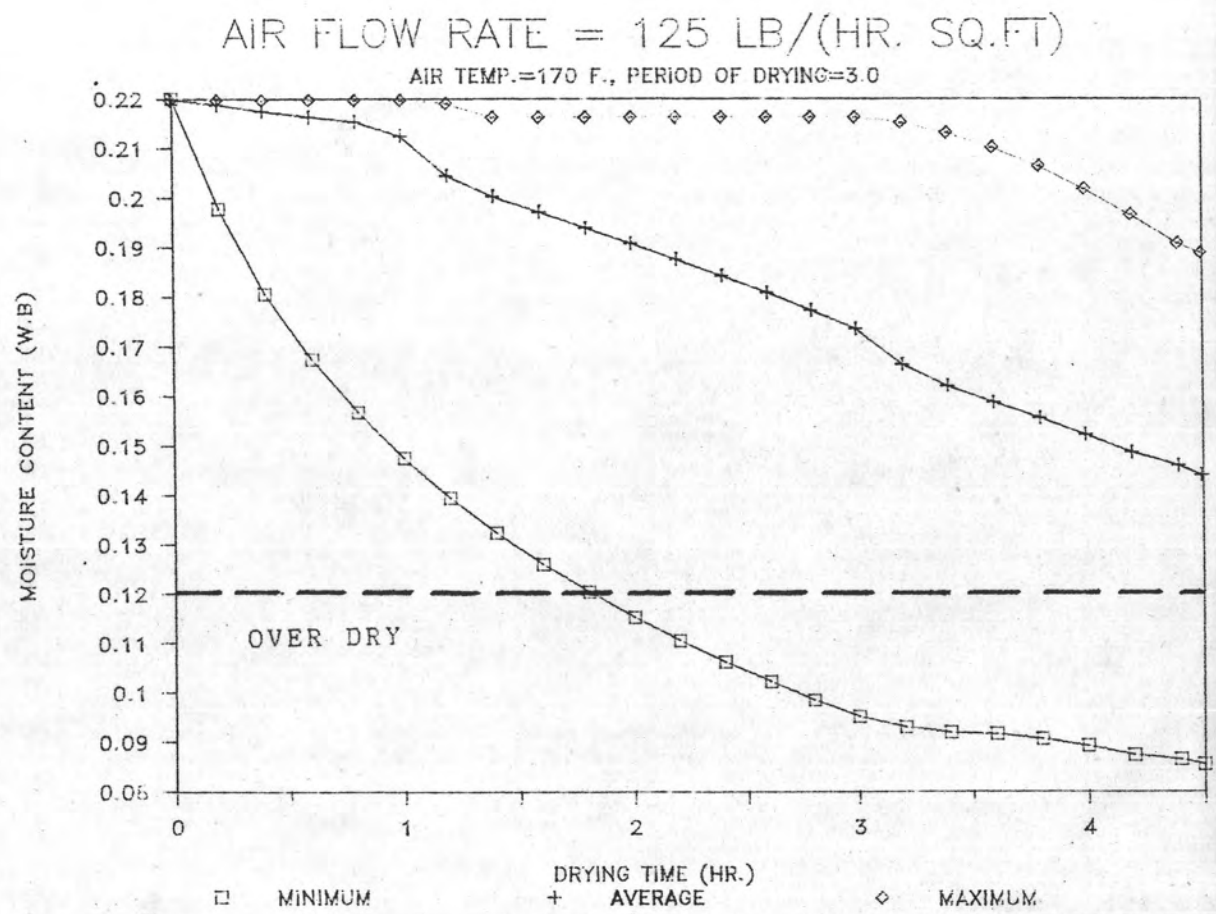
ความหนาของกระบะข้าวโพดเป็นตัวแปรสำคัญในการอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะฯ ในการบรรจุข้าวโพดลงไปในตู้อบแห้งตู้หนึ่ง ๆ ก็จะมีค่าความหนาของกระบะข้าวโพดต่าง ๆ กันออกไป สำหรับในการทดลองได้ใช้ตู้อบแห้งข้าวโพดที่มีความหนาของกระบะ 1.5 ฟุต ถ้าความหนาของกระบะข้าวโพดมีค่าเปลี่ยนแปลงไป อัตราการอบแห้งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยอย่างเห็นได้ชัด เช่น ถ้าความหนาของกระบะข้าวโพดมีค่าลดลง จะทำให้ระยะทางที่ลมร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นของข้าวโพดสั้นลง ทำให้อุณหภูมิของอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยลง และอากาศยังมีอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้เมล็ดข้าวโพดมีอุณหภูมิสูงขึ้นได้มากกว่า นอกจากนั้นอุณหภูมิของอากาศที่มีค่าสูงกว่าจะทำให้ค่าความชื้นสมดุลย์ของข้าวโพดมีค่าลดลงมากกว่า ทำให้น้ำที่อยู่ในเมล็ดข้าวโพดสามารถถูกขับออกไปได้ง่ายกว่า ดังนั้นระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งจึงสั้นลง

4.5 การพิจารณาหาระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ ที่เหมาะสม

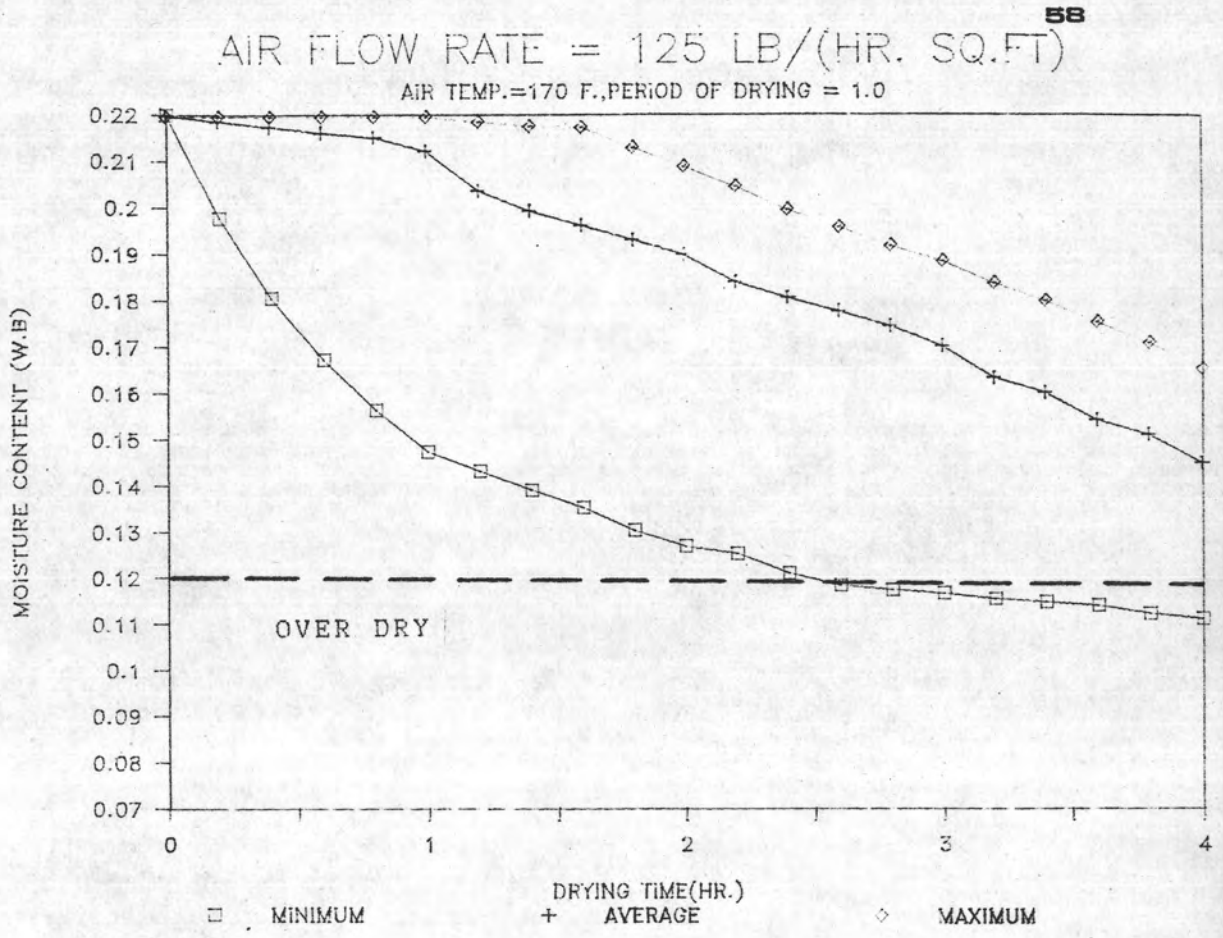
จากการศึกษาแบบจำลอง ฯ พบว่าตัวแปรที่เป็นค่าระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ เมื่อมีค่าน้อยลงไปเรื่อย ๆ จะทำให้ความแตกต่างของค่าความชื้นลดลงด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 4-10 และตาราง จ.1 ดังนั้นในการเลือกระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบที่เหมาะสม นั้นขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเครื่องอบแห้งที่จะพยายามให้เมล็ดข้าวโพดเกิดการหมุนเวียนใน 1 รอบโดยใช้เวลาให้น้อยที่สุด เพื่อทำให้ความแตกต่างของความชื้นข้าวโพดที่อยู่ชั้นนอกและชั้นในสุดของกระบะมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด โดยต้องคำนึงค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้ในการหมุนเวียนด้วย เพราะถ้าทำให้มีการหมุนเวียนบ่อยครั้งขึ้น หรือใช้ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบน้อย ก็จะต้องใช้พลังงานในการหมุนเวียนมากขึ้น ค่าใช้จ่ายก็จะมากขึ้น ดังตาราง ง.1 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจำเป็นต้องให้มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

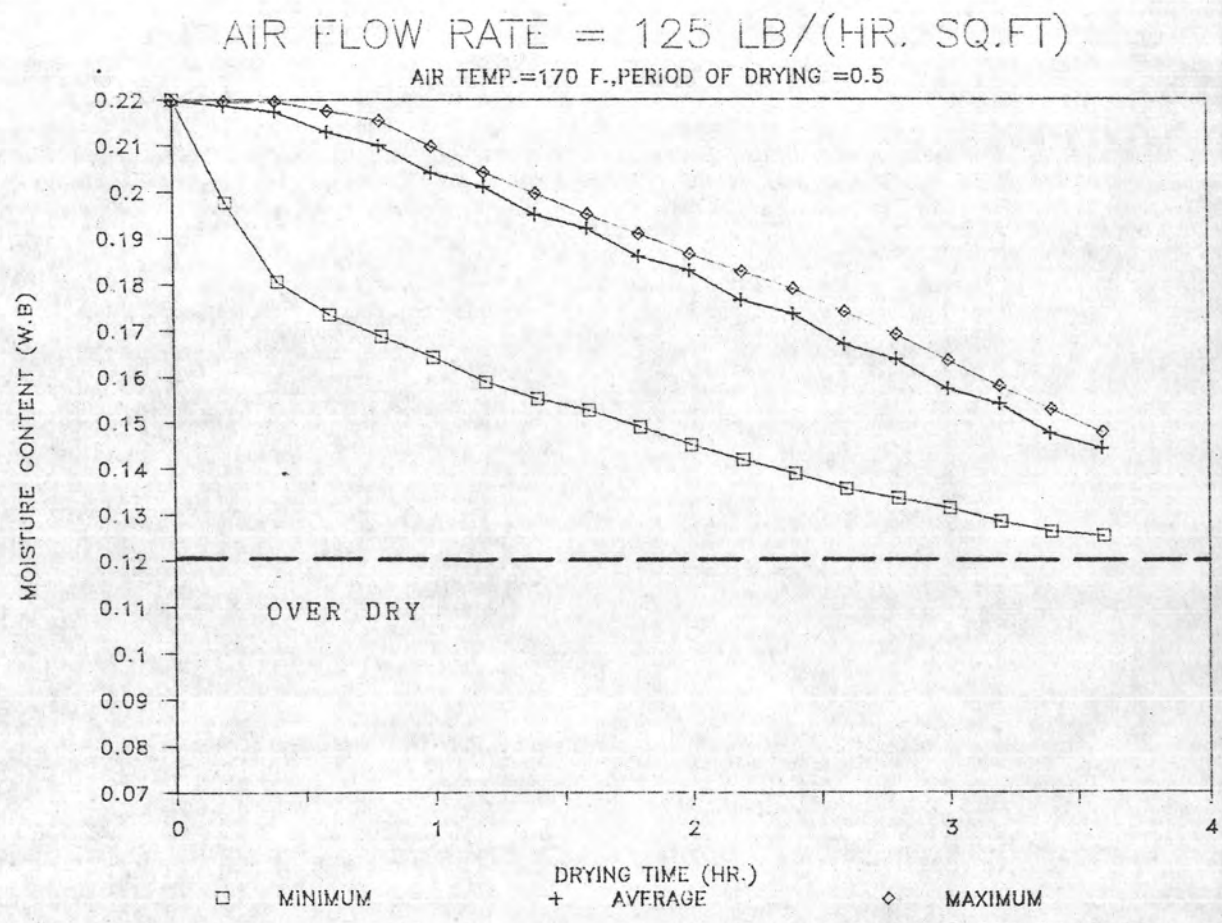
ในทางปฏิบัติ การอบแห้งเมล็ดข้าวโพดจำเป็นต้องให้ค่าความชื้นเมล็ดข้าวโพดที่อยู่ชั้นนอกสุดของกระบะ มีค่าใกล้เคียงค่าความชื้นเฉลี่ยให้มากที่สุด (ซึ่งในการซื้อขายมักจะกำหนดเปอร์เซนต์ความชื้นของข้าวโพดที่สุ่มขึ้นมาวัด ยอมให้สูงกว่าจากความชื้นที่ต้องการไม่เกิน 0.5 % มาตรฐานเปียก) และค่าความชื้นเมล็ดข้าวโพดชั้นที่อยู่ในสุดของกระบะมีค่า





รูปที่ 4-10 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ ที่มีต่อ





รูปที่ 4-10 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ ที่มีต่อ

ค่าประมาณ 12 % มาตราฐานเปียก ดังนั้นค่าความชื้นที่ต่ำที่สุดก็ไม่ควรต่ำกว่า 12 %

จากการศึกษาแบบจำลอง ฯ พบว่าระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ ที่จะทำให้ข้าวโพดไม่เกิด over dry และมีค่าความชื้นสูงสุดไม่เกิด 14.5+.5 % นั้นเริ่มจาก ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบเท่ากับ 0.5 ชั่วโมงต่อรอบ ซึ่งค่าความชื้นที่มากที่สุดมีค่ามากกว่าค่าความชื้นเฉลี่ยเพียง 14.835-14.472 = .363 % มาตรฐานเปียก เท่านั้น และมีค่าความชื้นต่ำสุดเท่ากับ .12557 % มาตรฐานเปียก

จากเหตุผลที่จำเป็นต้องให้การอบแห้งไม่เกิด over dry และต้องการให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ระยะเวลาของการอบแห้งเท่ากับ 0.5 ชั่วโมงต่อรอบ จึงเหมาะสมสำหรับเครื่องอบแห้งแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียนนี้