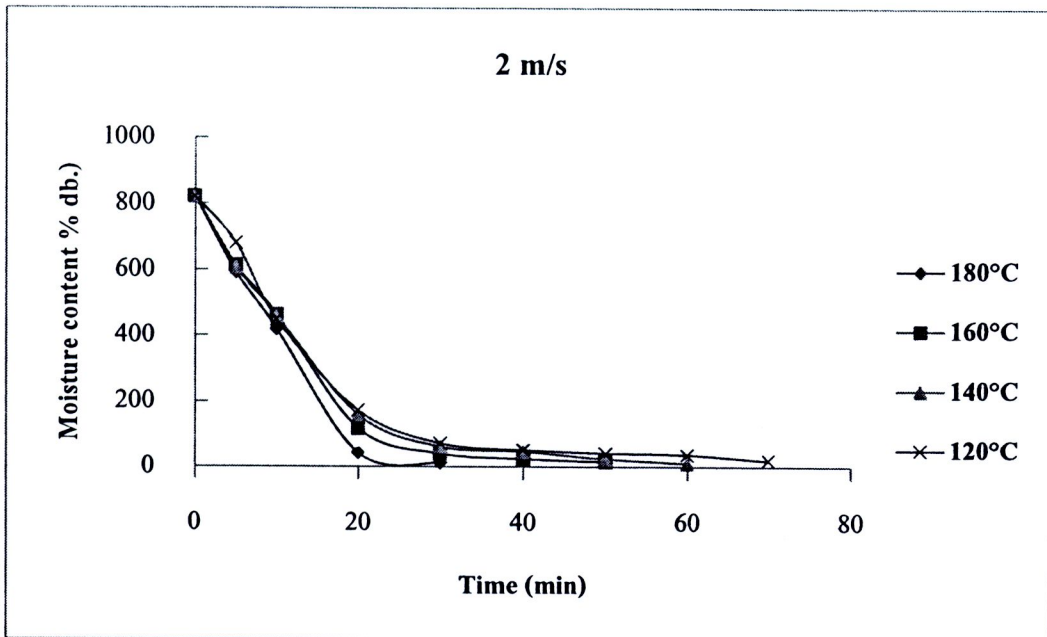


บทที่ 4

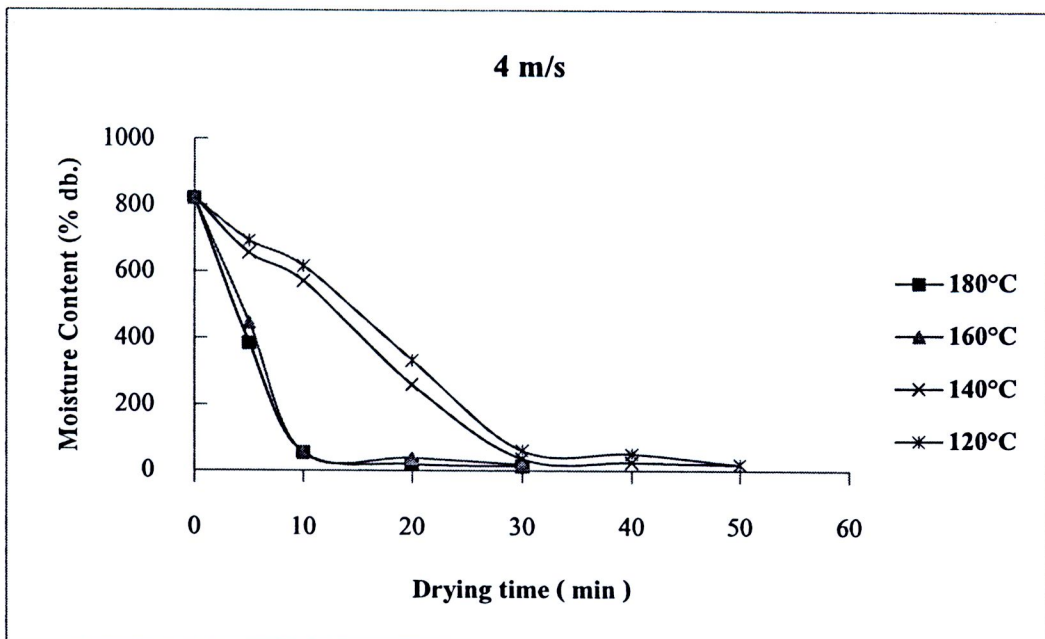
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองหาการลดลงของความชื้นการอบแห้งฟักทองโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

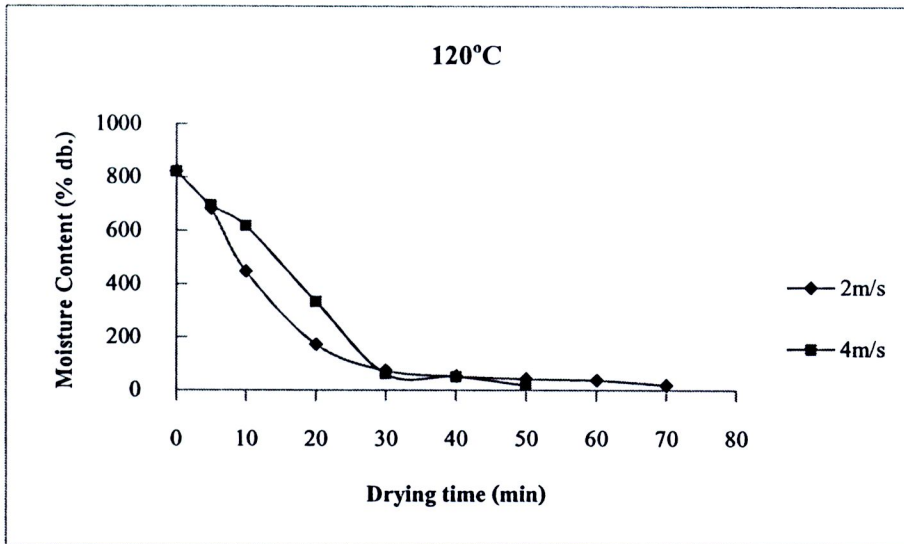
ผลการทดลองการลดลงของความชื้นของฟักทองภายใต้การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120°C, 140°C, 160°C และ 180°C ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 และ 4 m/s แสดงดังรูป 4.1 และ 4.2 จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิมีผลต่อการอบแห้ง โดยอุณหภูมิต่ำจะทำความชื้นมีการลดลงเร็วเป็นผลให้อัตราการอบแห้งสูง และใช้เวลาในการอบแห้งน้อยลง เมื่อพิจารณาความชื้นของแต่ละอุณหภูมิ พบว่าแต่ละอุณหภูมิต่ำ ในช่วงแรกความชื้นจะลดลงอย่างรวดเร็วแล้วค่อนข้างลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากในช่วงแรกของการอบแห้งของฟักทองมีความชื้นสูง ซึ่งความร้อนในห้องอบแห้งสามารถทำให้น้ำระเหยออกจากฟักทองได้ดี จึงทำให้ความชื้นในช่วงแรกลดลงเร็ว และเมื่อทำการอบแห้งไปได้ระยะหนึ่งน้ำในฟักทองเริ่มมีน้อยลง และน้ำระเหยออกมาจากภายในตัวฟักทองยากขึ้นจึงทำให้การลดความชื้นเริ่มช้าลง จากการทดลองพบว่า เมื่อทำการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 821% d.b. จนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 18% d.b. ที่ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s ใช้เวลาประมาณ 70, 60, 50 และ 30 นาที และที่ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s ใช้เวลาประมาณ 50, 50, 30 และ 30 นาที ที่อุณหภูมิห้องอบแห้ง 120°C, 140°C, 160°C และ 180°C ตามลำดับ จากรูปที่ 4.3 - 4.6 แสดงผลของความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่งต่อการลดลงของความชื้นพบว่าที่อุณหภูมิ 120 และ 140°C การอบแห้งที่ความเร็ว 4 m/s จะช้ากว่าที่ 2 m/s ในช่วงแรกแต่จะกลับมาเร็วกว่าในช่วงท้ายเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเริ่มมากขึ้น ความเร็วไอน้ำร้อนที่สูงกว่าจึงมีผลต่อการลดลงของความชื้นมากกว่า ส่วนที่อุณหภูมิ 160 และ 180°C การอบแห้งที่ความเร็ว 4 m/s จะเร็วกว่าที่ 2 m/s ตลอดทั้งช่วงการอบแห้ง อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาระยะเวลาในการอบแห้งโดยรวมพบว่า ระยะเวลาในการอบแห้งจะลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น โดยความเร็วมีผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งน้อยกว่าผลของอุณหภูมิ



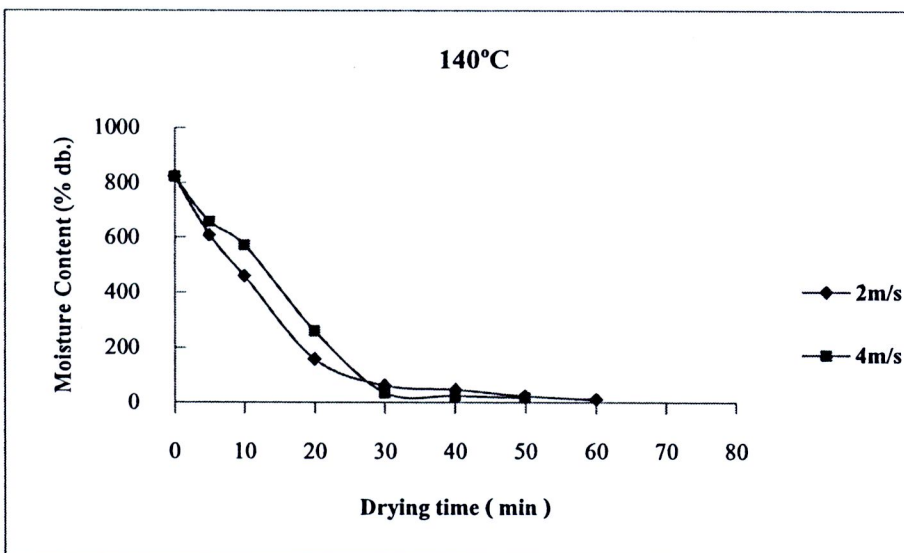
รูป 4.1 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดอุณหภูมิ 120, 140, 160 และ 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 2 m/s



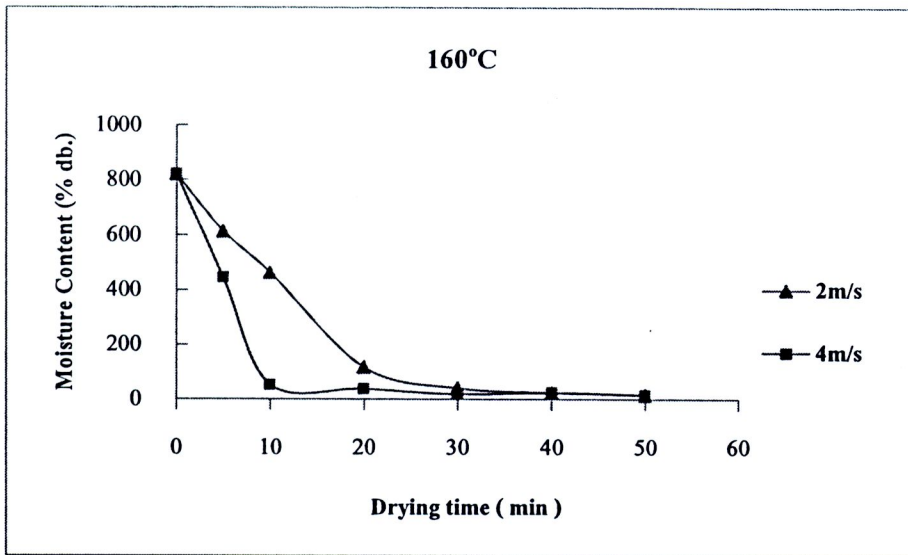
รูป 4.2 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวดอุณหภูมิ 120, 140, 160 และ 180 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งยวด 4 m/s



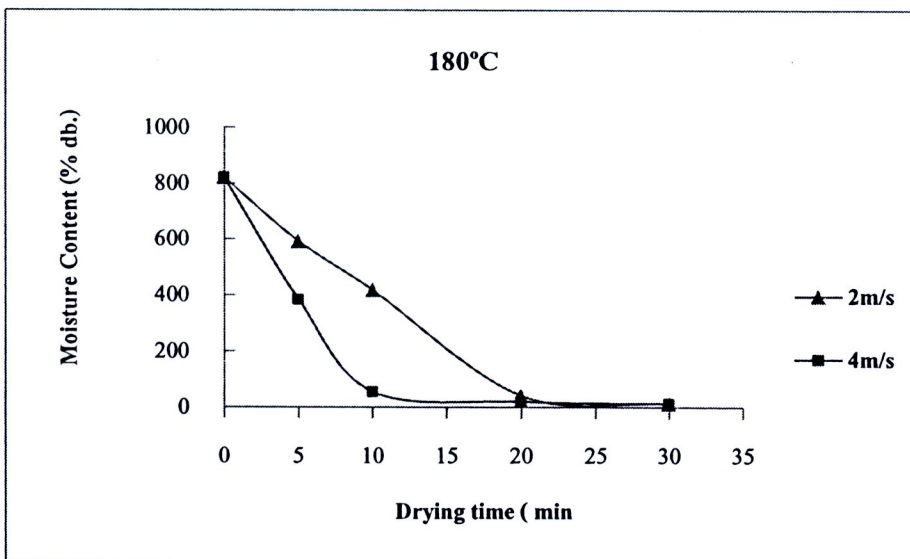
รูป 4.3 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s



รูป 4.4 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 140°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s



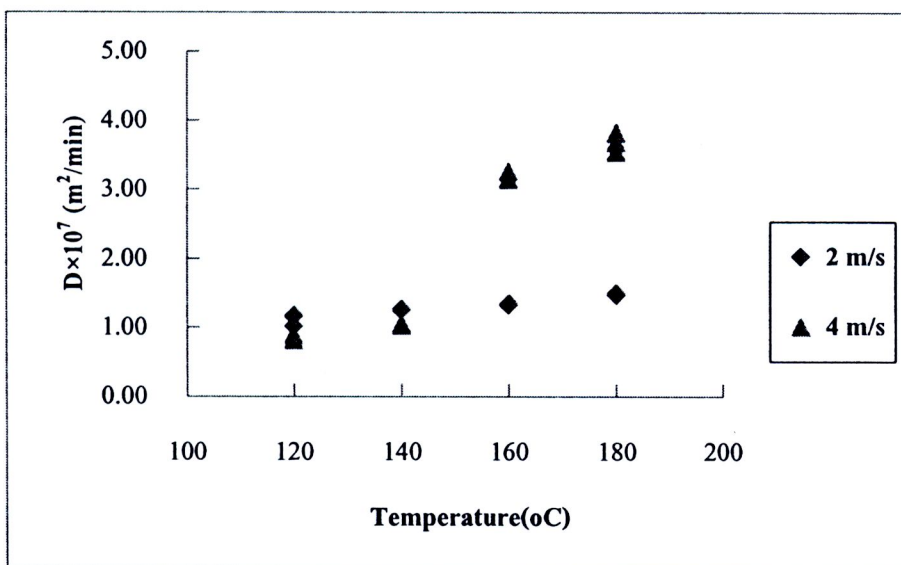
รูป 4.5 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 160°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s



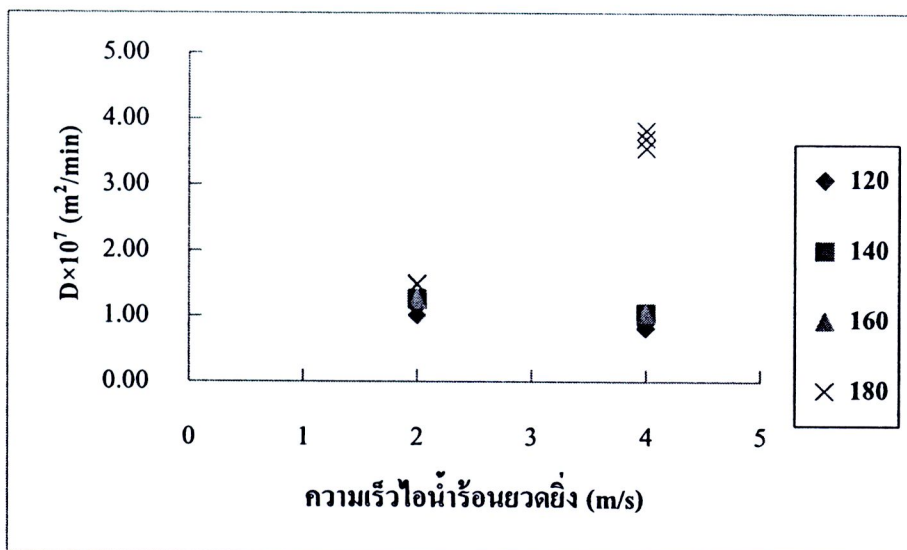
รูป 4.6 ความชื้นของฟักทองกับเวลาการอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s

4.2 การวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ของสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวม (D) ของสมการจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งทางทฤษฎี

ทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมที่เงื่อนไขการอบแห้งต่าง ๆ โดยนำผลการทดลองของความชื้นมาวิเคราะห์สมการถดถอยโดยใช้สมการ (2.6) จำนวน 19 เทอม จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวม (แสดงค่าในภาคผนวก) แสดงดัง รูป 4.7 และ 4.8 ซึ่งแสดงค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ที่ความเร็วไอน้ำร้อนหวดยิ่ง 2 และ 4 m/s และอุณหภูมิไอน้ำร้อนหวดยิ่ง 120-180°C พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมมีค่าขึ้นกับอุณหภูมิและความเร็วลมของไอน้ำร้อนหวดยิ่ง โดยเมื่ออุณหภูมิและความเร็วของไอน้ำร้อนหวดยิ่งมีค่าเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมจะเพิ่มขึ้น เป็นที่น่าสังเกตว่าที่อุณหภูมิไม่สูงมากนักความเร็วที่เพิ่มขึ้นแทบจะไม่มีผลกับค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวม



รูป 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมกับอุณหภูมิไอน้ำร้อนหวดยิ่งจากการทดลองอบแห้งฟักทองที่ความเร็วไอน้ำร้อนหวดยิ่ง 2 และ 4 m/s



รูป 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมกับความเร็วไอน้ำร้อนขดยิ่งจากการทดลองอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนขดยิ่ง 120 - 180°C

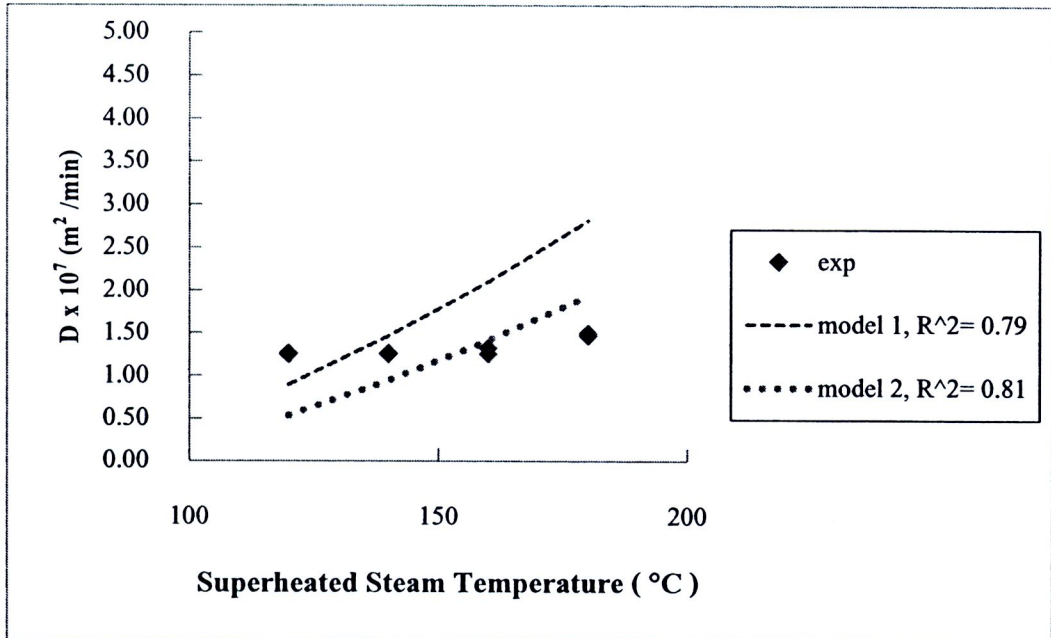
เมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวม (D) ที่คำนวณได้ในแต่ละการทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนขดยิ่งด้วยสมการ (4.2) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิไอน้ำร้อนขดยิ่งเพียงอย่างเดียวในสมการ (4.1) ได้ผลดังตาราง 4.1 พบว่า แบบจำลอง 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีกว่าเนื่องจากมีค่า R^2 มากกว่าและมีค่า MRS ต่ำกว่าแบบจำลอง 1

รูป 4.9 – 4.10 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อนโดยรวมจากการทดลองกับแบบจำลองที่เงื่อนไขการทดลองต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าแบบจำลอง 2 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีทั้งสองความเร็วไอน้ำร้อนขดยิ่งคือ 4 m/s และ 2 m/s เนื่องจากมีค่า R^2 มากกว่าและมีค่า MRS ต่ำกว่าแบบจำลอง 1

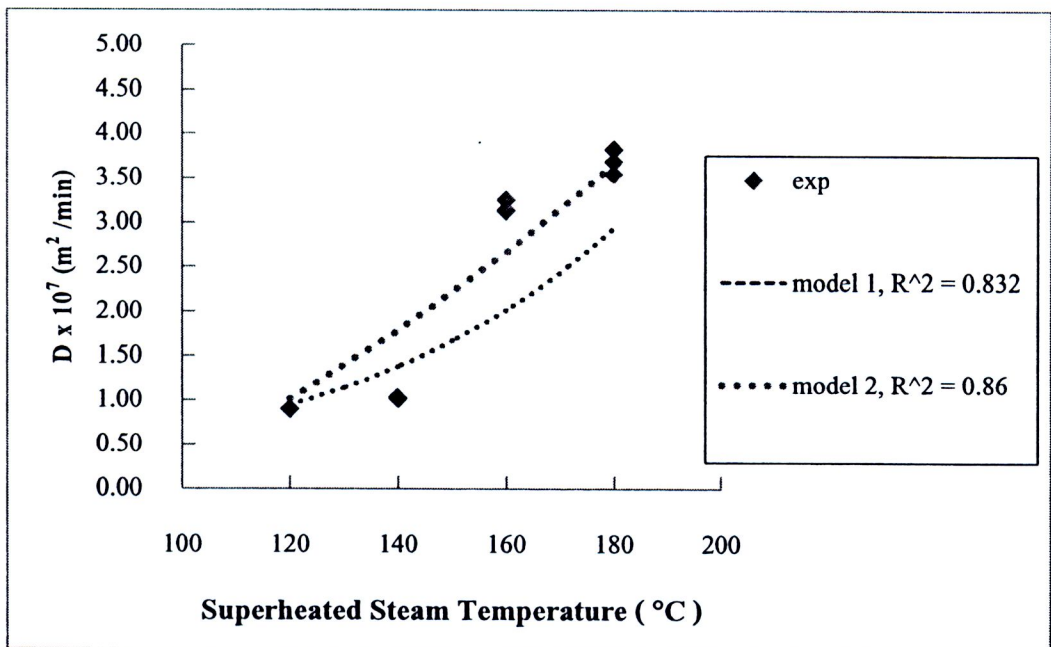
ตาราง 4.1 สมการแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ (D) สำหรับการอบแห้ง ฟักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งในช่วงอุณหภูมิ 120 - 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s

Model	Equation	R ²	MRS	Equation
Model 1	$D = 9.412E-12 T_{abs}^2 - 4.773E-9 T_{abs} + 5.114E-7$	0.816	3.80×10^{-14}	(4.1)
Model 2	$D = (0.049 T_{abs}^2 - 25.711 T_{abs} + 2933.37)$ $(6.649E-11 v + 1.711E-11)$	0.831	3.68×10^{-14}	(4.2)

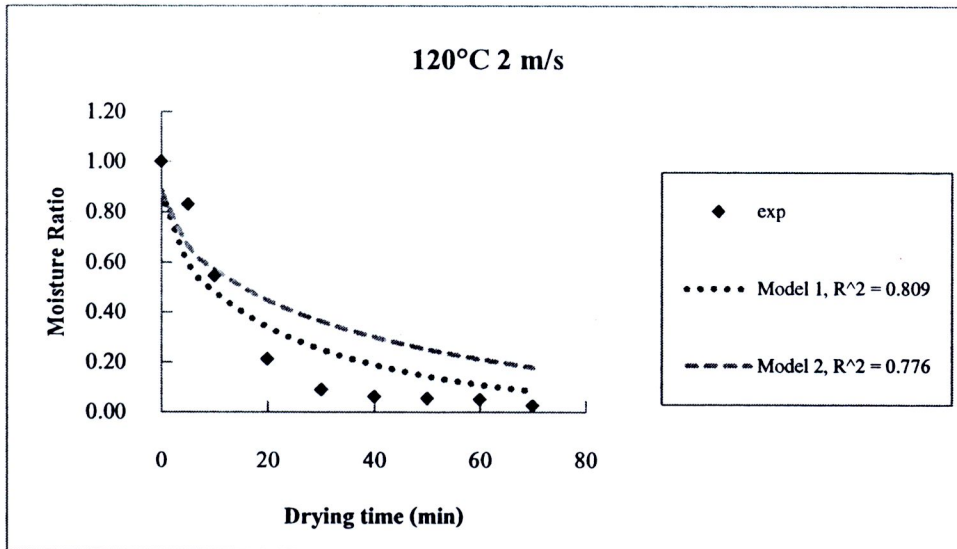
รูป 4.11 - 4.18 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองกับค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการคำนวณจากสมการ (2.6) โดยใช้ค่า D จากสมการ (4.1) และ (4.2) พบว่าค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองกับค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการคำนวณที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 120, 140, 160 และ 180°C และที่ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s แบบจำลอง 2 ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบจำลอง 1 แต่ค่าที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยมีเพียงที่อุณหภูมิ 120 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 m/s, 140°C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 m/s และ 160 °C ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 m/s ผลที่ได้จากแบบจำลองที่ 1 จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบจำลอง 2 เพียงเล็กน้อย



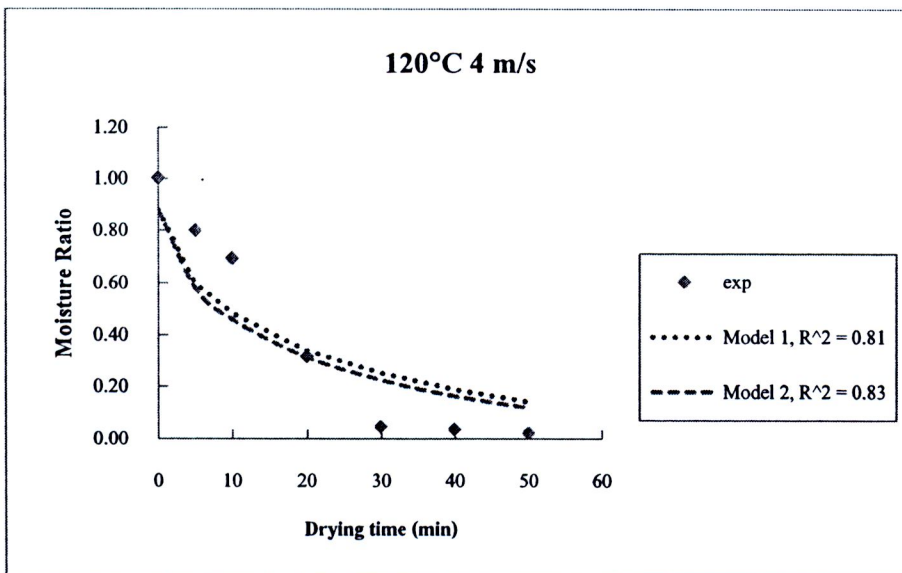
รูป 4.9 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากแบบจำลองที่ 1 และ 2 จากการอบแห้งฟักทองที่ความเร็วไอน้ำร้อนขดขึง 2 m/s



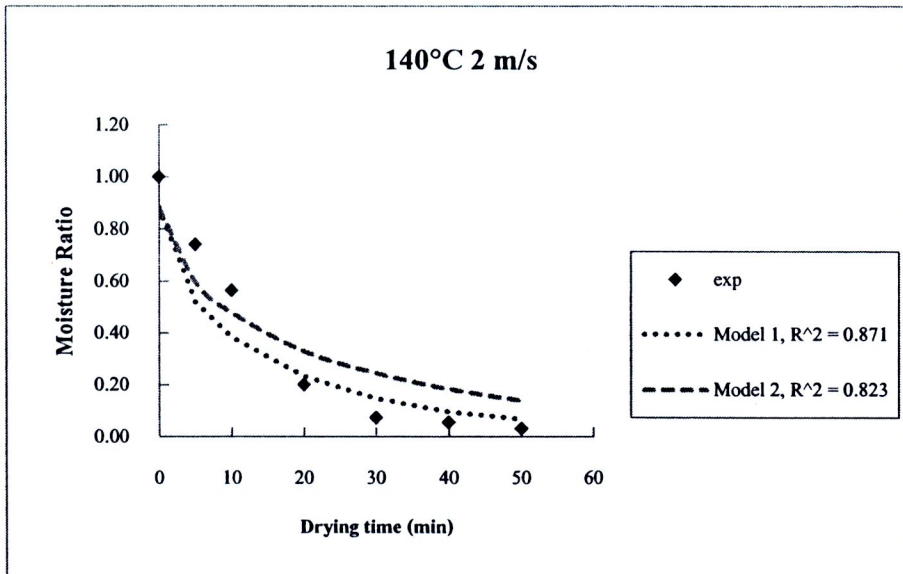
รูป 4.10 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากแบบจำลองที่ 1 และ 2 จากการอบแห้งฟักทองที่ความเร็วไอน้ำร้อนขดขึง 4 m/s



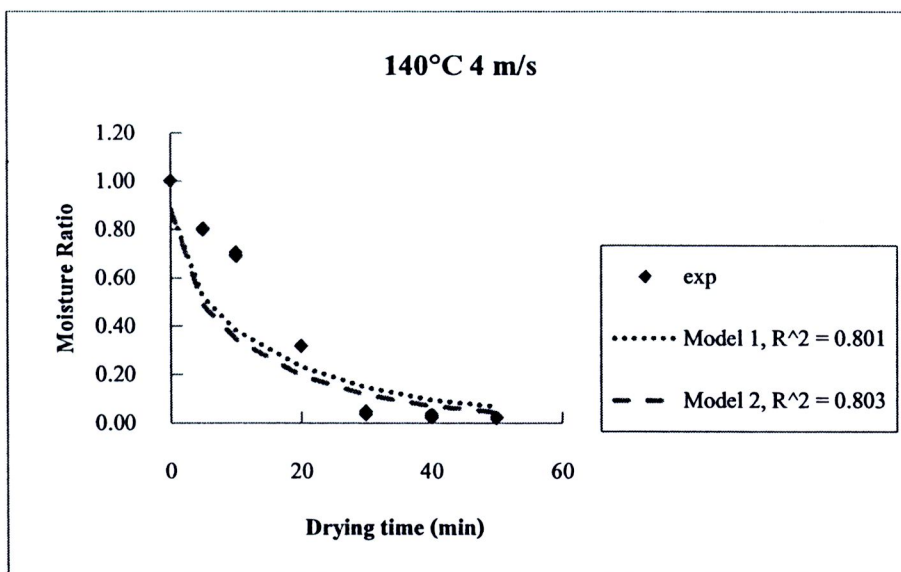
รูป 4.11 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 m/s



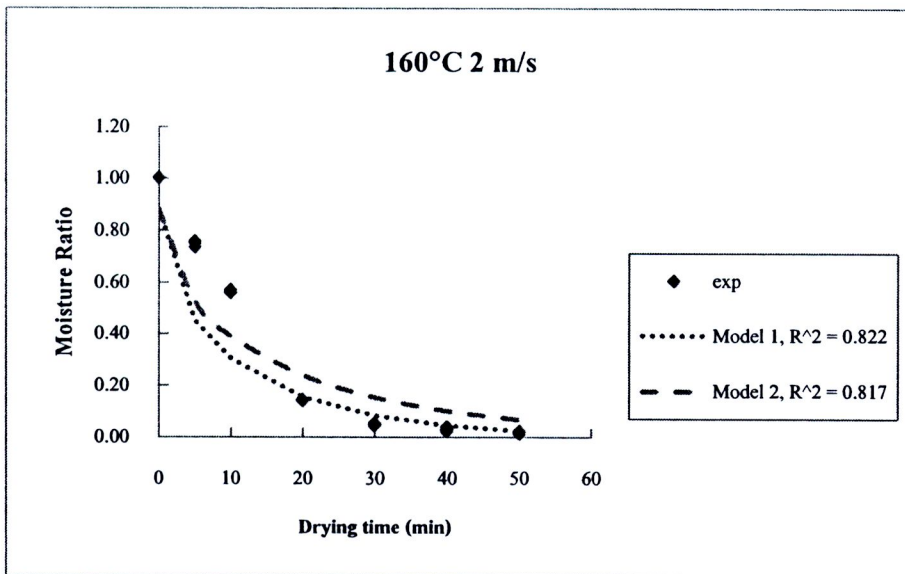
รูป 4.12 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 120°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 4 m/s



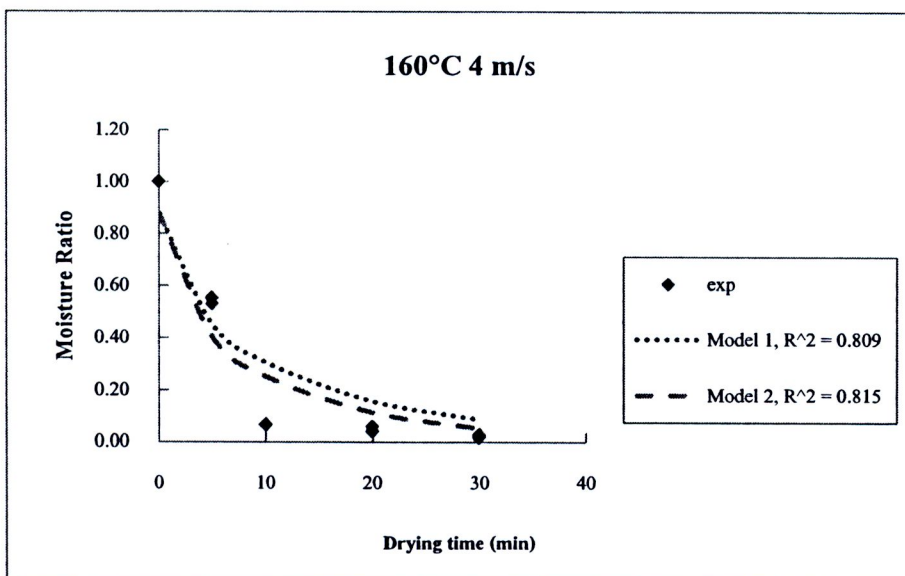
รูป 4.13 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 140°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



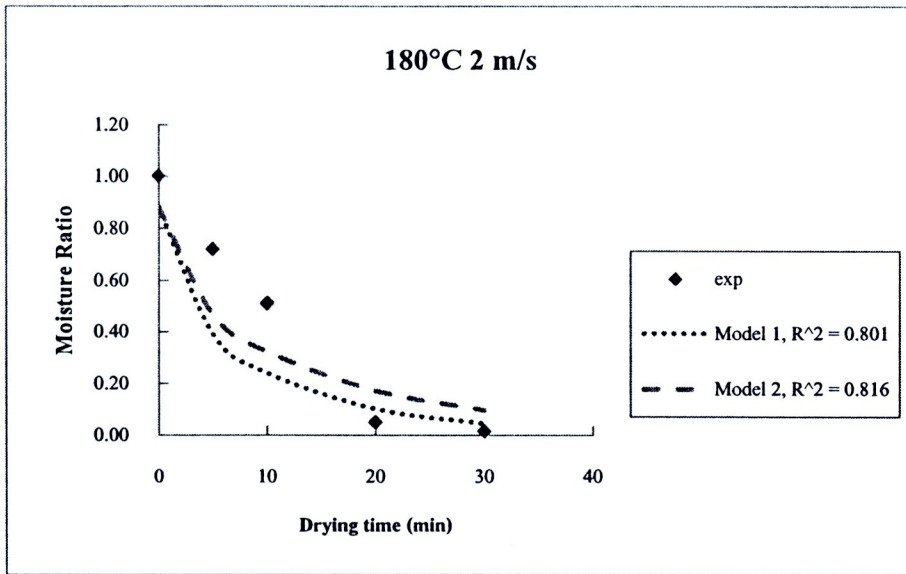
รูป 4.14 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 140°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s



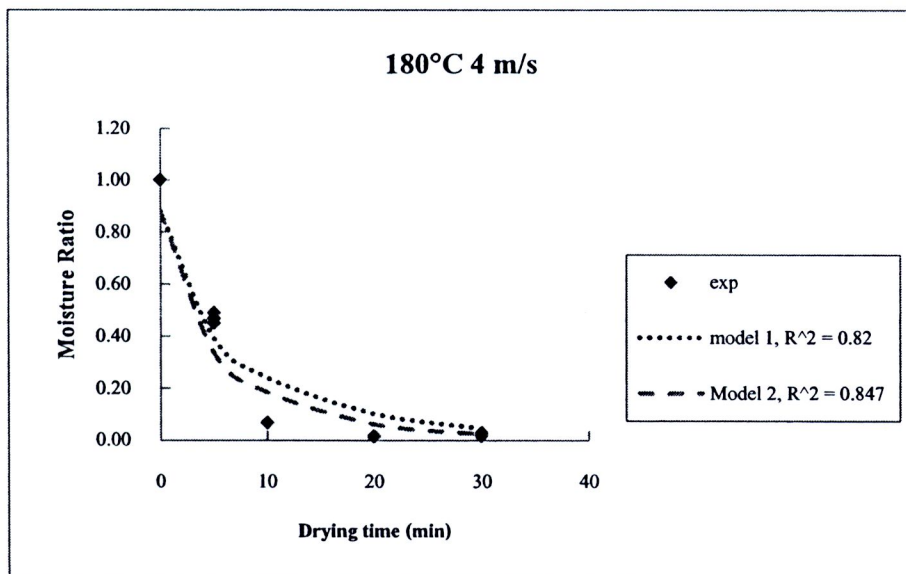
รูป 4.15 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อน ขวดยิ่งที่อุณหภูมิ 160°C และความเร็วไอน้ำร้อนขวดยิ่ง 2 m/s



รูป 4.16 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อน ขวดยิ่งที่อุณหภูมิ 160°C และความเร็วไอน้ำร้อนขวดยิ่ง 4 m/s



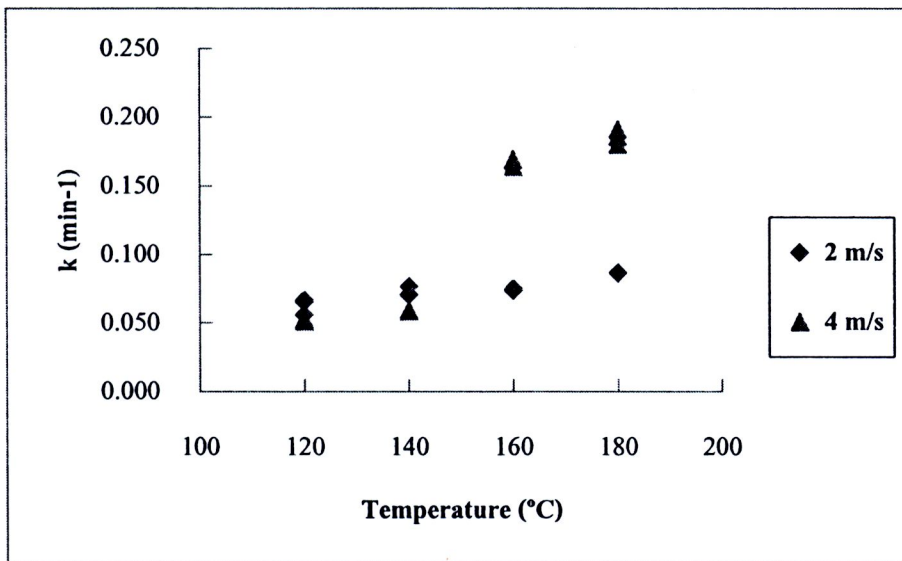
รูป 4.17 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 180°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



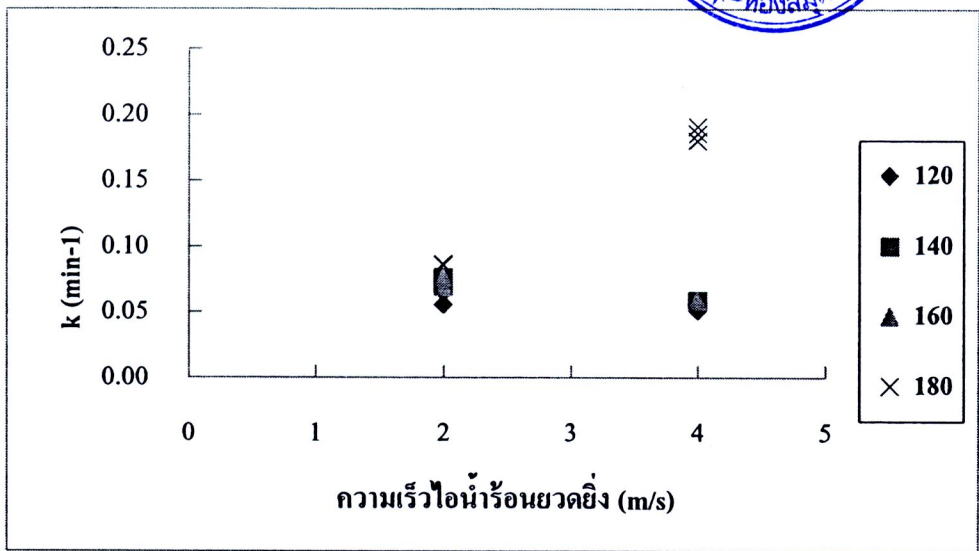
รูป 4.18 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจากผลการทดลองกับค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าสัมประสิทธิ์การแพร่โดยรวมของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 180°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s

4.3 การวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ค่าคงที่การอบแห้งของสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งแบบกึ่งทฤษฎี

จากการวิเคราะห์หาค่าคงที่การอบแห้งจากสมการจลนพลศาสตร์การอบแห้งแบบกึ่งทฤษฎีที่เงื่อนไขการอบแห้งต่าง ๆ โดยนำผลการทดลองของความสัมพันธ์มาวิเคราะห์สมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดโดยใช้สมการ (2.10) จะได้ค่าคงที่การอบแห้งในแต่ละการทดลอง (แสดงค่าที่คำนวณได้ในภาคผนวก) รูป 4.19 และ 4.20 แสดงค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งฟักทองจากการทดลองที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 120-180°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2-4 m/s พบว่าแนวโน้มของค่าคงที่การอบแห้งเป็นไปในทางเดียวกันกับสัมประสิทธิ์การแพร่ความร้อน โดยจะมีค่าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเร็วของไอน้ำร้อนชนิดยิ่งคือ เมื่ออุณหภูมิไอน้ำร้อนชนิดยิ่งมีผลค่าเพิ่มขึ้นค่าคงที่การอบแห้งจะเพิ่มขึ้นและความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่งมีผลให้ค่าคงที่การอบแห้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น



รูป 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่การอบแห้งกึ่งทฤษฎีกับอุณหภูมิไอน้ำร้อนชนิดยิ่งจากการทดลองอบแห้งของฟักทองที่ความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s



รูป 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่การอบแห้งกึ่งทฤษฎีกับความเร็วไอน้ำร้อนขดขึงจากการทดลองอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนขดขึง 120 - 180°C

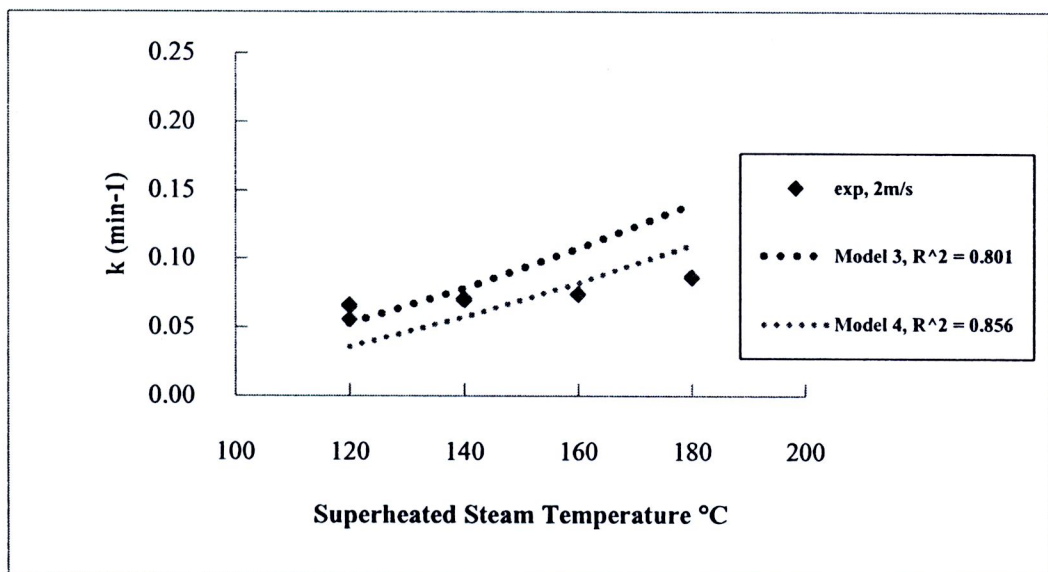
เมื่อนำค่าคงที่การอบแห้ง (K) ที่คำนวณได้ในแต่ละการทดลองมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเพียงอย่างเดียวในสมการ (4.3) และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิไอน้ำร้อนขดขึงและความเร็วไอน้ำร้อนขดขึงด้วยสมการ (4.4) ได้ผลดังตาราง 4.2 พบว่าแบบจำลอง 4 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ดีกว่าเนื่องจากมีค่า R^2 มากกว่าและมีค่า MRS ต่ำกว่าแบบจำลอง 3

ตาราง 4.2 สมการแบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งแบบกึ่งทฤษฎี (k) สำหรับการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนขดขึงในช่วงอุณหภูมิ 120 - 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนขดขึง 2 – 4 m/s

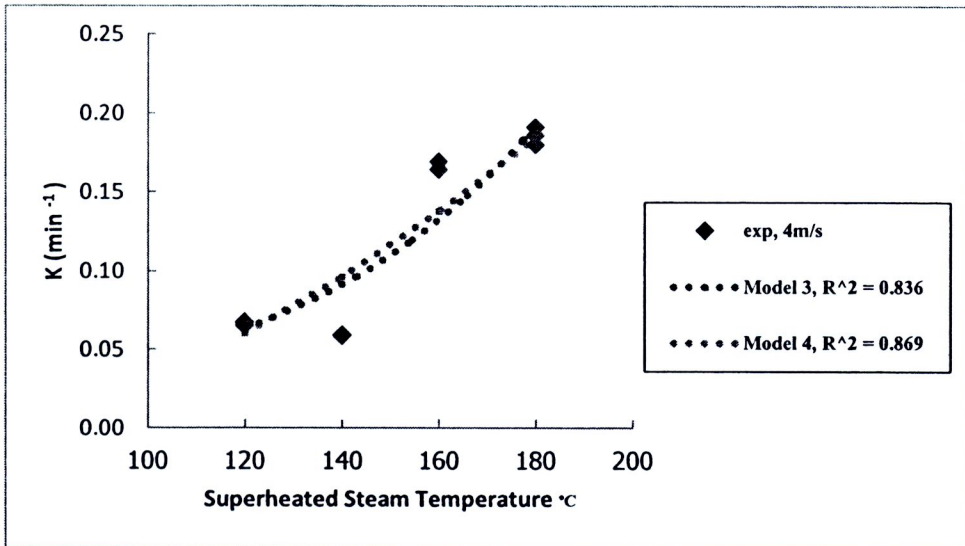
Model	Equation	R^2	MRS	Equation
Model 3	$k = (4.792E-06T_{abs}^2 - 0.00260T_{abs} + 0.336)$	0.812	0.00142	(4.3)
Model 4	$k = (9.618E-06T_{abs}^2 - 0.005008T_{abs} + 0.57356)$ $(0.1329 v + 0.1266)$	0.836	0.00102	(4.4)

รูป 4.21 - 4.22 แสดงการเปรียบเทียบค่า k ที่คำนวณได้จากทดลองกับค่าที่ได้จากแบบจำลองจากรูปพบว่าแบบจำลอง 4 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ค่อนข้างดีกว่าแบบจำลอง 3 เนื่องจากมีค่า R^2 ที่มากกว่า

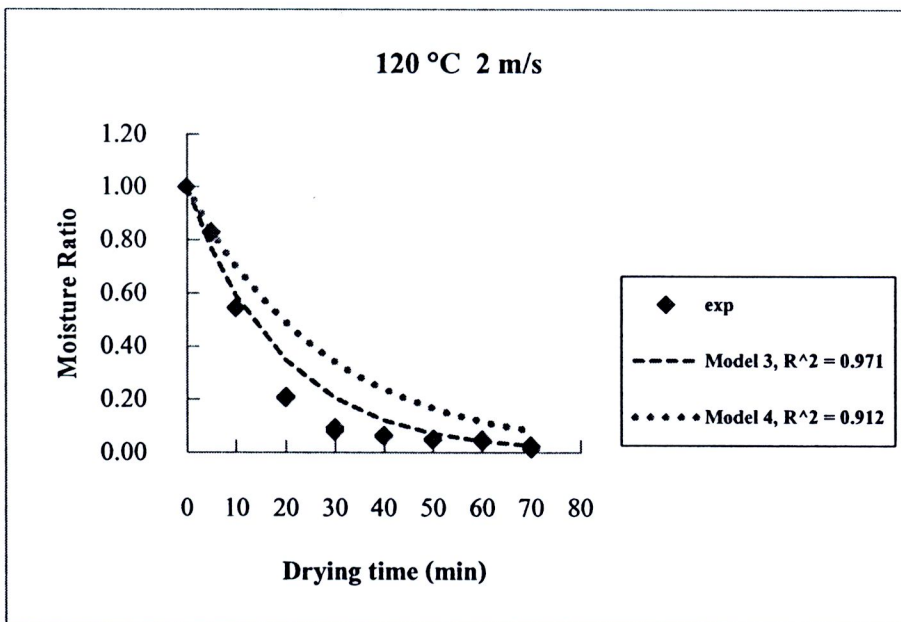
รูป 4.23 - 4.30 แสดงการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นที่ได้จากการทดลองและแบบจำลองที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 120, 140, 160 และ 180°C ที่ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 และ 4 m/s พบว่าแบบจำลองค่าคงที่การอบแห้ง แบบจำลอง 4 สามารถทำนายผลการทดลองได้ดีกว่าแบบจำลอง 3 เป็นส่วนใหญ่เพราะมีค่า R^2 ที่มากกว่า มีเพียงที่อุณหภูมิการอบแห้ง 120°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s, อุณหภูมิ 120°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s และอุณหภูมิ 140°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s ที่แบบจำลอง 3 ทำนายผลได้ดีกว่าแบบจำลอง 4 ผลสืบเนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อการลดลงของความชื้นตั้งแต่ต้น จึงส่งผลมาถึงค่าอัตราส่วนความชื้นด้วย



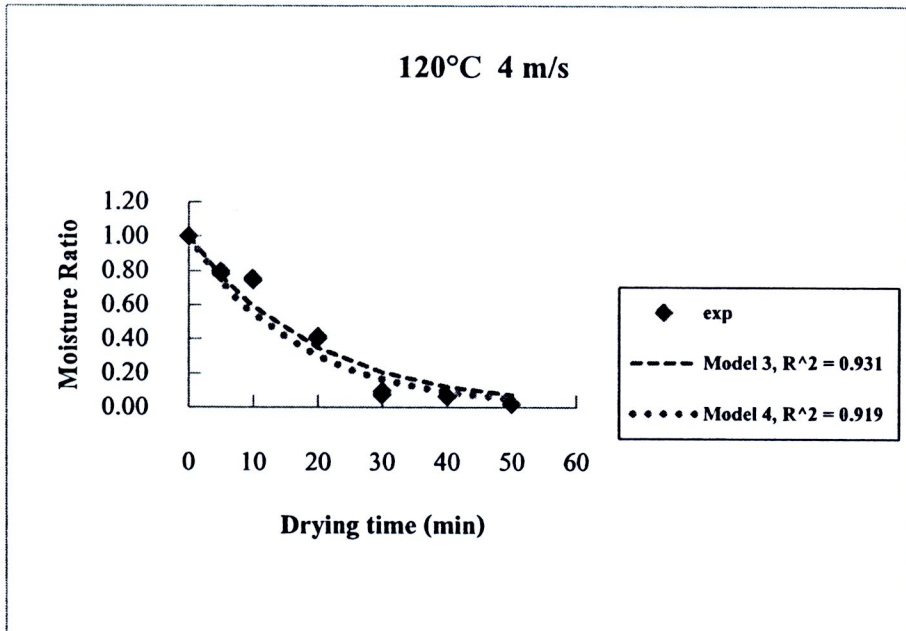
รูป 4.21 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ของการอบแห้งที่หาได้จากการทดลองกับค่าที่หาจาก Semi – Theoretical Equation แบบจำลองที่ 3 และ 4 จากการอบแห้งฟักทองที่ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



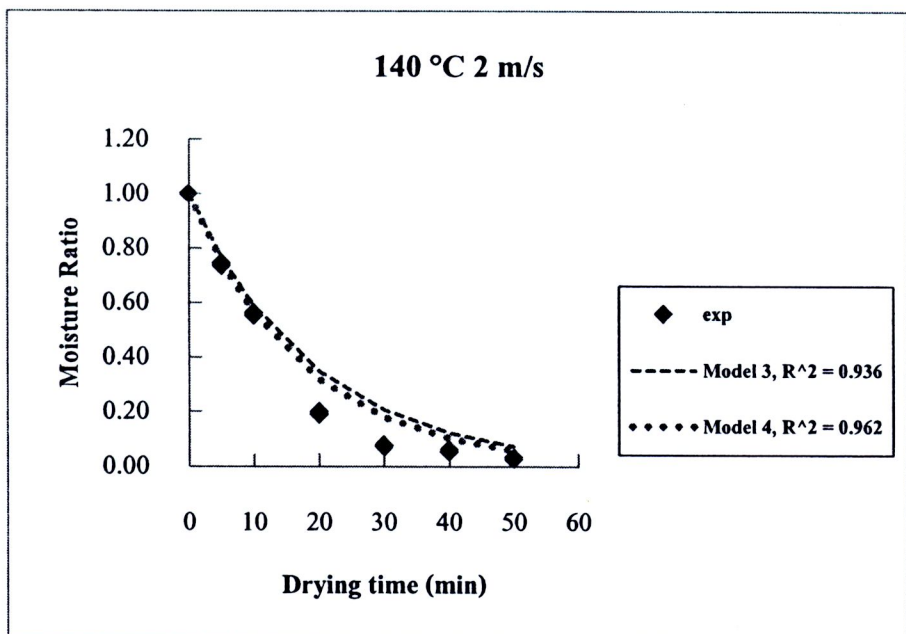
รูป 4.22 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่ของการอบแห้งที่ได้จากการทดลองกับค่าที่หาจาก Semi – Theoretical Equation แบบจำลองที่ 3 และ 4 จากการอบแห้งฟักทองด้วยความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s



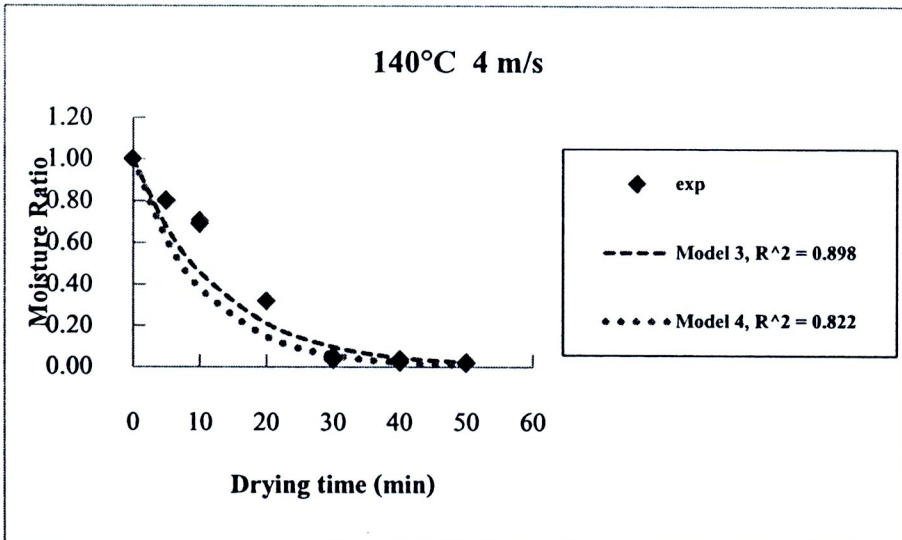
รูป 4.23 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งฟักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



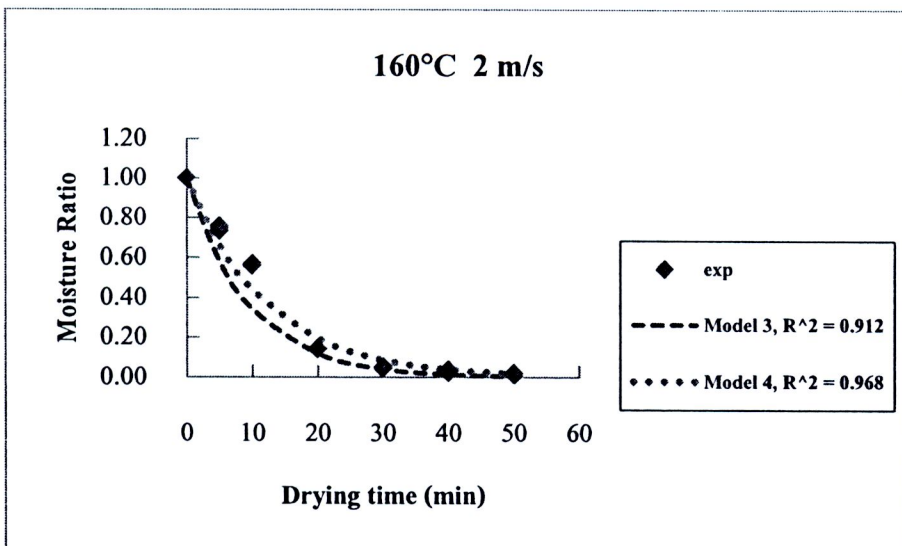
รูป 4.24 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้งที่อุณหภูมิ 120°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยั้ง 4 m/s



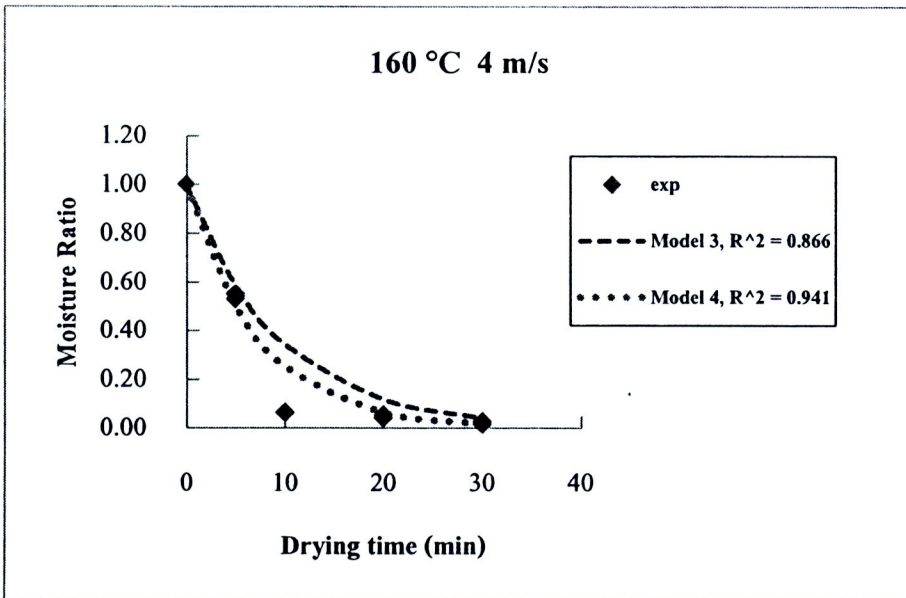
รูป 4.25 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยั้งที่อุณหภูมิ 140°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยั้ง 2 m/s



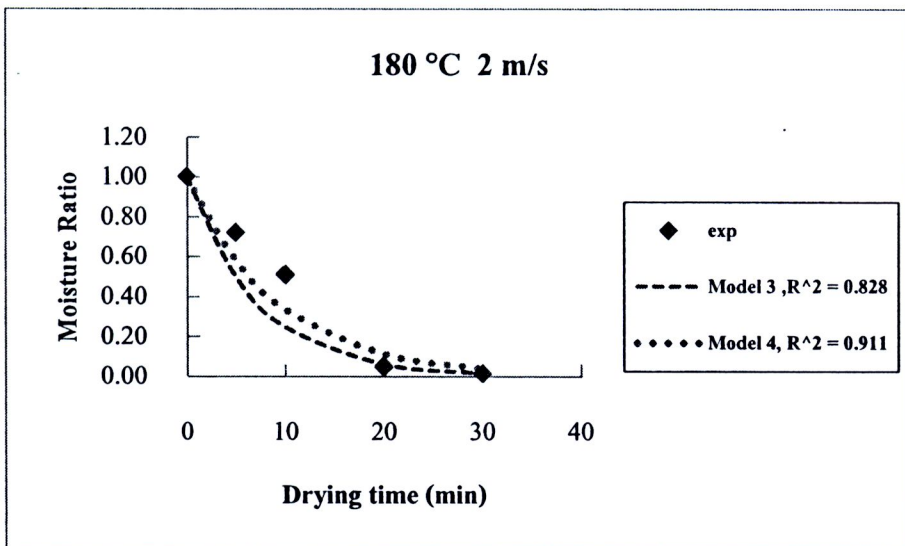
รูป 4.26 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 140°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s



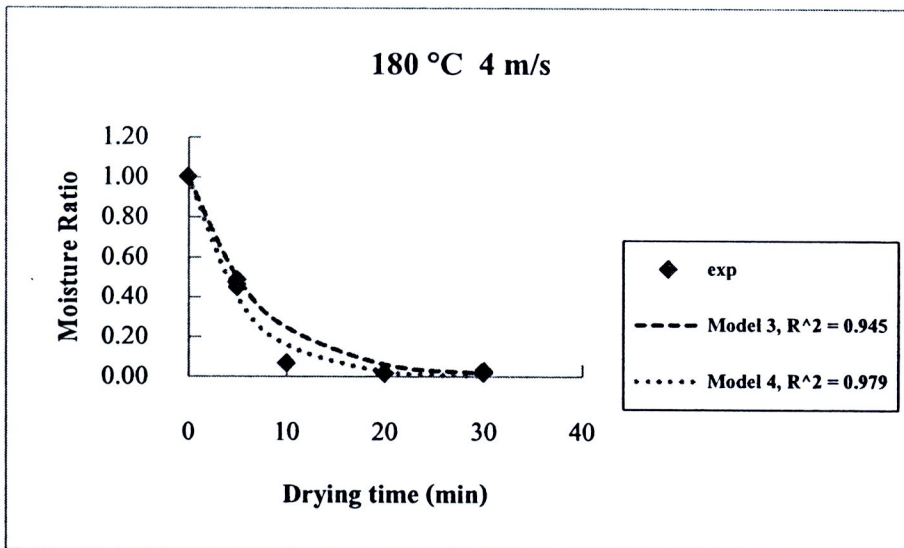
รูป 4.27 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 160°C และความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



รูป 4.28 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 160°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 4 m/s



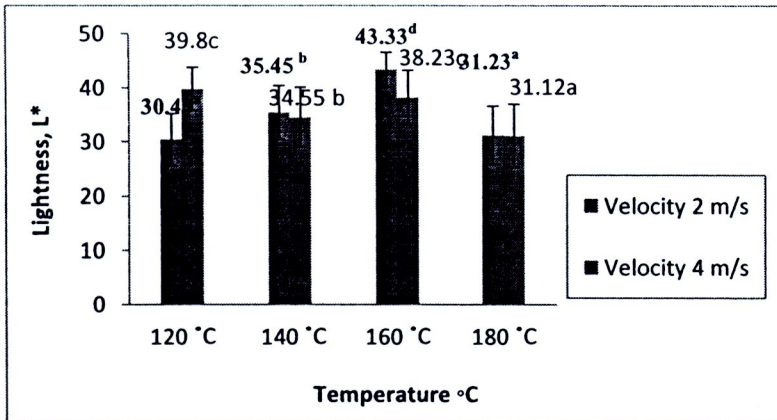
รูป 4.29 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 180°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 m/s



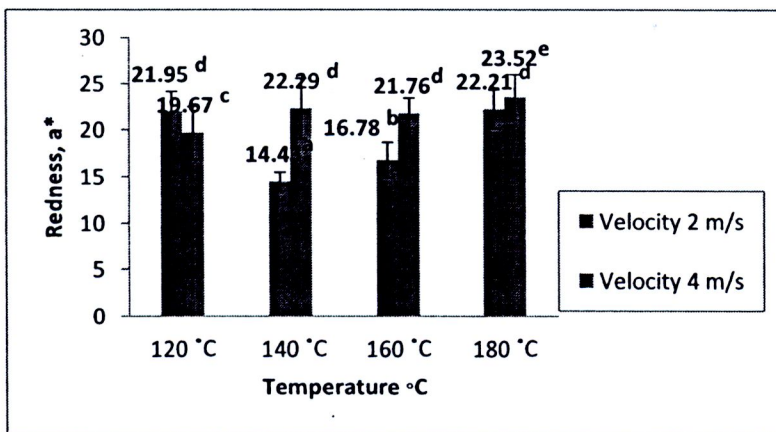
รูป 4.30 การเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความชื้นกับเวลาที่ได้จากการทดลองและค่าที่คำนวณโดยใช้แบบจำลองค่าคงที่การอบแห้งของการอบแห้งผักทองด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิ 180°C และความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 4 m/s

4.4 ผลการทดลองการวัดสีผักทองหลังทำการอบแห้ง

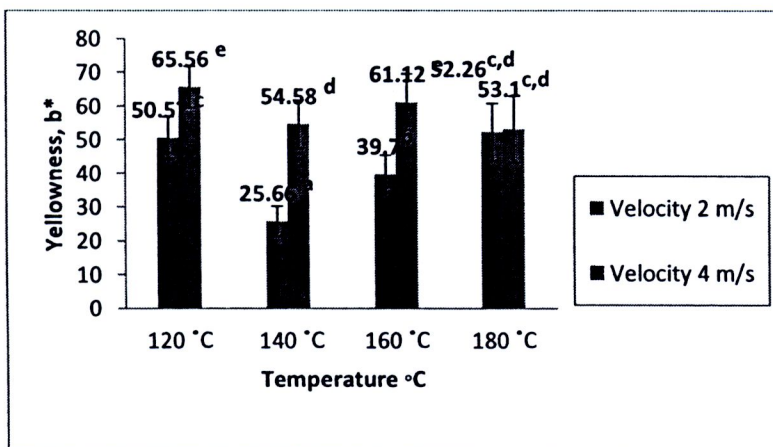
รูปที่ 4.31 (ก), (ข) และ (ค) แสดงค่าสีของผักทองอันได้แก่ ความสว่าง (Lightness) ค่าความเป็นสีแดง (Redness) และค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) ตามลำดับ โดยทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 120°C, 140°C, 160°C และ 180°C ความเร็วของไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองมีแนวโน้มไม่แน่นอนตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเร็วไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งร่วมกัน รวมถึงปัจจัยด้านองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อผักทองเอง อย่างไรก็ตาม พบว่าผักทองอบแห้งที่อุณหภูมิ 160°C ความเร็วไอน้ำร้อนยิ่ง 2 m/s มีค่า L, a และ b ใกล้เคียงกับสีของผักทองสดมากที่สุดคือ 43.33 ± 3.23 , 16.78 ± 1.89 และ 39.69 ± 5.66 ตามลำดับ ซึ่งค่าต่าง ๆ ของสีผักทองสดมีค่าประมาณดังนี้ คือ $L = 58.39 \pm 2.29$, $a = 16.59 \pm 1.42$ และ $b = 69.95 \pm 2.83$



(ก) ค่าความสว่าง



(ข) ค่าความเป็นสีแดง

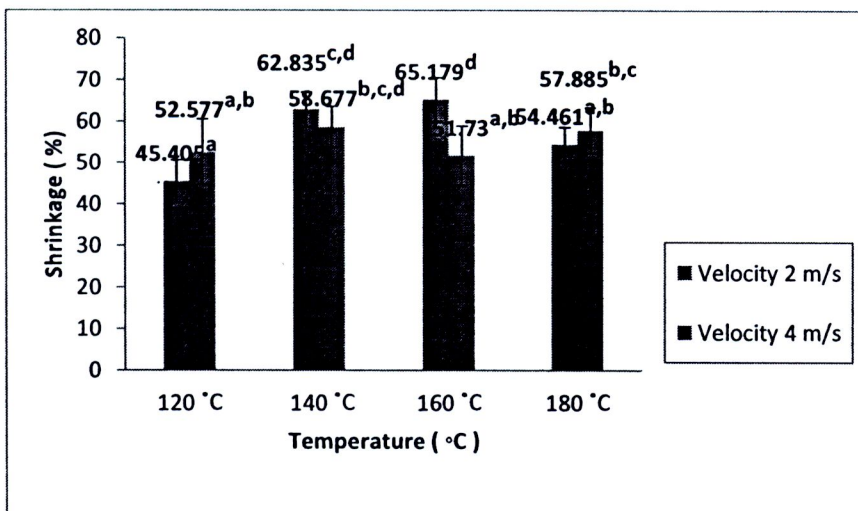


(ค) ค่าความเป็นสีเหลือง

รูป 4.31 ค่าสีของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนชนิดยิ่งที่อุณหภูมิอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180 °C ความเร็วของไอน้ำร้อนชนิดยิ่ง 2 และ 4 m/s

4.5 ผลการทดลองการวัดค่าการหดตัวของฟักทองหลังทำการอบแห้ง

จากรูป 4.32 เป็นแผนภูมิแท่งแสดงค่าการหดตัวของฟักทองหลังการอบแห้ง จะเห็นได้ว่าค่าการหดตัวของฟักทองอบแห้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิไอน้ำร้อนขดยิ่งสูงจะทำให้วัสดุมีการจับตัวแน่นกว่าและการหดตัวมากกว่าการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนที่อุณหภูมิ 180°C ซึ่งค่าการหดตัวลดลง เหตุผลเนื่องมาจาก แม้จะเป็นการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงแต่ใช้เวลาสั้นกว่าที่อุณหภูมิต่ำมาก โครงสร้างของวัสดุจึงยังไม่มีมีการยุบตัวมาก การหดตัวจึงน้อย ในส่วนของความเร็วไอน้ำร้อนขดยิ่งพบว่า มีแนวโน้มไม่แน่นอน คือการหดตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิค่าสุดและสูงสุด (120 และ 180°C) แต่จะมีค่าลดลงเมื่อความเร็วลดลงที่อุณหภูมิ 140-160°C อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเร็วไม่มีผลต่อการหดตัวเกือบทุกอุณหภูมิการทดลอง จากผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 120°C ความเร็วของไอน้ำร้อนขดยิ่ง 2 m/s เกิดการหดตัวน้อยที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 160°C ความเร็วไอน้ำร้อนขดยิ่ง 2 m/s จะเกิดค่าการหดตัวมากที่สุด



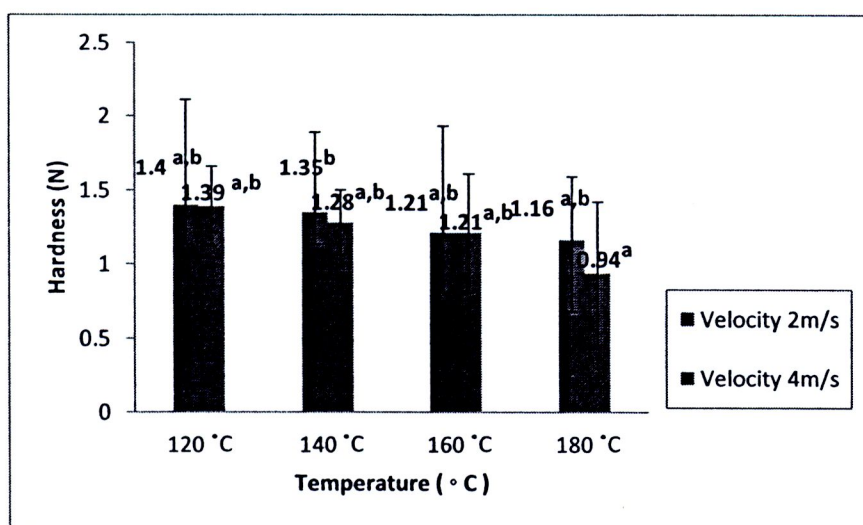
รูป 4.32 เปรียบเทียบค่าการหดตัวของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนขดยิ่งที่อุณหภูมิตอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180° C ความเร็วของไอน้ำร้อนขดยิ่ง 2 และ 4 m/s

4.6 ผลการทดลองการวัดค่าเนื้อสัมผัสของฟักทองอบแห้งก่อนนำไปทดสอบการกินตัว

จากรูป 4.33 เป็นแผนภูมิแท่งแสดงพบว่าค่าความแข็งของฟักทองอบแห้งก่อนนำไปทดสอบการกินตัว ซึ่งแนวโน้มพบว่าค่าความแข็งมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้น แสดง

ให้เห็นว่า ฟักทองเมื่อทำการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงความแข็งแรงจะลดลงไป โดยจะกลายเป็นความเปราะเข้ามาแทน ขณะที่ทำการทดสอบจึงแตกหักง่าย ค่าที่บันทึกได้จึงมีค่าน้อยลง ในส่วนผลของความเร็วในการอบแห้งพบว่า ค่าความแข็งแรงมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากความเร็วที่สูงขึ้นมีผลให้เวลาการอบแห้งลดลง วัสดุจึงสัมผัสกับความร้อนด้วยเวลาที่สั้นลง ทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเร็วมีผลต่อค่าความแข็งแรงของอุณหภูมิการทดลอง คืออุณหภูมิ 140°C และ 180°C ซึ่งมีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ผลจากกราฟที่ได้จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนขยี้ก 4 m/s จะมีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 120°C ความเร็วไอน้ำร้อนขยี้ก 2 m/s จะมีค่าความแข็งแรงมากที่สุด



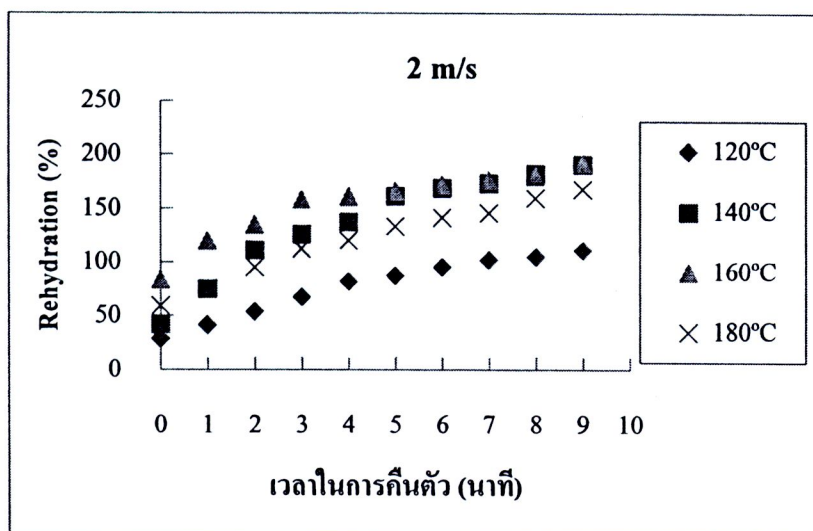
รูป 4.33 เปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองด้วยไอน้ำร้อนขยี้กที่อุณหภูมิอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180° C ความเร็วของไอน้ำร้อนขยี้ก 2 และ 4 m/s ก่อนนำไปทดสอบการคืนตัว

4.7 ผลการทดลองการวัดค่าการคืนตัวของฟักทองหลังทำการอบแห้ง

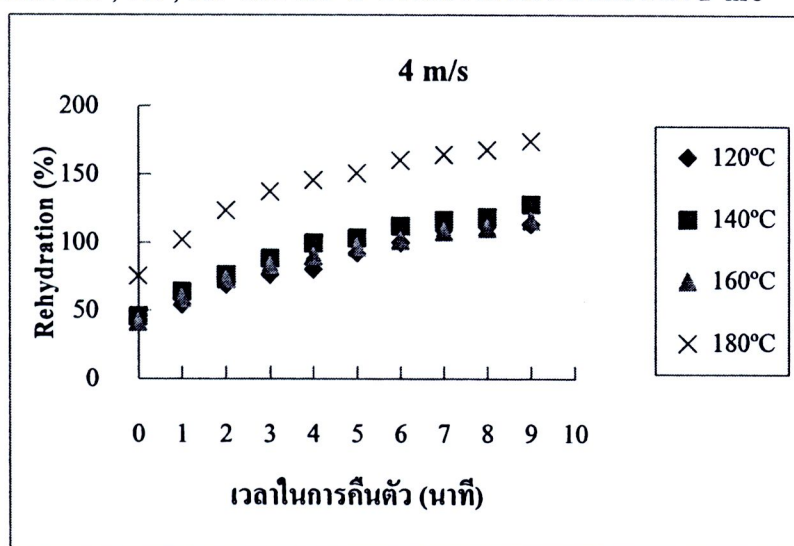
จากรูป 4.34 และ 4.35 แสดงค่าการคืนตัวของฟักทองในระยะเวลา 10 นาที พบว่าการคืนตัวของฟักทองหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนขยี้กที่อุณหภูมิต่ำความเร็วสูง (120°C และ 4 m/s, 140°C และ 4 m/s, 160°C และ 4 m/s) มีค่าน้อยกว่าการคืนตัวของฟักทองหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงความเร็วต่ำ (140°C และ 2 m/s, 160°C และ 2 m/s, 180°C และ 2 m/s) เนื่องจากการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิต่ำความเร็วสูง จะทำให้เนื้อฟักทองจับตัวกันแน่นกว่าและหดตัวมากกว่าการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิสูงความเร็วต่ำ เพราะทำให้มีช่องว่างระหว่างเนื้อฟักทองน้อย

มีรูพรุนน้อยกว่า ทำให้น้ำแทรกซึมเข้าไปในเนื้อฟักทองได้ยากกว่า จึงเป็นเหตุให้ค่าการคืนตัวของ การอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิสูงความเร็วต่ำมีค่ามากกว่าที่อุณหภูมิต่ำความเร็วสูง

จากการพิจารณาสถานะที่เหมาะสมต่อค่าการหดตัวของฟักทองหลังการอบแห้งพบว่า การอบแห้งฟักทองโดยใช้ไอน้ำร้อนยวดยิ่งอุณหภูมิ 160°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s เป็นสถานะ ที่ให้คุณภาพด้านคืนตัวมากที่สุด



รูป 4.34 เปรียบเทียบค่าการคืนตัวของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ อุณหภูมิอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180° C ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s



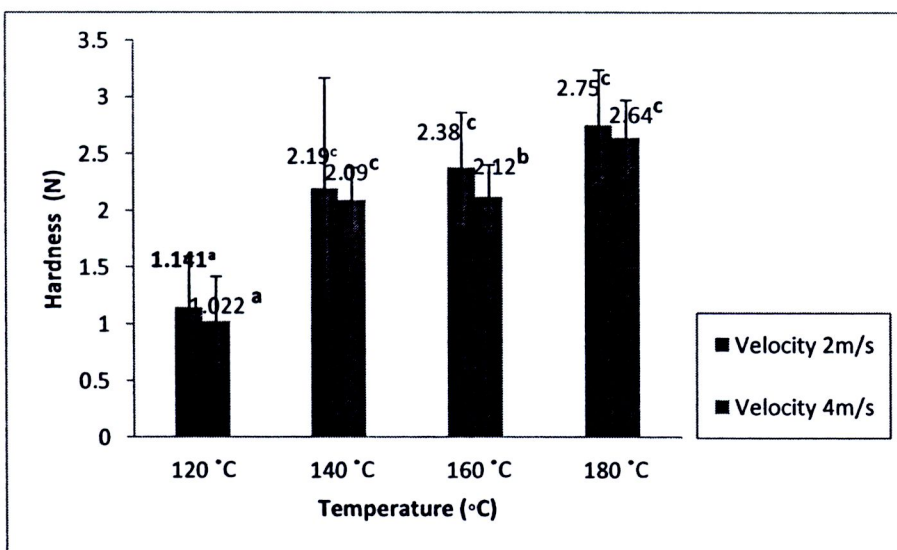
รูป 4.35 เปรียบเทียบค่าการคืนตัวของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่ อุณหภูมิอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180° C ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s

4.8 ผลการทดลองการวัดค่าเนื้อสัมผัสของฟักทองหลังทำการอบแห้งหลังนำไปทดสอบการกินตัว

จากรูป 4.36 เป็นแผนภูมิแท่งแสดงการทดสอบค่าความแข็งของฟักทองอบแห้งหลังการนำไปทดสอบการกินตัว ซึ่งแนวโน้มพบว่าความแข็งมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้เนื้อฟักทองจับตัวกันแน่นกว่าการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิสูง ทำให้มีช่องว่างระหว่างเนื้อฟักทองน้อย จึงทำให้อนุภาคน้ำเข้าไปจับตัวและแทรกซึมในเนื้อฟักทองได้ยากกว่าการอบแห้งฟักทองที่อุณหภูมิสูง การแตกหักจึงง่ายกว่าเนื้อวัสดุที่มีอนุภาคน้ำแทรกซึมจำนวนมาก หรืออีกเหตุผลหนึ่งคือฟักทองที่อบด้วยอุณหภูมิสูงจะมีขนาดใหญ่กว่าเพราะดูดซับน้ำได้มากเกิดการพองตัวกว่า ทำให้มีความแข็งมากกว่าเมื่อนำไปทำการทดสอบความแข็งจึงเกิดการแตกหักยากกว่าฟักทองที่อบด้วยอุณหภูมิต่ำ ซึ่งระยะกดที่ใช้ทดสอบมีค่าเท่ากัน (50 % ของชิ้นฟักทอง)

ในส่วนผลของความเร็วในการอบแห้งพบว่า ค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเร็วสูงขึ้นทั้งนี้เนื่องจากความเร็วที่สูงขึ้นมีผลให้เวลาการอบแห้งลดลง วัสดุจึงสัมผัสกับความร้อนด้วยเวลาที่สั้นลง ทำให้ค่าความแข็งลดลง เมื่อนำไปทำการกินตัวก็ยังมีแนวโน้มของความแข็งที่ลดลงตามความเร็ว อย่างไรก็ตามจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความเร็วมีผลต่อค่าความแข็งบางอุณหภูมิการทดลองคือ อุณหภูมิ 160°C ซึ่งมีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ซึ่งจากกราฟที่ได้จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 180°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 m/s จะมีค่าความแข็งมากที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 120°C ความเร็วไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 4 m/s จะมีค่าความแข็งน้อยที่สุด



รูป 4.36 เปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสของฟักทองอบแห้งที่ได้จากการทดลองด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิอบแห้ง 120°, 140°, 160° และ 180° C ความเร็วของไอน้ำร้อนยวดยิ่ง 2 และ 4 m/s หลังนำไปทดสอบการกินตัว