



บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

4.1.1 เครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน ดังแสดงในรูป 4.1ก และ

4.1ข มีอุปกรณ์หลักดังนี้

4.1.1.1 เครื่องเป่าลม (Blower)

4.1.1.2 ชุดลดความร้อน ซึ่งจะทำหน้าที่ผลิตลมร้อน มี

ขนาด 5 กิโลวัตต์ พร้อมชุดควบคุมอุณหภูมิ

4.1.1.3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิของลมร้อน ประกอบด้วยเทอร์โมคัปเปิลและตัวอ่านอุณหภูมิ

4.1.1.4 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของลมร้อน ประกอบด้วยวาล์วหลัก (main valve) และวาล์วลัดทาง (by-pass valve)

4.1.1.5 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของลมร้อน ประกอบด้วยออริฟิสมิเตอร์ (orifice meter) ซึ่งวัดความแตกต่างของความดันที่คล่อมแผ่นออริฟิสมิเตอร์ใช้มานิเตอร์ (manometer) ซึ่งบรรจุน้ำอยู่ภายใน

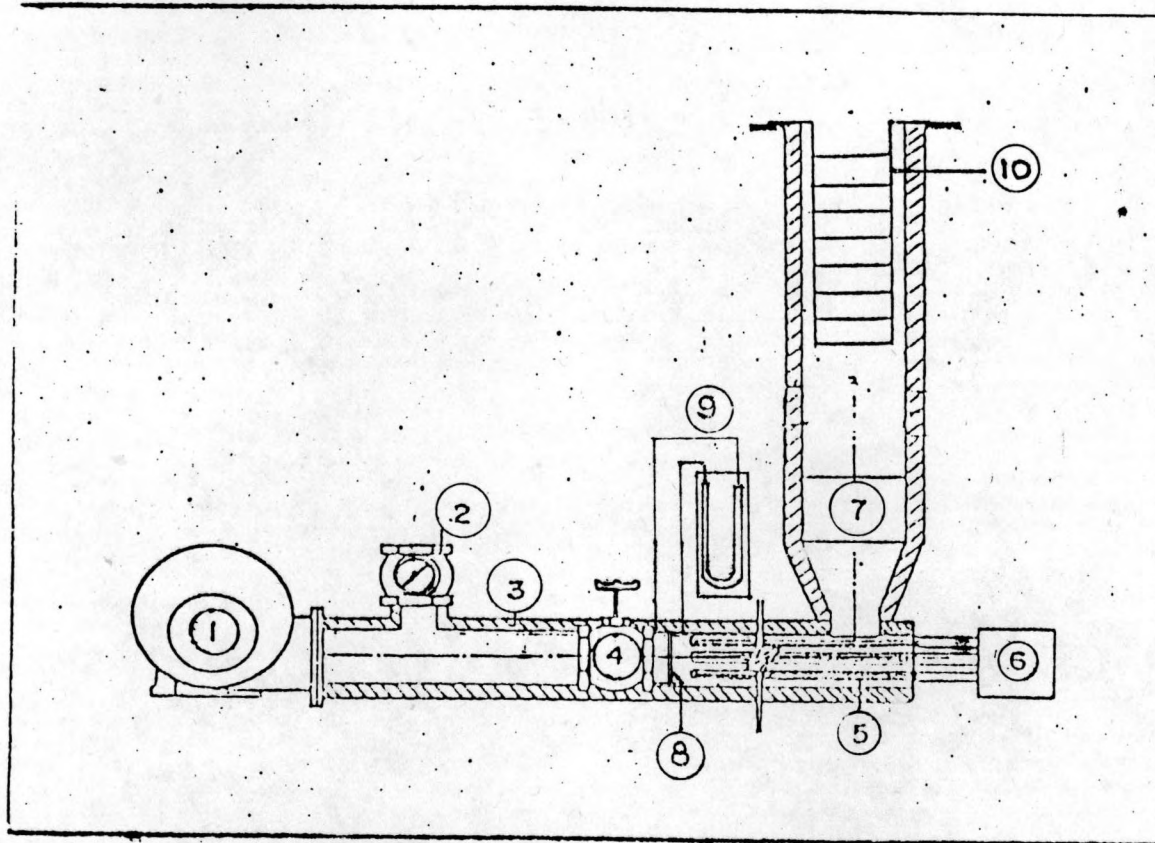
4.1.1.6 อุปกรณ์บรรจุวัสดุอบแห้ง ประกอบด้วยภาชนะสเตนเลส (stainless steel container) ซึ่งด้านล่างติดตาข่ายที่ทำด้วยสเตนเลสเช่นกัน ภาชนะแต่ละใบมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10.5 ซม. และมีความสูง 5 ซม. ภาชนะแต่ละใบสามารถนำมาซ้อนและประกอบติดกันโดยใช้หูเกี่ยวที่ติดอยู่ที่ด้านข้างของภาชนะ

4.1.2 เครื่องนึ่งนึ่งกัน ดังแสดงในรูป 4.2 ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

4.1.2.1 ถังทรงกระบอก มีฝาปิด ขนาดถึงยาว 15 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ทำด้วยเหล็กสเตนเลส

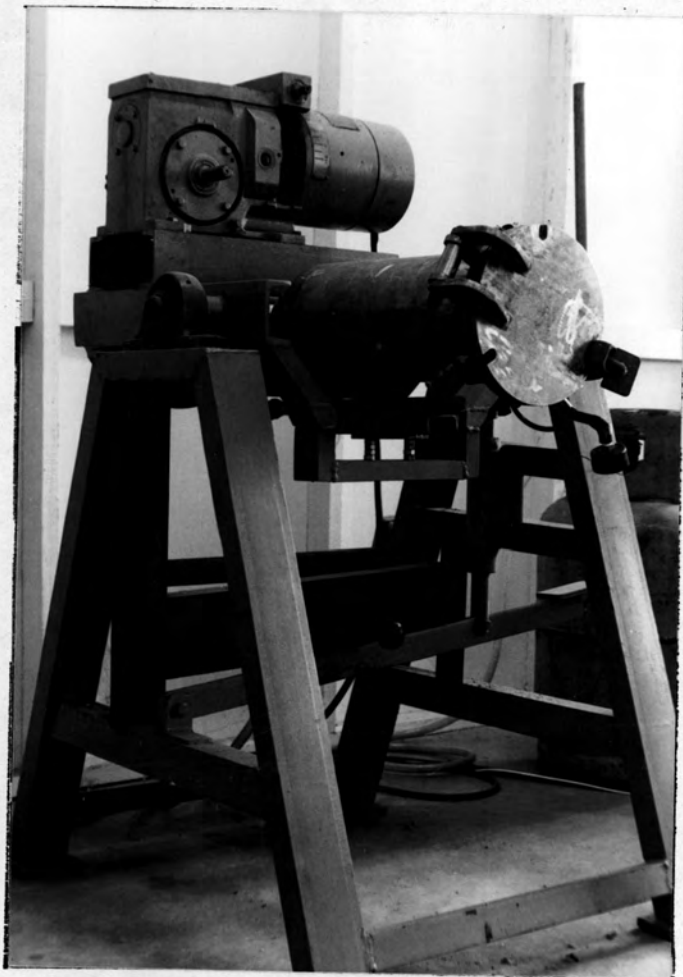


รูปที่ 4.1 ก ชุดทดลองอบแห้งแบบไหลผ่านที่ใช้ในการทดลอง



1. BLOWER
2. BY-PASS VALVE
3. INSULATOR
4. MAIN VALVE
5. HEATER
6. WATT CONTROLLER
7. GLASS BEADS
8. ORIFICE PLATE
9. MANOMETER
10. STAINLESS STEEL CONTAINER

รูปที่ 4.1 ข ลักษณะของเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน



รูปที่ 4.2 เครื่องปั่นฝึกัน

- 4.1.2.2 มอเตอร์ขับเคลื่อน สามารถปรับความเร็วรอบได้
- 4.1.2.3 ชุดหัวเผาก๊าซ ซึ่งเป็นตัวให้ความร้อนแก่ถัง
- 4.1.2.4 ชุดรองรับแรงกระแทก (shock absorber) สำหรับรับแรงกระแทกของฝาถังที่ถูกดันเปิดออกด้วยความดันสูง
- 4.1.2.5 ชุดขาตั้งรองรับ ซึ่งสามารถปรับการทำงานของถังให้อยู่ในแนวต่างๆ ได้ 3 แนว คือ แนวป้อนวัตถุดิบ (loading position), แนวขณะทำงาน (operating position), แนวยิงปล่อยวัตถุ (firing position)
- 4.1.3 คู่มือ ดังแสดงในรูปที่ 4.3
- 4.1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก

4.2 ขั้นตอนและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

- 4.2.1 วิธีการเตรียมชิ้นมันสำปะหลัง
วิธีการเตรียมทำโดยการนำมันสำปะหลังมาปอกเปลือก แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นๆ ให้มีลักษณะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาดด้านละประมาณ 1.2 ซม.
- 4.2.2 ขั้นตอนการอบแห้ง
ขั้นตอนมีดังนี้คือ
 - 4.2.2.1 เดินเครื่องเป่าอากาศ (blower) เพื่อเป่าอากาศเข้าเครื่องอบแห้ง
 - 4.2.2.2 ปรับความเร็วของลมที่ไหลเข้าเครื่องอบแห้งโดยให้วาล์ว วัดความเร็วของลมโดยวัดผลต่างความดันด้วยมาโนมิเตอร์ ปรับให้ความแตกต่างของระดับน้ำในมาโนมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้ และรักษาระดับนั้นไว้ให้คงที่
 - 4.2.2.3 เปิดชุดลดทำความร้อน เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของลมที่เข้าเครื่องอบแห้ง ควบคุมความร้อนให้คงที่โดยใช้เทอร์โมสแตท และวัดอุณหภูมิของลมร้อนโดยใช้เทอร์โมคัพเปิด
 - 4.2.2.4 ลมร้อนจะไหลเข้าไปในชั้นที่บรรจุลูกแก้ว ซึ่งมี ความสูงประมาณ 1.5 ซม. เพื่อกระจายลมร้อนให้มีลักษณะการไหลที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 4.3 ตู้อบไฟฟ้า

(uniform flow) ในช่วงแรกจะปล่อยให้ลมร้อนไหลเข้าไปในเครื่องอบแห้งที่ยังไม่มีชิ้นวัสดุเป็นเวลาช่วงหนึ่งจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (steady state) โดยมีอุณหภูมิและความเร็วของลมร้อนตามต้องการ

4.2.2.5 นำภาชนะที่บรรจุชิ้นมันสำปะหลังทั้ง 4 ชิ้น ซึ่งมีปริมาณมันสำปะหลังประมาณ 800-900 กรัม ที่ซึ่งน้ำหนักแต่ละชิ้นไว้เรียบร้อยแล้วหย่อนลงไปเครื่องอบแห้งแล้วเริ่มจับเวลาอบแห้ง นำภาชนะออกจากเครื่องอบแห้งที่ทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้นำมาชั่งน้ำหนัก เมื่อชั่งน้ำหนักเสร็จก็นำกลับไปอบแห้งต่อจนกระทั่งน้ำหนักของวัสดุไม่เปลี่ยนแปลง

4.2.2.6 ในขั้นตอนที่ 5 ทุกครั้งที่นำวัสดุขึ้นมาชั่ง เมื่อจะนำไปอบแห้งในครั้งต่อไปจะต้องทำการสลับภาชนะบรรจุทุกครั้ง

4.2.2.7 แบ่งวัสดุบางส่วนไปอบในตู้อบแห้งที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (American Society for Testing and Material, 1980) ประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อที่จะหาน้ำหนักวัสดุแห้ง (bone dry solid)

4.2.3 ขั้นตอนการระเหิดน้ำ

4.2.3.1 ทำการอุ่นเครื่องพ่นฝูกันโดยยังไม่เติมวัสดุเข้าภายในถัง แต่เติมน้ำแทน (ปริมาณเล็กน้อย) เปิดสวิตช์มอเตอร์เพื่อทำให้ถังหมุนเปิดหัวเผา (burner) ให้ความร้อนแก่ถังประมาณ 20 นาที หรือจนกระทั่งความดันภายในถังขึ้นถึงประมาณ 40 psig จากนั้นจึงปิดหัวเผา แล้วจัดถังให้อยู่ในแนวอิงปล่อยวัสดุ จากนั้นจึงทำการเปิดฝาดังเพื่อลดความดันภายในถังอย่างทันทีทันใด

4.2.3.2 เมื่อทำการอุ่นเครื่องพ่นฝูกันเรียบร้อยแล้ว จัดถังให้อยู่ในแนวเติมวัสดุ เติมวัสดุที่ผ่านการอบแห้งจนได้ความชื้นที่เหมาะสมลงไปประมาณ 300 กรัม ปิดฝาดัง จัดถังให้อยู่ในแนวทำงาน เปิดสวิตช์มอเตอร์เพื่อทำให้ถังหมุนเปิดหัวเผาเพื่อให้ความร้อนแก่ถัง คอยจนกระทั่งความดันภายในถังถึงจุดที่กำหนดไว้ ปิดหัวเผา จัดถังให้อยู่ในแนวอิงปล่อยวัสดุ ปิดสวิตช์มอเตอร์ จากนั้นจึงเปิดฝาดัง

4.2.3.3 นำวัสดุที่ได้จากการระเหิดน้ำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปทำการอบแห้งต่อตามขั้นตอนที่ 4.2.2 จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

4.2.4 ขั้นตอนการรีไซเคิล (วิวัฒน์ , 2532)

4.2.4.1 เตรียมวัสดุที่ผ่านการอบแห้งเรียบร้อยแล้ว 50

กรัม

4.2.4.2 นำไปต้มในน้ำเดือด เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด

(ทุก 1 นาที) นำขึ้นมาเช็คผิวให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก

4.3 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง (ดูตาราง 4.1)

สภาวะของการทดลอง จะแบ่งเป็น

1. สภาวะที่ใช้ในการอบแห้ง

2. สภาวะที่ใช้ในการระเบิดฟู

การทดลองที่เสนอ ณ ที่นี้ ส่วนหนึ่งทำขึ้นในงานวิทยานิพนธ์นี้ (การทดลองที่ 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 20, 21, 22) อีกส่วนหนึ่งเป็นงานที่ทำขึ้นในโครงการวิจัยเงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช (การทดลองที่ 2, 3, 5, 7, 12, 13, 15, 16, 18, 19) (วิวัฒน์, 2532) แต่นำมาเสนอร่วมกันเพื่อความชัดเจนในการวิจารณ์ผล

ตารางที่ 4.1 สภาวะที่ใช้ในการอบแห้งและการระเบิดฟู

| การทดลอง ที่ | รหัสอ้างอิง | อุณหภูมิอบ แห้ง(°C) | ความเร็วกระแสลมร้อน(m/s) | ความดันที่ทำการ ระเบิดฟู (psig) | ความชื้นที่ทำการ ระเบิดฟู (%) |
|-----------------|-------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | A-1 | 50 | 0.6 | - | - |
| 2 * | A-2 | 60 | 0.6 | - | - |
| 3 * | A-3 | 70 | 0.6 | - | - |
| 4 | B-1 | 60 | 0.6 | 15 | 31.81 |
| 5 * | B-2 | 60 | 0.6 | 18 | 63.33 |
| 6 | B-3 | 60 | 0.6 | 19 | 23.91 |
| 7 * | B-4 | 60 | 0.6 | 19 | 51.69 |
| 8 | B-5 | 60 | 0.6 | 19 | 59.09 |
| 9 | B-6 | 60 | 0.6 | 21 | 51.69 |
| 10 | B-7 | 60 | 0.6 | 21 | 63.55 |
| 11 | B-8 | 60 | 0.6 | 25 | 56.42 |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| การทดลอง ที่ | รหัสอ้างอิง | อุณหภูมิอบ แห้ง(°C) | ความเร็วกระแสลมร้อน(m/s) | ความดันที่ทำการ ระเบิดฟู (psig) | ความชื้นที่ทำการ ระเบิดฟู (%) |
|-----------------|-------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 12 * | C-1 | 60 | 0.6 | 20 | 53.12 |
| 13 * | C-2 | 60 | 0.6 | 20 | 98.92 |
| 14 | C-3 | 60 | 0.6 | 26 | 71.12 |
| 15 * | C-4 | 60 | 0.6 | 29 | 98.62 |
| 16 * | D-1 | 60 | 0.6 | 24 | 53.12 |
| 17 | E-1 | 60 | 0.6 | 20 | 52.77 |
| 18 * | F-1 | 70 | 0.6 | 10 | 100.91 |
| 19 * | F-2 | 70 | 0.6 | 16 | 40.54 |
| 20 | G-1 | 50 | 0.6 | 22 | 46.27 |
| 21 | G-2 | 50 | 0.6 | 25 | 54.69 |
| 22 | G-3 | 50 | 0.6 | 30 | 55.70 |

หมายเหตุ

1. * มาจากรายงานการวิจัยเรื่อง " การศึกษาและพัฒนาการระเบิดฟูของผลิตภัณฑ์เกษตร" โดยทนายวิจัยรัชดาภิเชกสมโภช
2. การทดลองที่ 1 - 22 ทั้งหมดใช้มันสำปะหลังเป็นวัสดุอบแห้ง
 - 2.1 การทดลองที่ 12 - 15 มีการเติมน้ำ 5 มิลลิลิตร ในถังพักพองกันก่อนการทำการระเบิดฟู
 - 2.2 การทดลองที่ 16 ใส่ตะแกรงเข้าภายในถังพักพองกันเพื่อมิให้ผิว

วัสดุสัมผัสกับผิวของถัง และเติมน้ำ 5 มิลลิลิตร

2.3 การทดลองที่ 17 ทำการต้มวัสดุก่อนการอบแห้ง

4.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองมีสรุปไว้ในตารางที่ 4.2 , 4.3 , 4.4 และ 4.5

ต่อไปนี้เป็น

ตารางที่ 4.2 ลักษณะวัสดุอบแห้งที่ปรากฏเห็นจากการทดลองในกรณีที่ไม่มีการบวมการระเบิด

| การทดลอง | ลักษณะที่ปรากฏเห็นจากการทดลอง | |
|----------|-------------------------------|--|
| | สี | อื่น ๆ |
| A-1 | ขาวกว่ามันสด | ขนาดของชั้นมันลดลง โดยที่ผนังทั้ง 6 ด้านยุบตัวลง ไม่เกิดการแข็งตัวของผิวนอก (case hardening) |
| A-2 | ขาวกว่ามันสด | ขนาดของชั้นมันลดลง โดยที่ผนังทั้ง 6 ด้านยุบตัวลง ไม่เกิดการแข็งตัวของผิวนอก |
| A-3 | ขาวกว่ามันสด | ขนาดของชั้นมันลดลง โดยที่ผนังทั้ง 6 ด้านยุบตัวลง เกิดการแข็งตัวของผิวนอก |

ตารางที่ 4.3 ลักษณะปรากฏที่เห็นของวัสดุหลังการระเบิด

| การทดลอง | ลักษณะที่ปรากฏ | | |
|----------|----------------|--|---|
| | รหัส | กลิ่น | อื่น ๆ |
| B-1 | 1 | คล้ายมันเผา | วัสดุไม่ฟู |
| B-2 | 3 | คล้ายมันเผา | วัสดุบางส่วนฟู บางส่วนไม่ฟู , ผิวเหนียว |
| B-3 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุไม่ฟู |
| B-4 | 3 | คล้ายมันเผา | วัสดุฟู, ผิวเหนียว |
| B-5 | 3 | คล้ายมันเผา | วัสดุบางส่วนฟู บางส่วนไม่ฟู, ผิวเหนียว |
| B-6 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุบางส่วนฟู บางส่วนไม่ฟู |
| B-7 | 3 | คล้ายมันเผา | วัสดุบางส่วนฟู บางส่วนไม่ฟู , ผิวเหนียว |
| B-8 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุฟู |
| C-1 | 4 | คล้ายมันเผา | วัสดุฟู, ผิวเหนียว |
| C-2 | 4 | คล้ายมันเผา | วัสดุบางส่วนฟู บางส่วนแตกกระจุย , ผิวเหนียว |
| C-3 | 5 | คล้ายมันเผา | วัสดุส่วนใหญ่แตกกระจุย |
| C-4 | 5 | มีกลิ่นไหม้ | วัสดุแตกกระจุยและไหม้, ผิวเหนียว |
| D-1 | 4 | คล้ายมันเผา | วัสดุแตกกระจุย, ผิวเหนียว |
| E-1 | 3 | กลิ่นเหมือน มันต้มก่อนการ ระเบิด | วัสดุฟู, ผิวเหนียว |
| F-1 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียว |
| F-2 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียวบางส่วน |

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

| การทดลอง | ลักษณะที่ปรากฏ | | |
|----------|----------------|-------------|---|
| | รหัสสี | กลิ่น | อื่น ๆ |
| G-1 | 3 | คล้ายมันเผา | วัสดุส่วนใหญ่พุ่มีแตกกระจุกบ้างเล็กน้อย |
| G-2 | 2 | คล้ายมันเผา | วัสดุพุ่มี, มีบางส่วนผิวเหนียว |
| G-3 | 4 | คล้ายมันเผา | วัสดุแตกกระจุก |

หมายเหตุ * สี แบ่งออกเป็น 5 ระดับ

- 1 สีเหมือนวัสดุอบแห้งที่ไม่มีกระบวนการระเบิดฟู
- 2 สีขาวออกเหลืองอ่อนมาก
- 3 สีขาวออกเหลืองอ่อน
- 4 สีน้ำตาลอ่อน
- 5 สีน้ำตาล
- 6 สีน้ำตาลแดง

ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานและเวลาที่ใช้ในการทดลอง โดยเปรียบเทียบ
ระหว่างกระบวนการอบแห้งที่ไม่มีการระเบิดนุกกับที่มีกระบวนการ
การระเบิดนุกภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน

| การทดลอง | เวลาที่ประหยัดได้ (%) | พลังงานที่ประหยัดได้ (%) | ลักษณะภายนอกที่ ปรากฏเห็น |
|----------|--------------------------|-----------------------------|--|
| B-1 | 23.27 | 15.69 | วัสดุไม่ฟู |
| B-2 | -60.60 | -70.19 | วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู |
| B-3 | 22.31 | 17.24 | วัสดุไม่ฟู |
| B-4 | -1.37 | -11.58 | วัสดุฟู ผิวเหนียว |
| B-5 | -7.22 | -16.78 | วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู ผิวเหนียว |
| B-6 | 27.67 | 16.81 | วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู |
| B-7 | 5.47 | -5.68 | วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนไม่ฟู ผิวเหนียว |
| B-8 | 24.41 | 12.66 | วัสดุฟู |
| C-1 | -92.68 | -101.95 | วัสดุฟู ผิวเหนียว |
| C-2 | -120.26 | -129.37 | วัสดุบางส่วนฟูบางส่วนแตก กระจุก ผิวเหนียว |
| C-3 | 51.83 | 41.12 | วัสดุส่วนใหญ่แตกกระจุก |
| C-4 | -36.56 | -48.63 | วัสดุแตกกระจุก ไหม้ ผิว เหนียว |
| D-1 | 23.90 | 16.60 | วัสดุแตกกระจุก |
| E-1 | 4.13 | -3.19 | วัสดุฟู ผิวเหนียว |

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

| การทดลอง | เวลาที่ประหยัดได้ (%) | พลังงานที่ประหยัดได้ (%) | ลักษณะภายนอกที่ ปรากฏเห็น |
|----------|--------------------------|-----------------------------|---|
| F-1 | -88.50 | -104.61 | วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียว |
| F-2 | -1.96 | -12.42 | วัสดุไม่ฟู, ผิวเหนียวบางส่วน |
| G-1 | 29.93 | 14.10 | วัสดุส่วนใหญ่ฟู มีแตกกระ จุยบ้างเล็กน้อย |
| G-2 | 23.23 | 5.76 | วัสดุฟู, บางส่วนผิวเหนียว |
| G-3 | 50.30 | 26.78 | วัสดุแตกกระจุย |

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการคูดน้ำคั้นระหว่างการทดลองที่
ไม่มีกระบวนการระเบิดฟุ้งกับที่มีกระบวนการระเบิดฟุ้ง (วิวัฒน์,
2532)

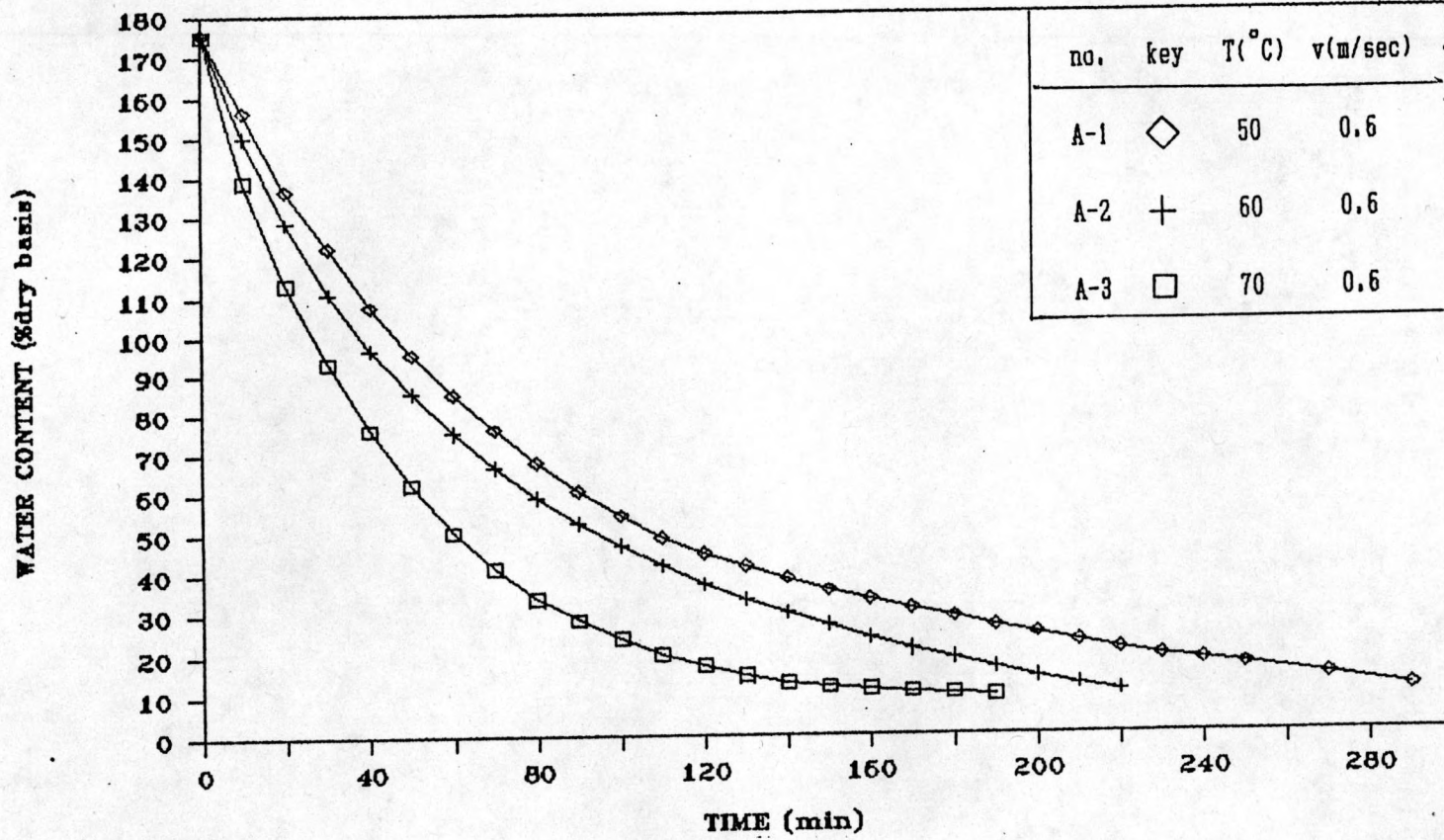
| การทดลอง | เวลาที่ประหยัดได้ (%) |
|----------|-----------------------|
| B-1 | -10.42 |
| B-2 | 55.14 |
| B-3 | -5.31 |
| B-4 | 5.49 |
| B-5 | 59.96 |
| B-6 | 12.33 |
| B-7 | 54.32 |
| B-8 | 31.78 |
| C-1 | 1.47 |
| C-2 | 80.46 |
| C-3 | 90.22 |
| C-4 | 76.92 |
| D-1 | 52.13 |
| E-1 | 18.76 |
| F-1 | - |
| F-2 | - |
| G-1 | - |
| G-2 | - |
| G-3 | - |

4.4.1 ผลการทดลองหาการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยของวัสดุอบแห้งกับเวลา
รูปที่ 4.4 , 4.8 - 4.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ย
ของวัสดุอบแห้งกับเวลา ที่ได้จากการทดลองกับชั้นมันสำปะหลังทั้งในกรณีที่มีและไม่มี
การระเหย

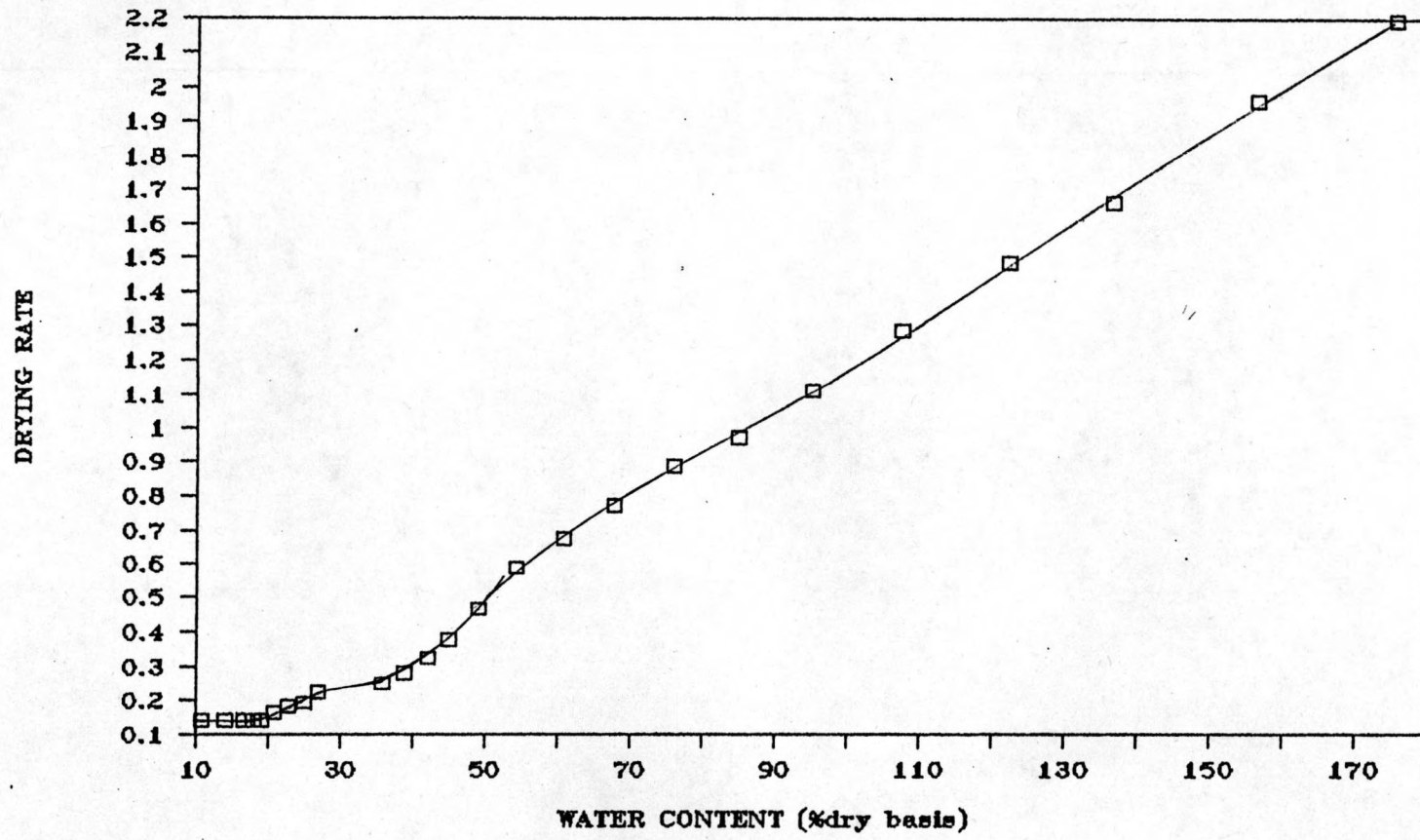
4.4.2 ผลการทดลองหาเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้ง
รูปที่ 4.5 - 4.7 และ รูปที่ 4.27 - 4.45 แสดงเส้นลักษณะ
เฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง ซึ่งได้จากการหาความชัน (slope)
ของกราฟข้างต้นระหว่างความชื้นเฉลี่ยกับเวลา

การสรุปและวิจารณ์ผลการทดลองเหล่านี้ มีอยู่ในบทที่ 5

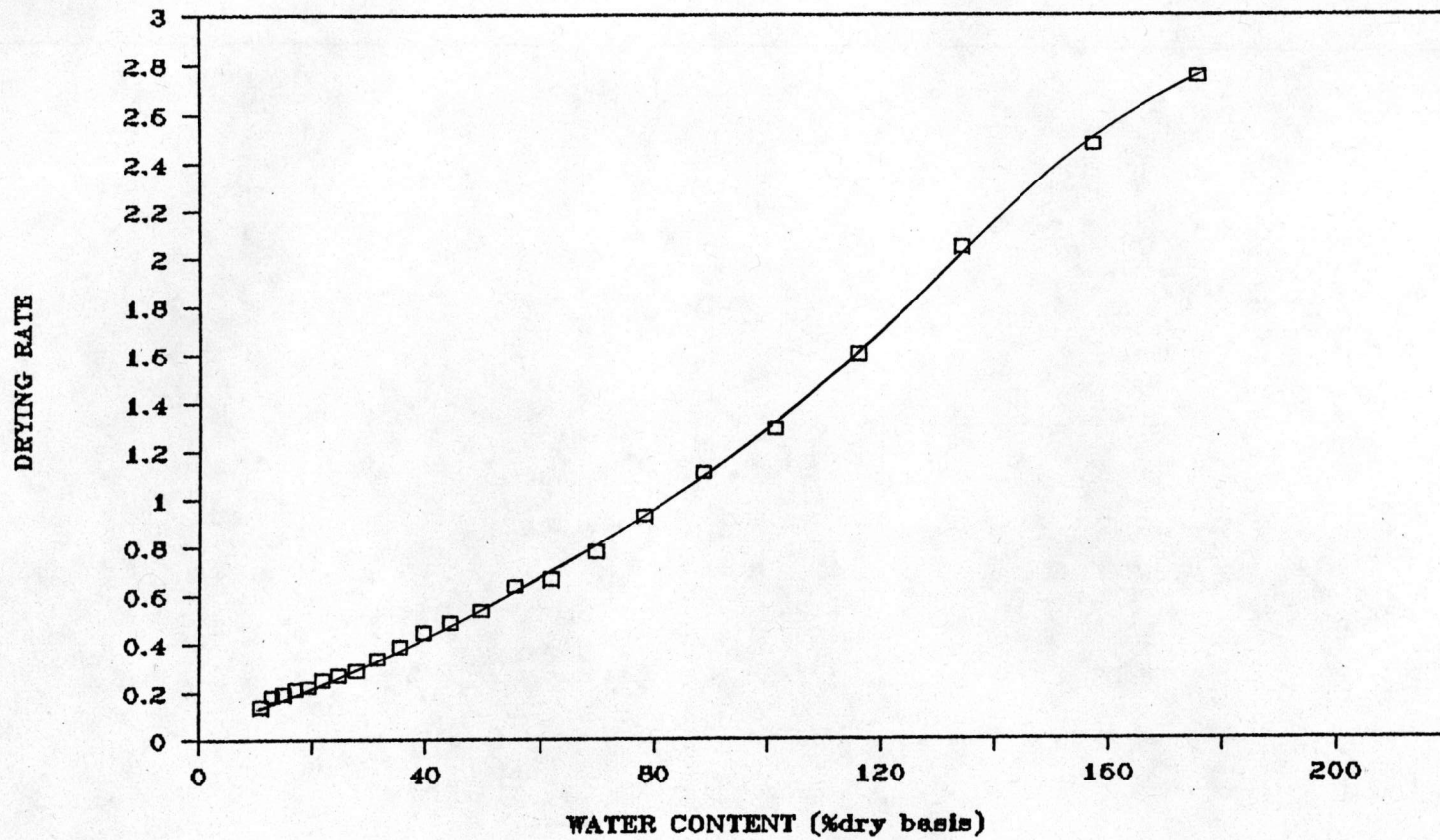
1199201221



รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลาสำหรับชั้นมันสำปะหลัง (หนา 20 ซม.) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

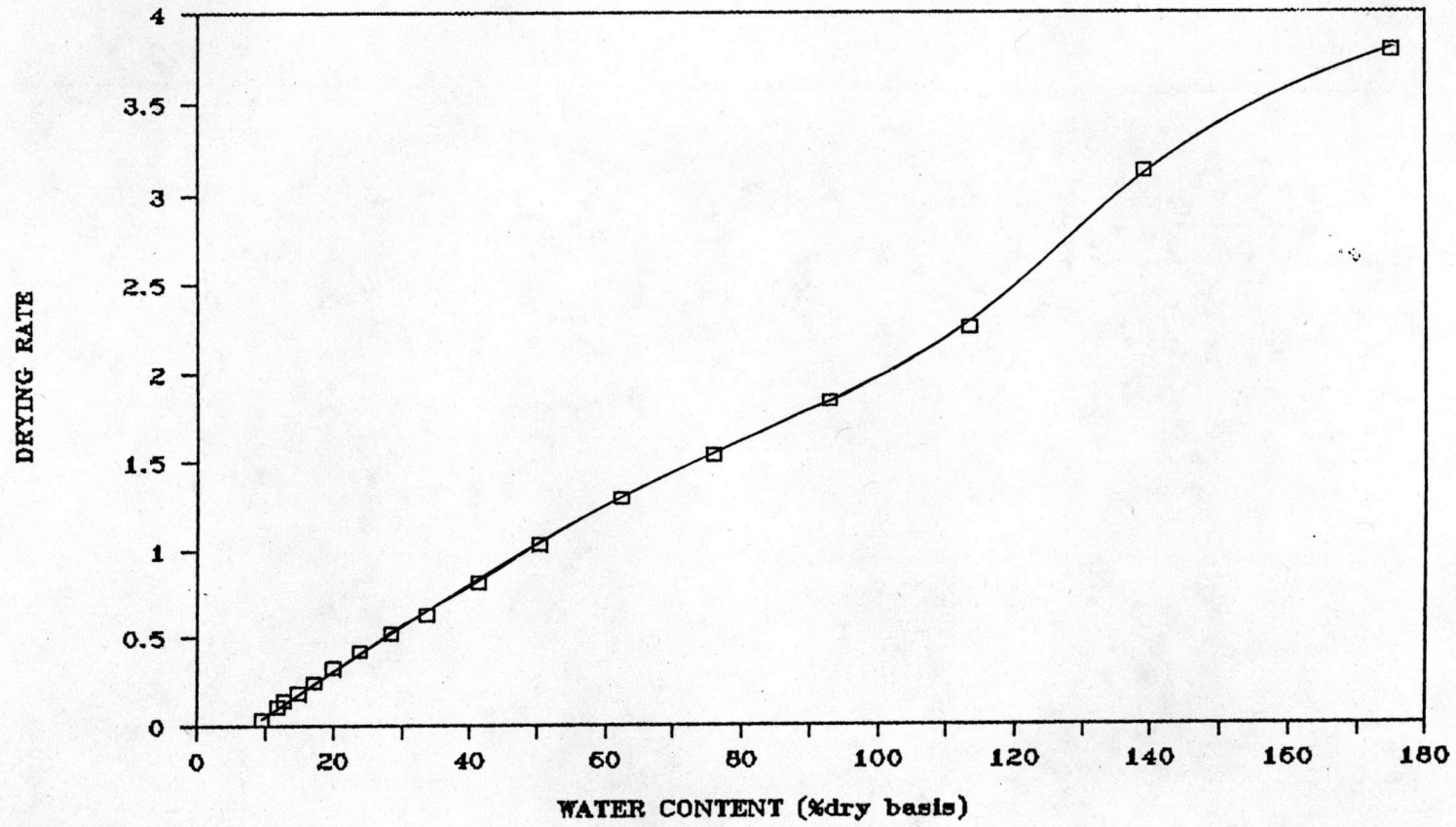


รูปที่ 4.5 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 50°C
(A-1)

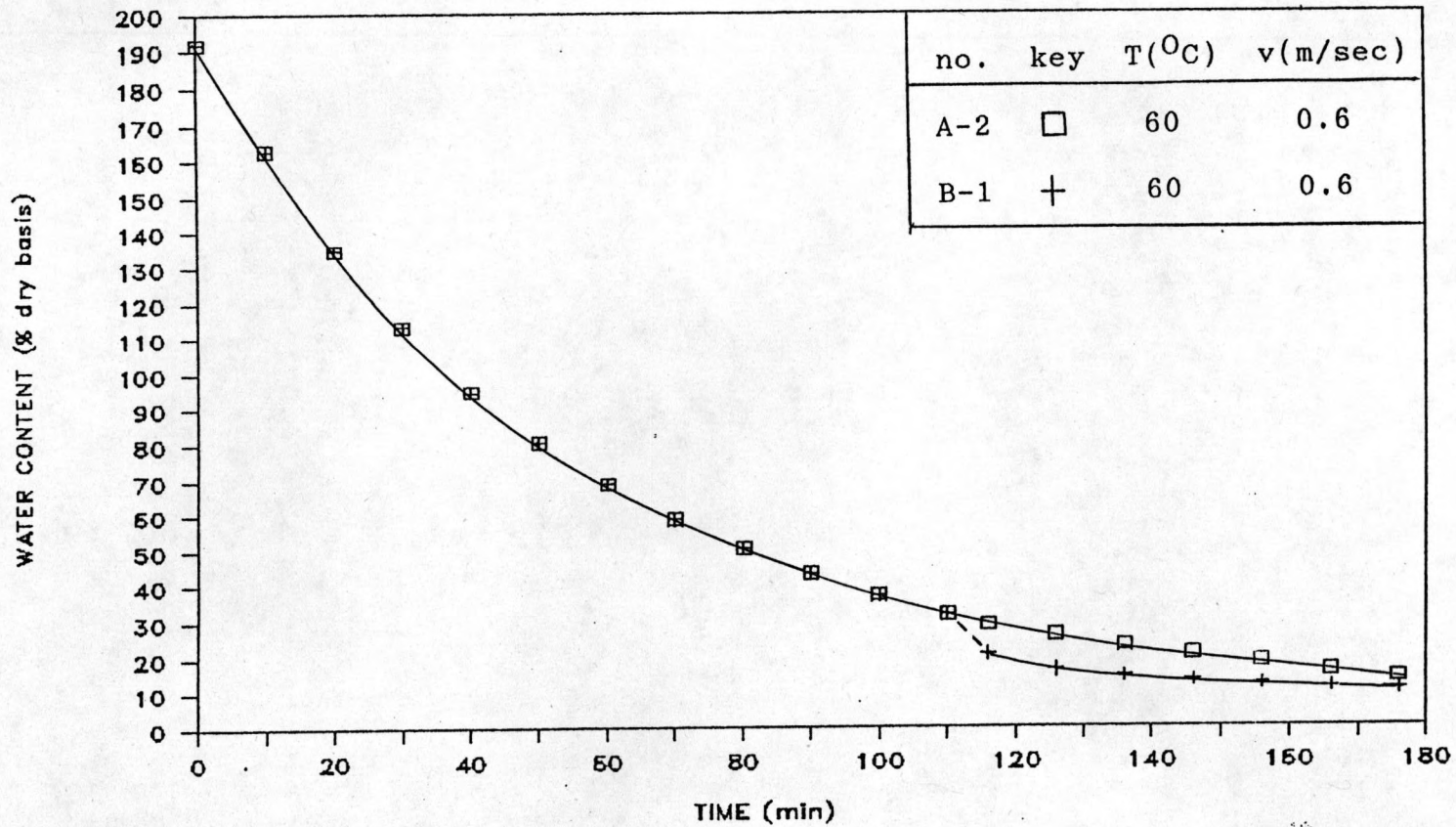


รูปที่ 4.6 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 60°C

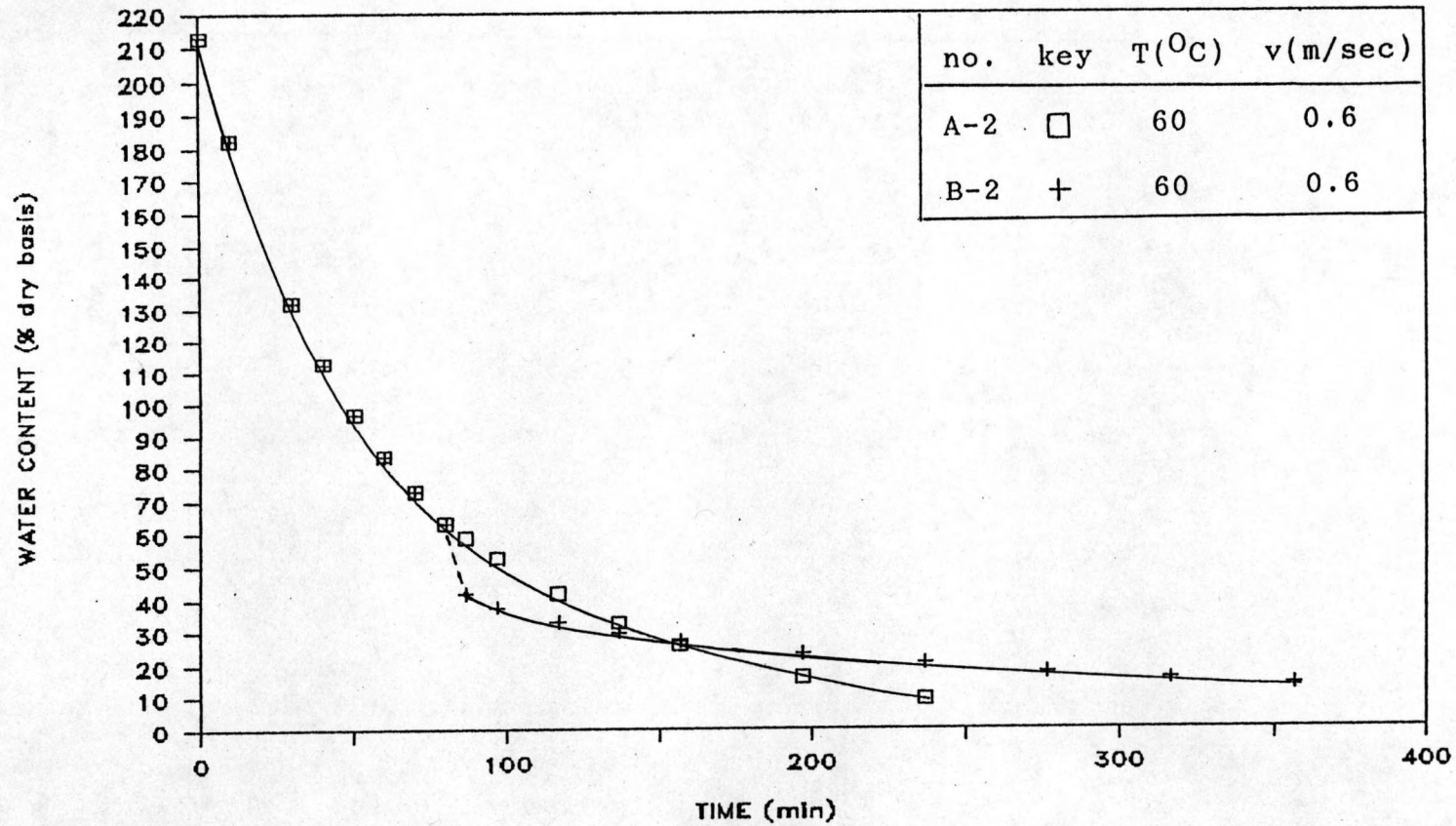
(A-2)



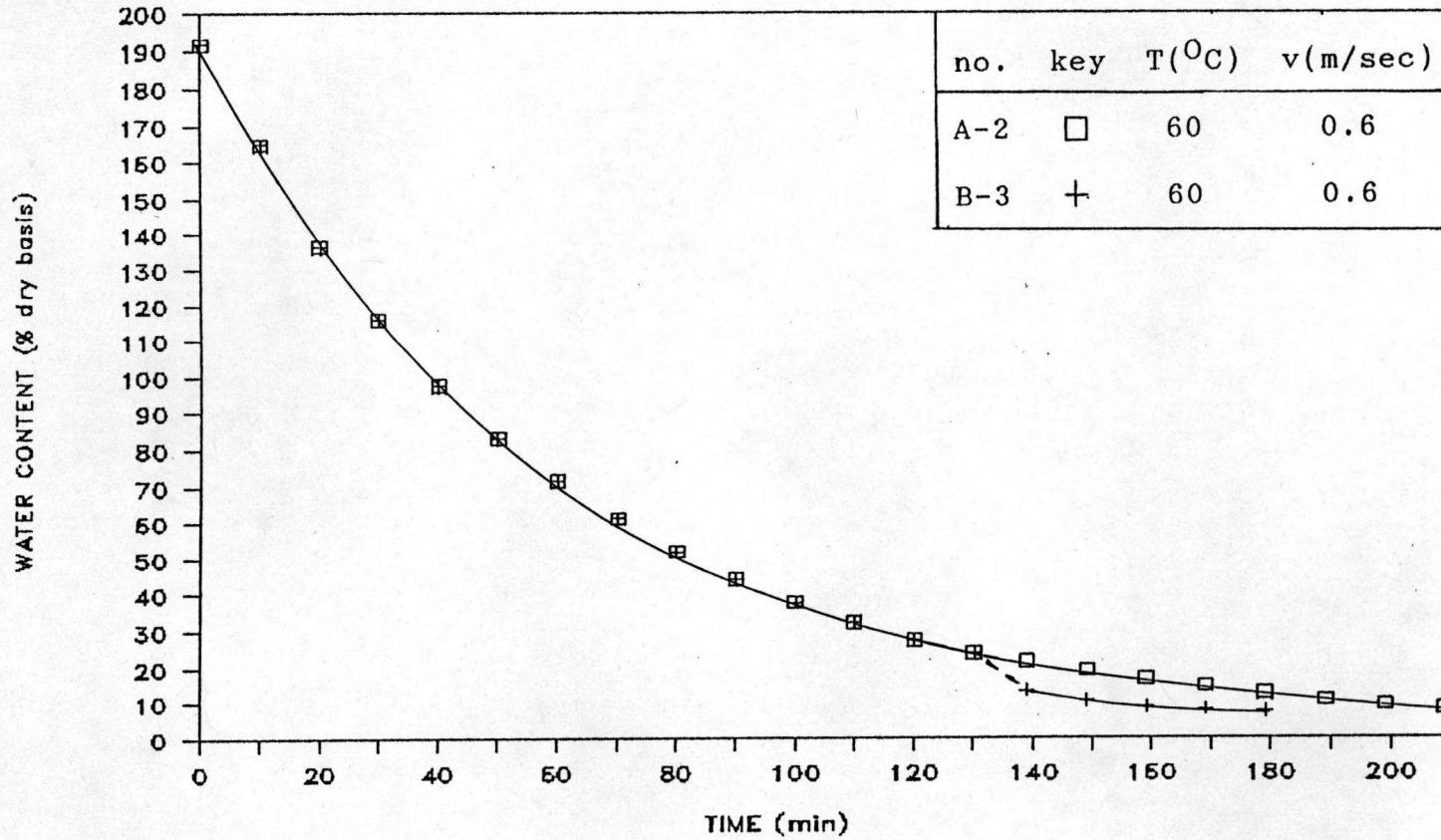
รูปที่ 4.7 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ที่อุณหภูมิ 70°C
(A-3)



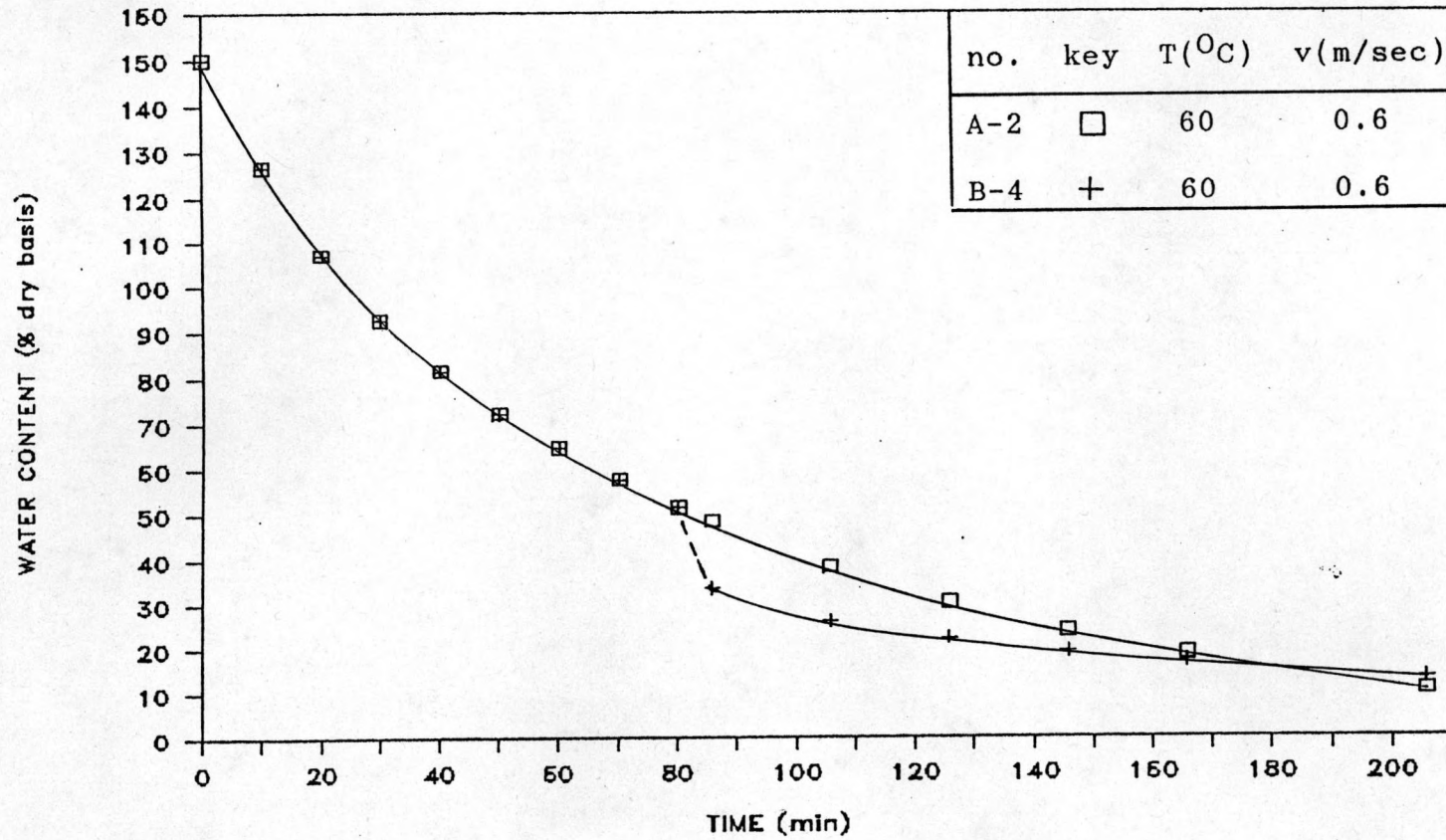
รูปที่ 4.8 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



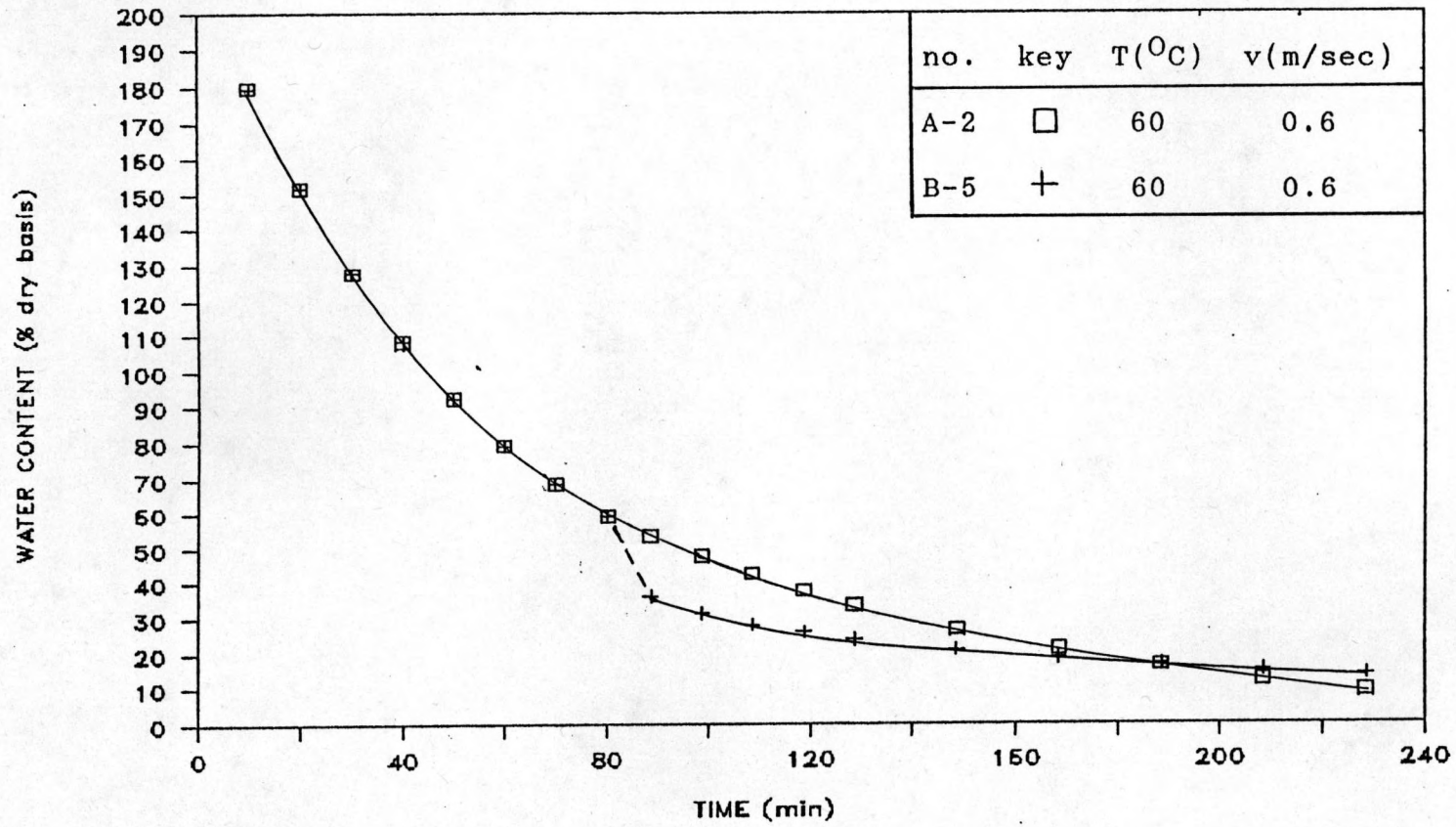
รูปที่ 4.9 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



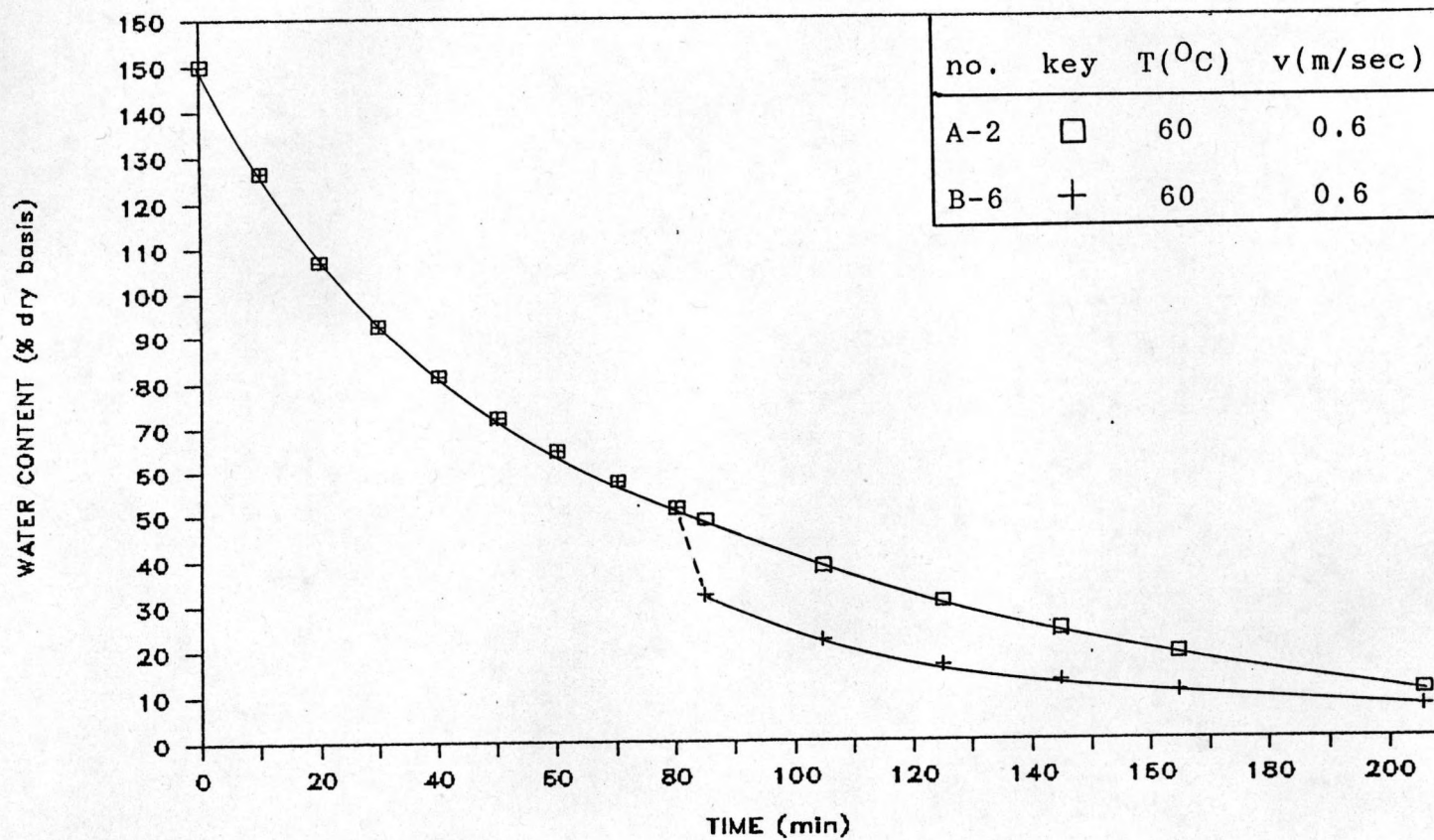
รูปที่ 4.10 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



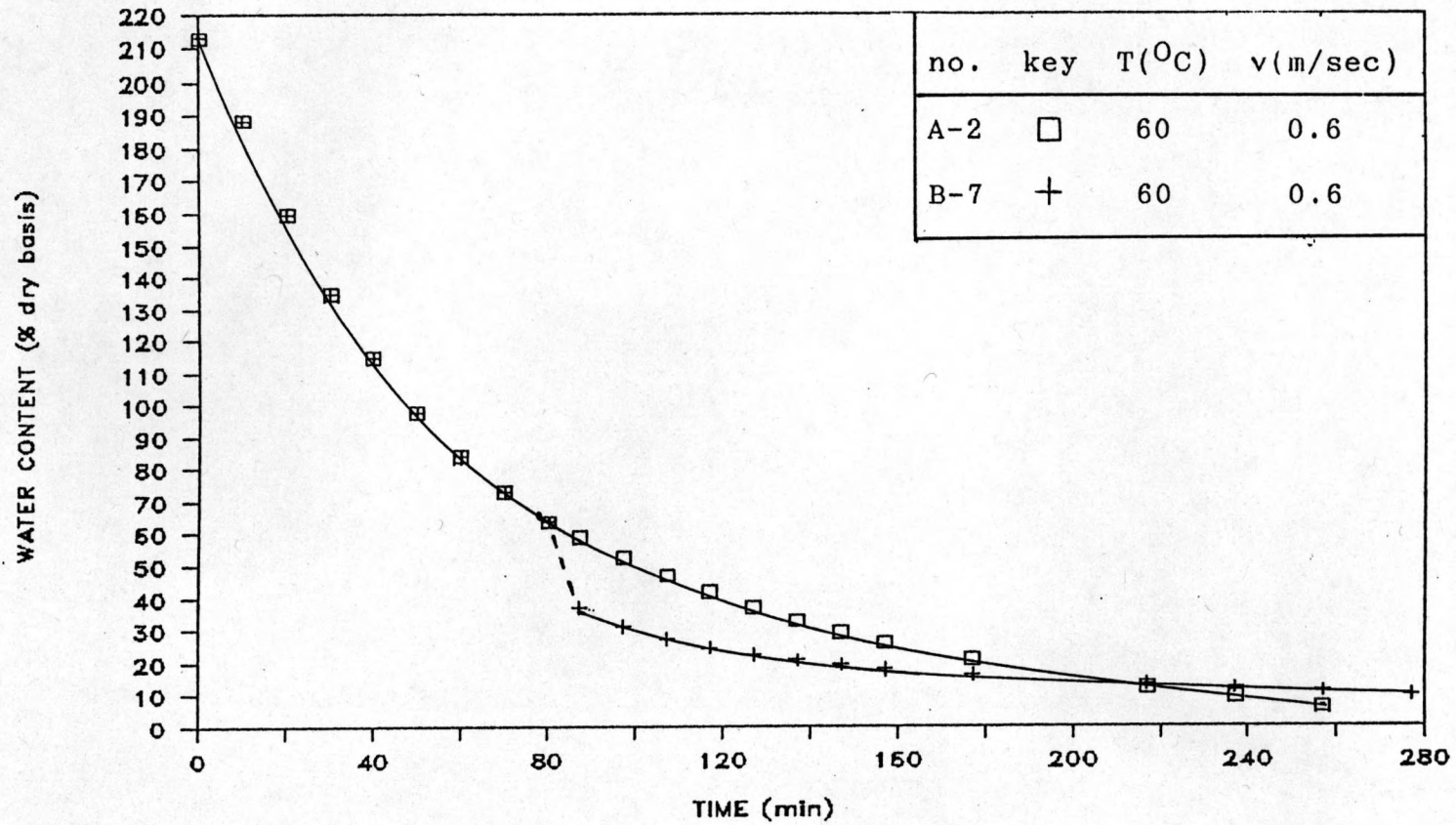
รูปที่ 4.11 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



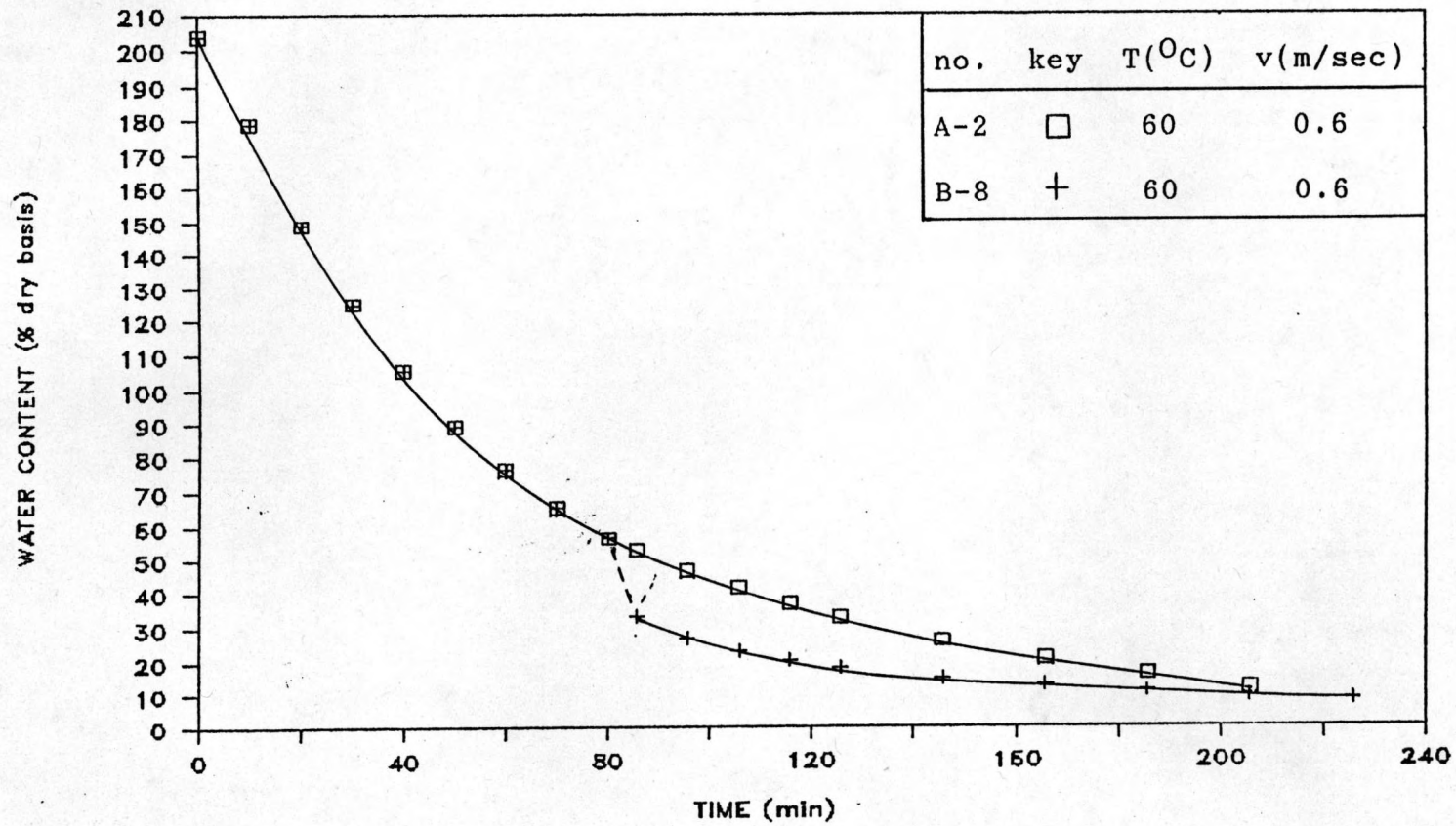
รูปที่ 4.12 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



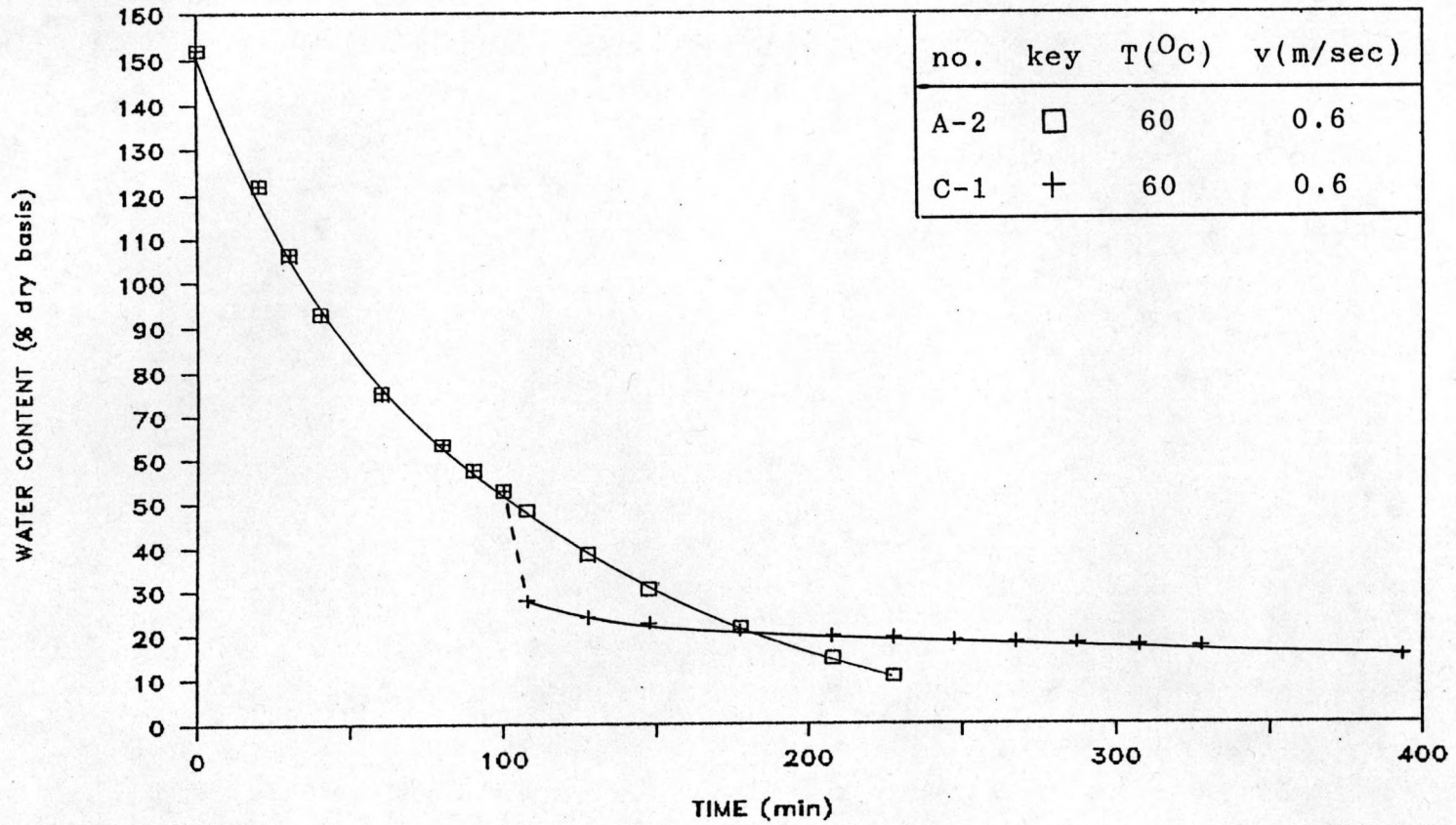
รูปที่ 4.13 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



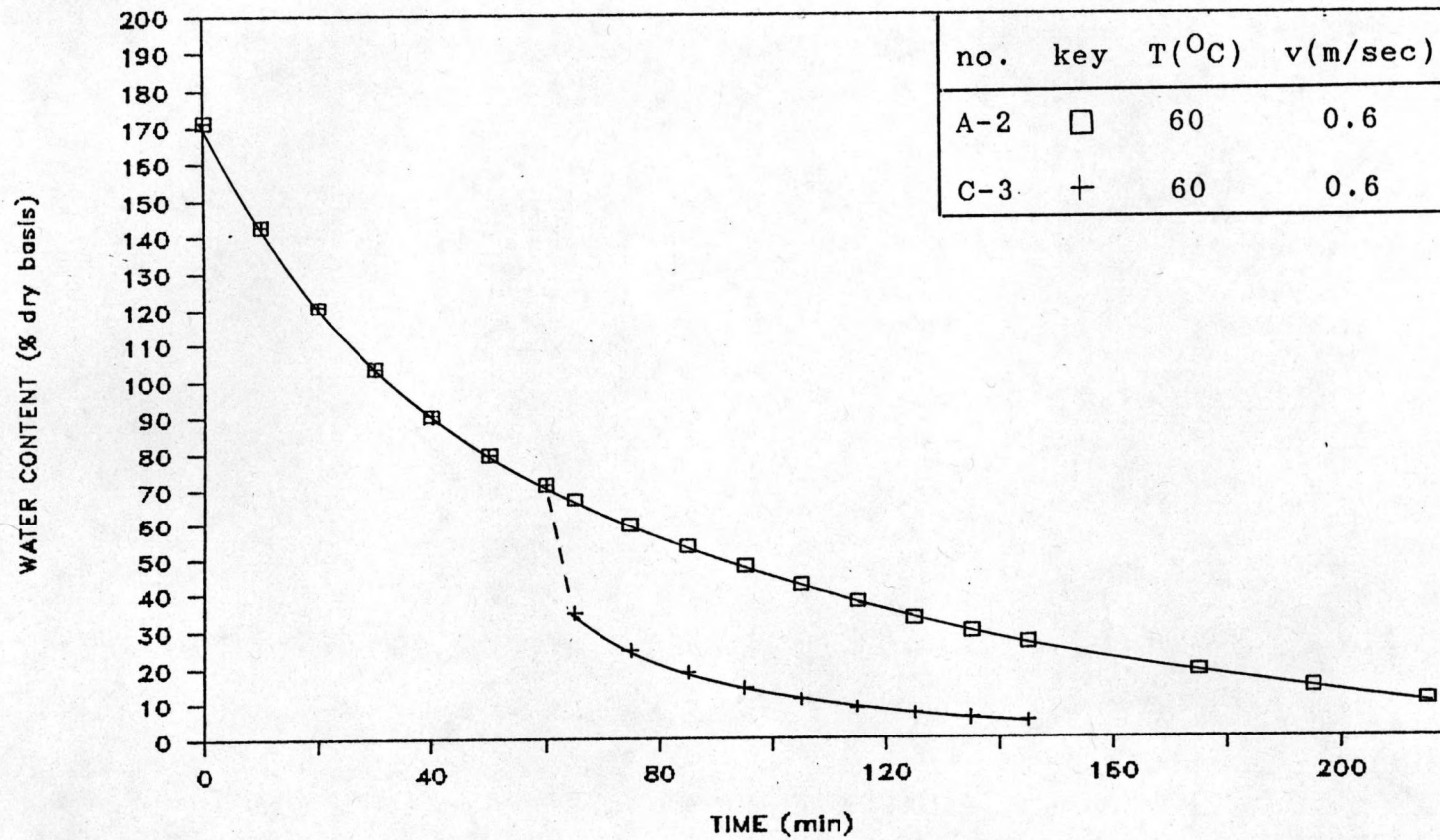
รูปที่ 4.14 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



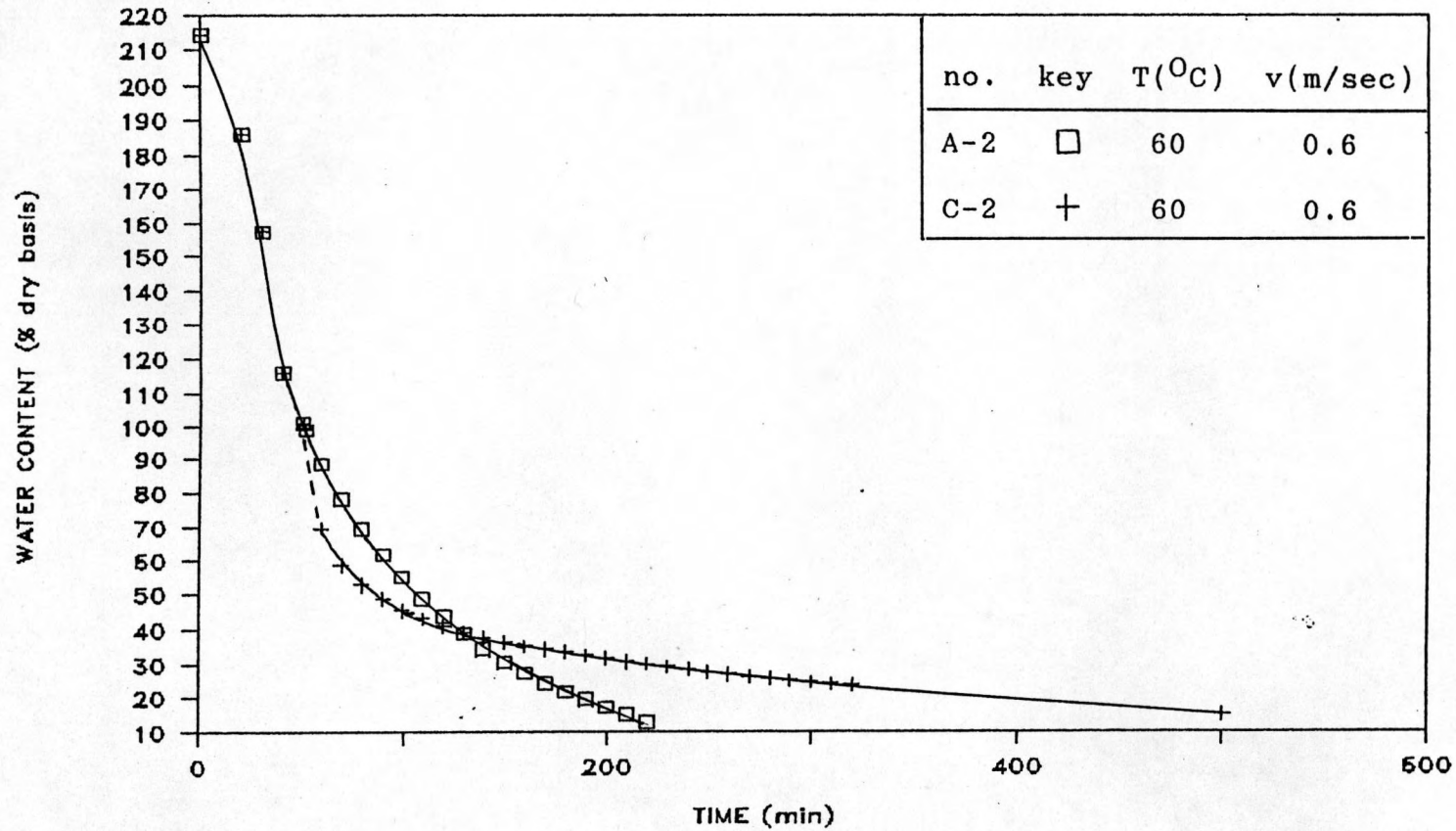
รูปที่ 4.15 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดฟุ้งกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดฟุ้ง



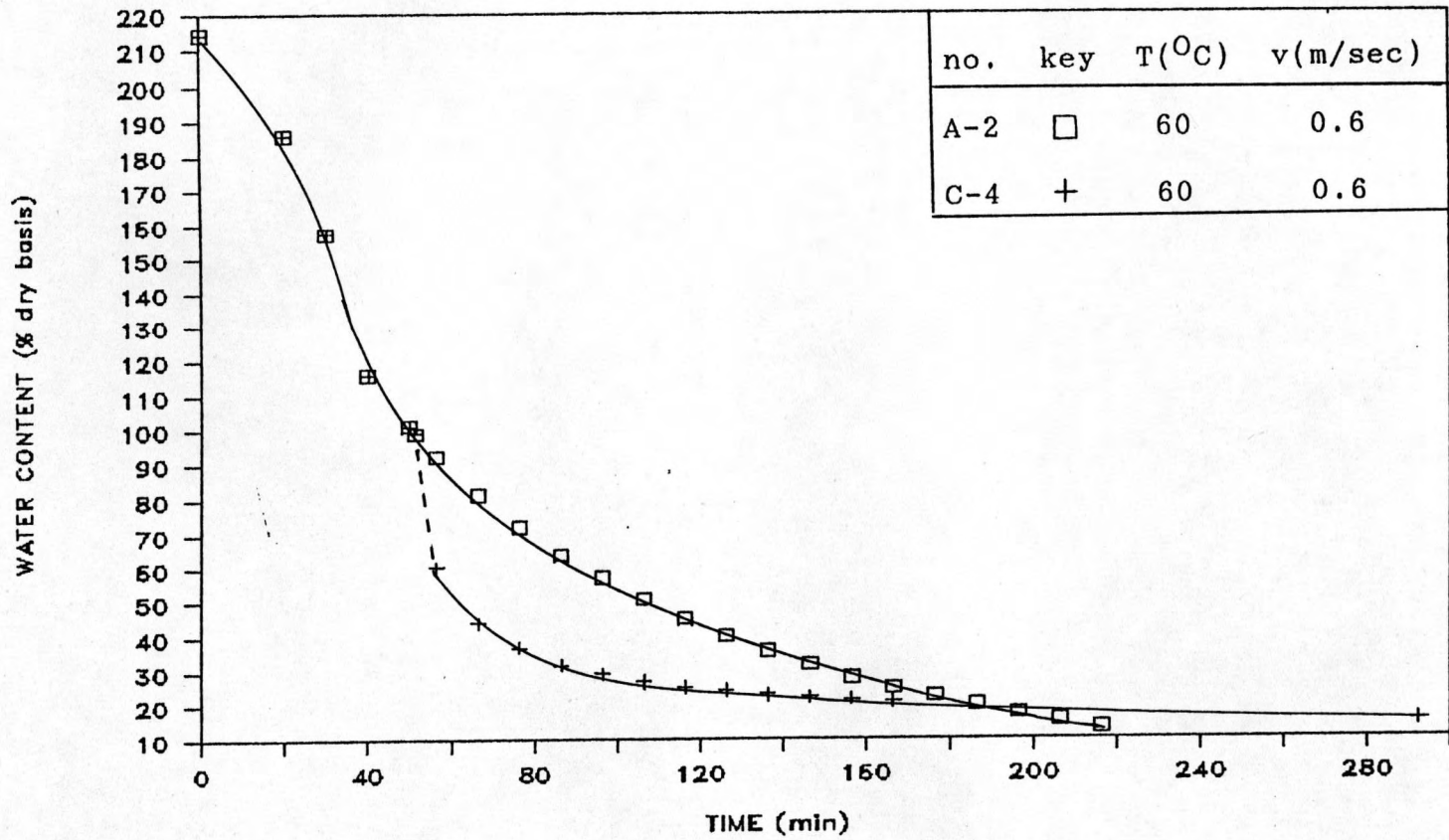
รูปที่ 4.16 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดฟุ้งกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดฟุ้ง



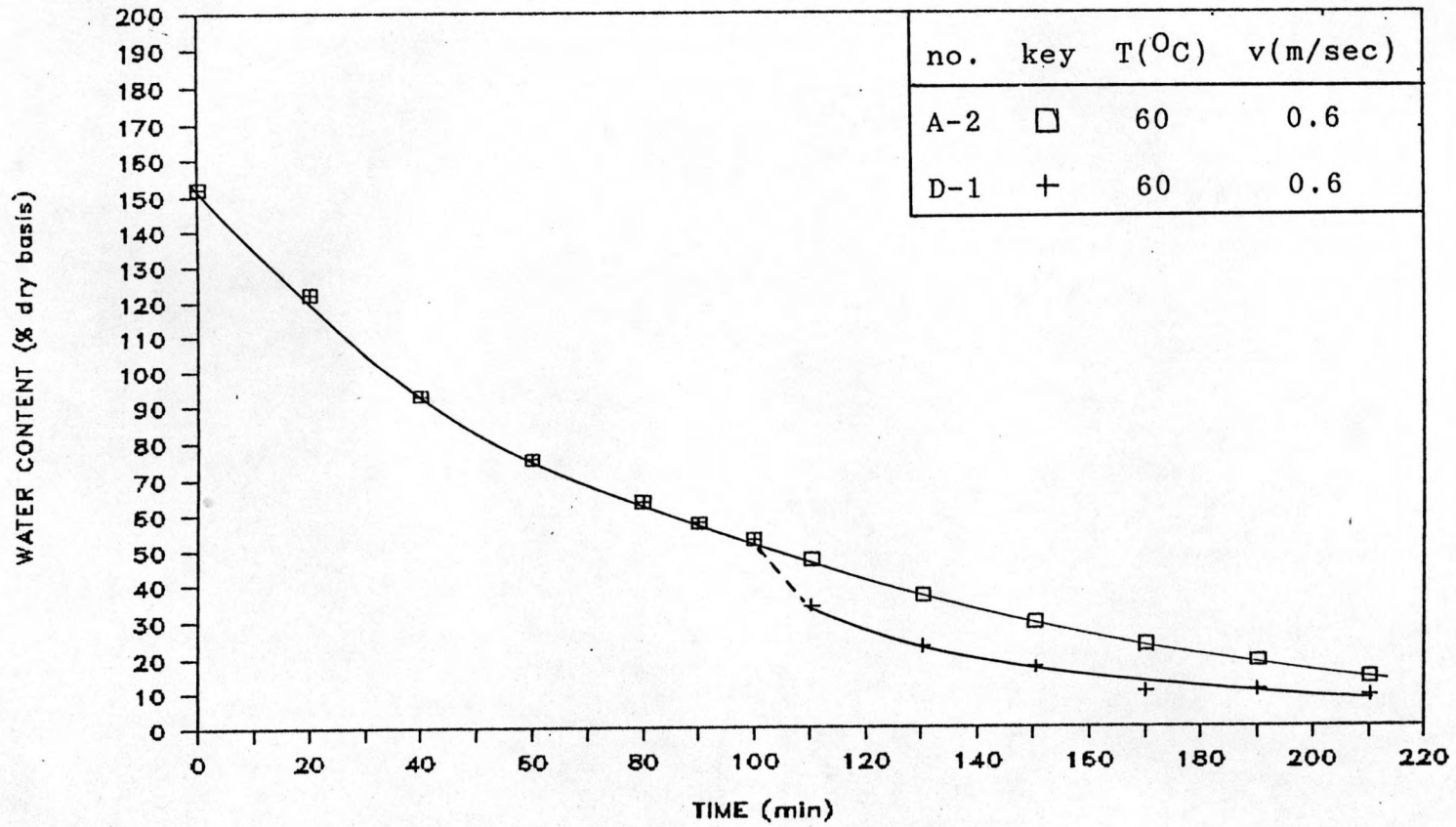
รูปที่ 4.17 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเบิดฟูกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเบิดฟู



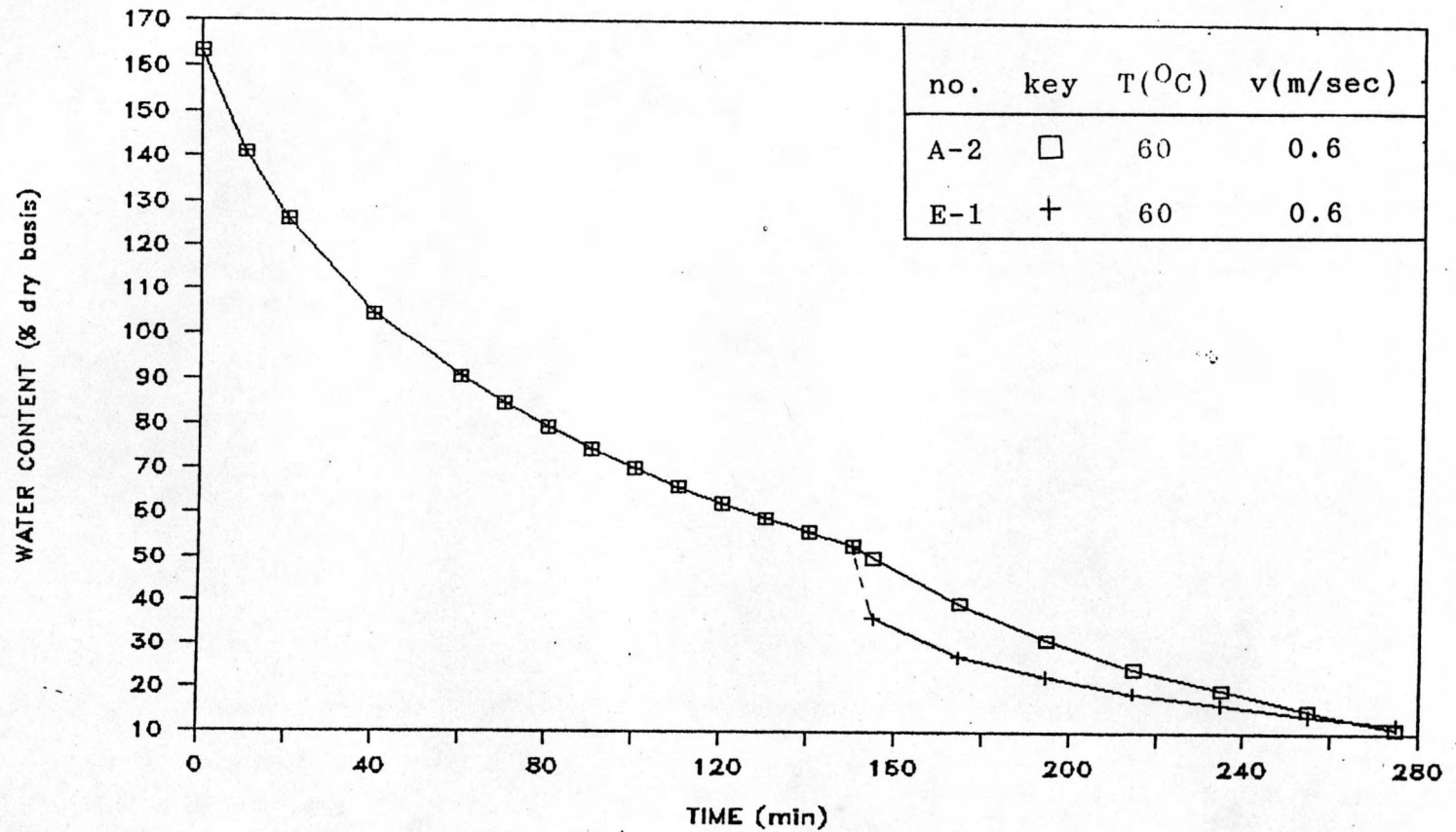
รูปที่ 4.18 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



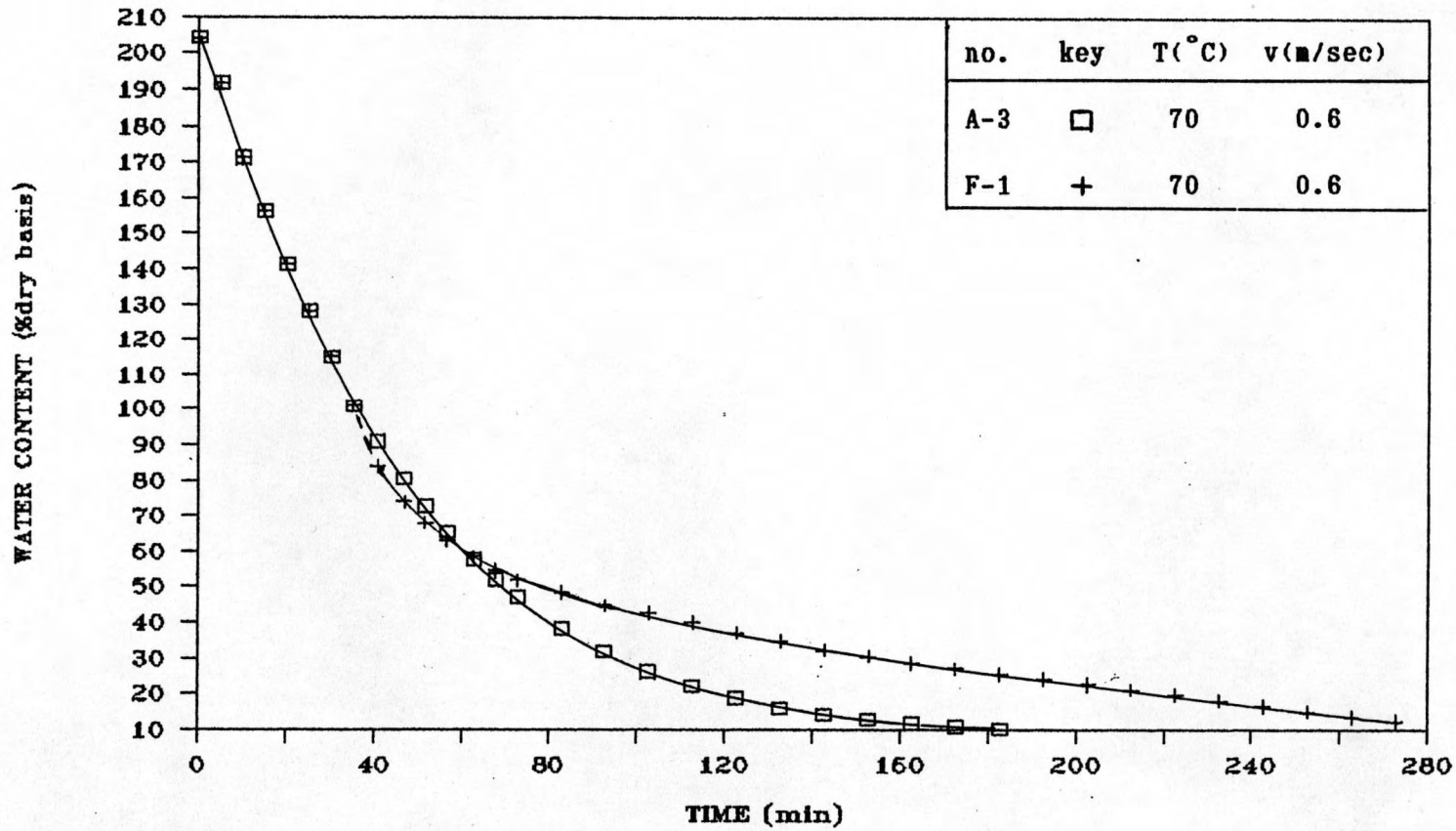
รูปที่ 4.19 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหยคู่กับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหยคู่



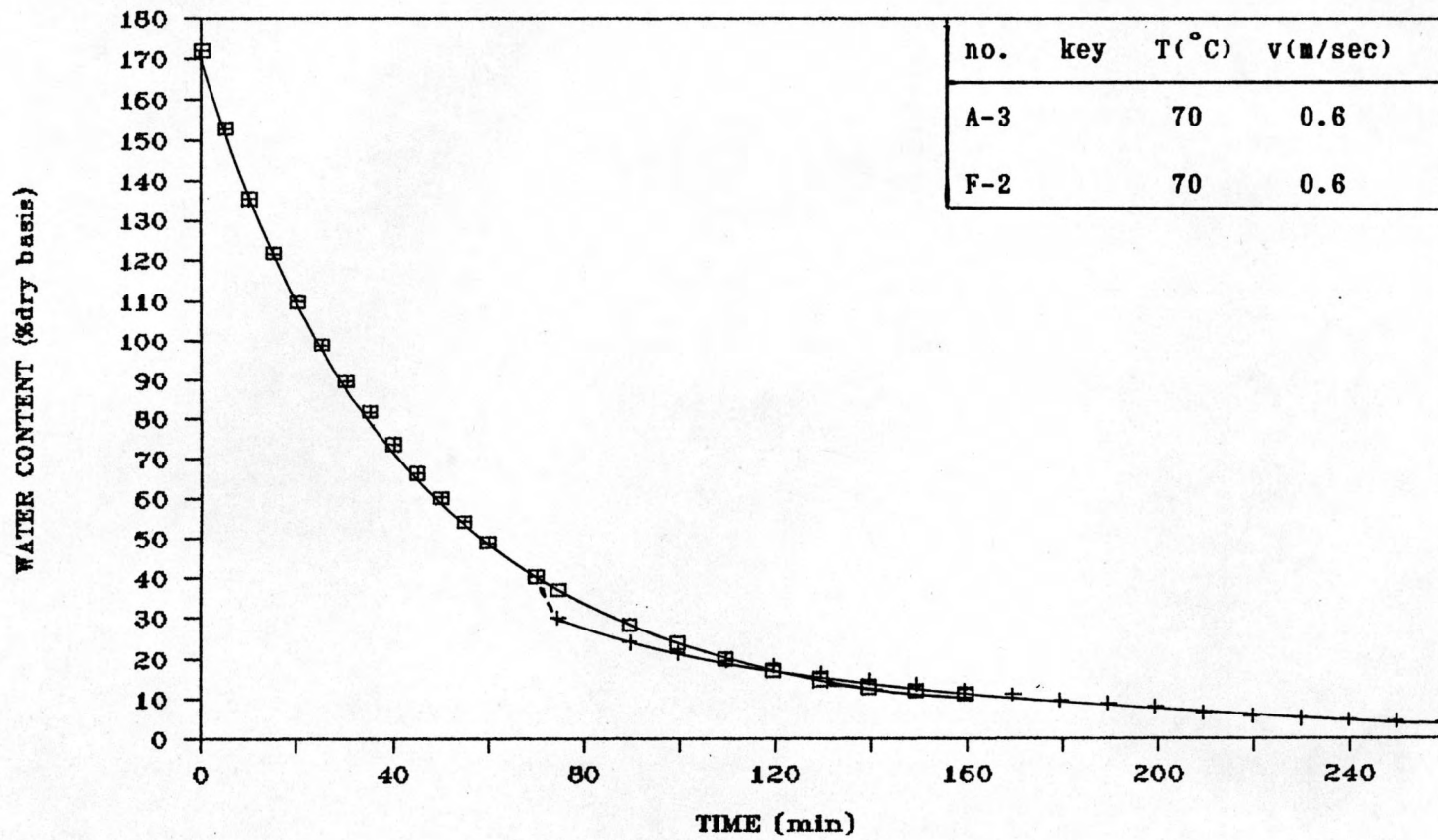
รูปที่ 4.20 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



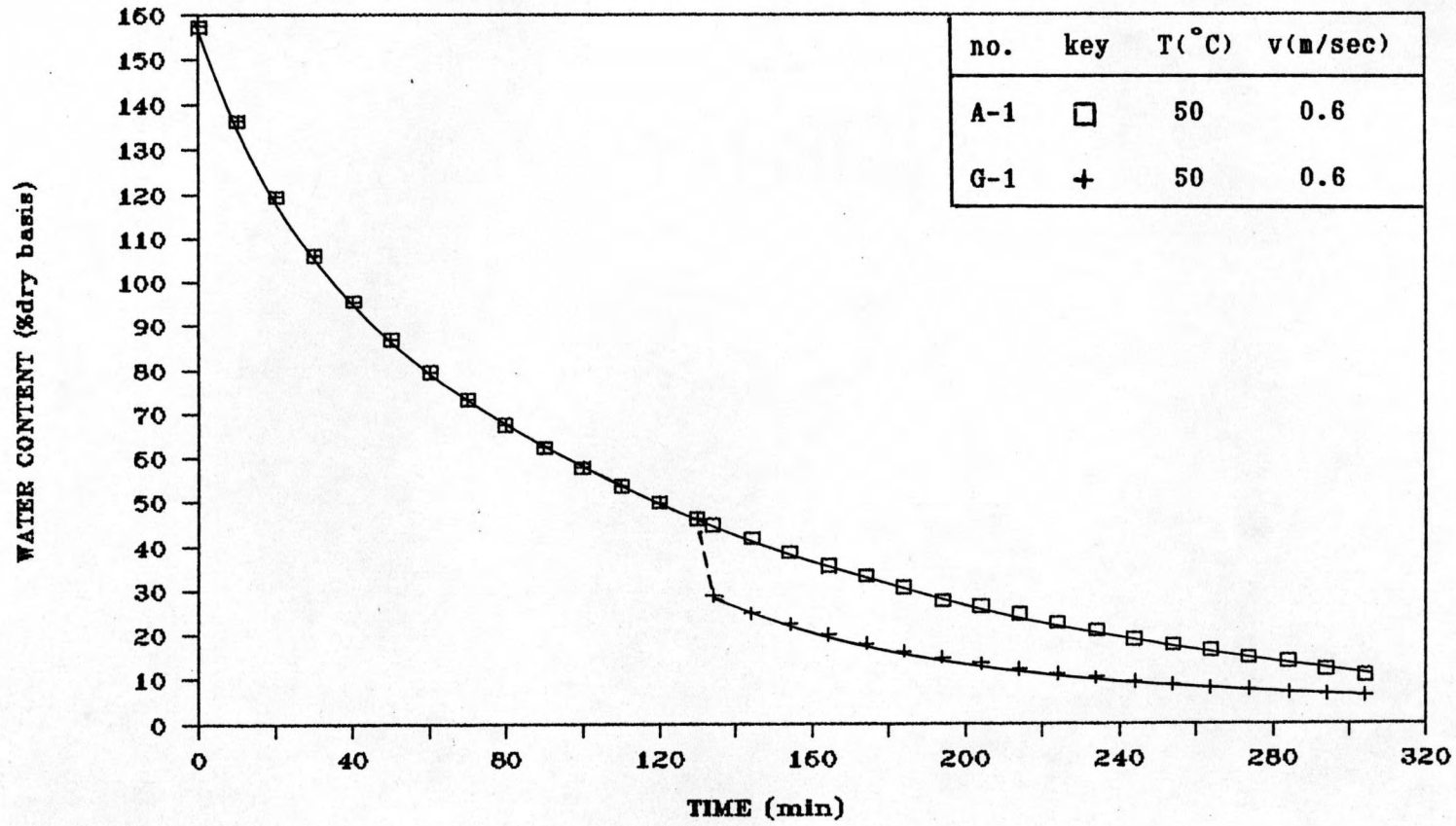
รูปที่ 4.21 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเบิดฟูกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเบิดฟู



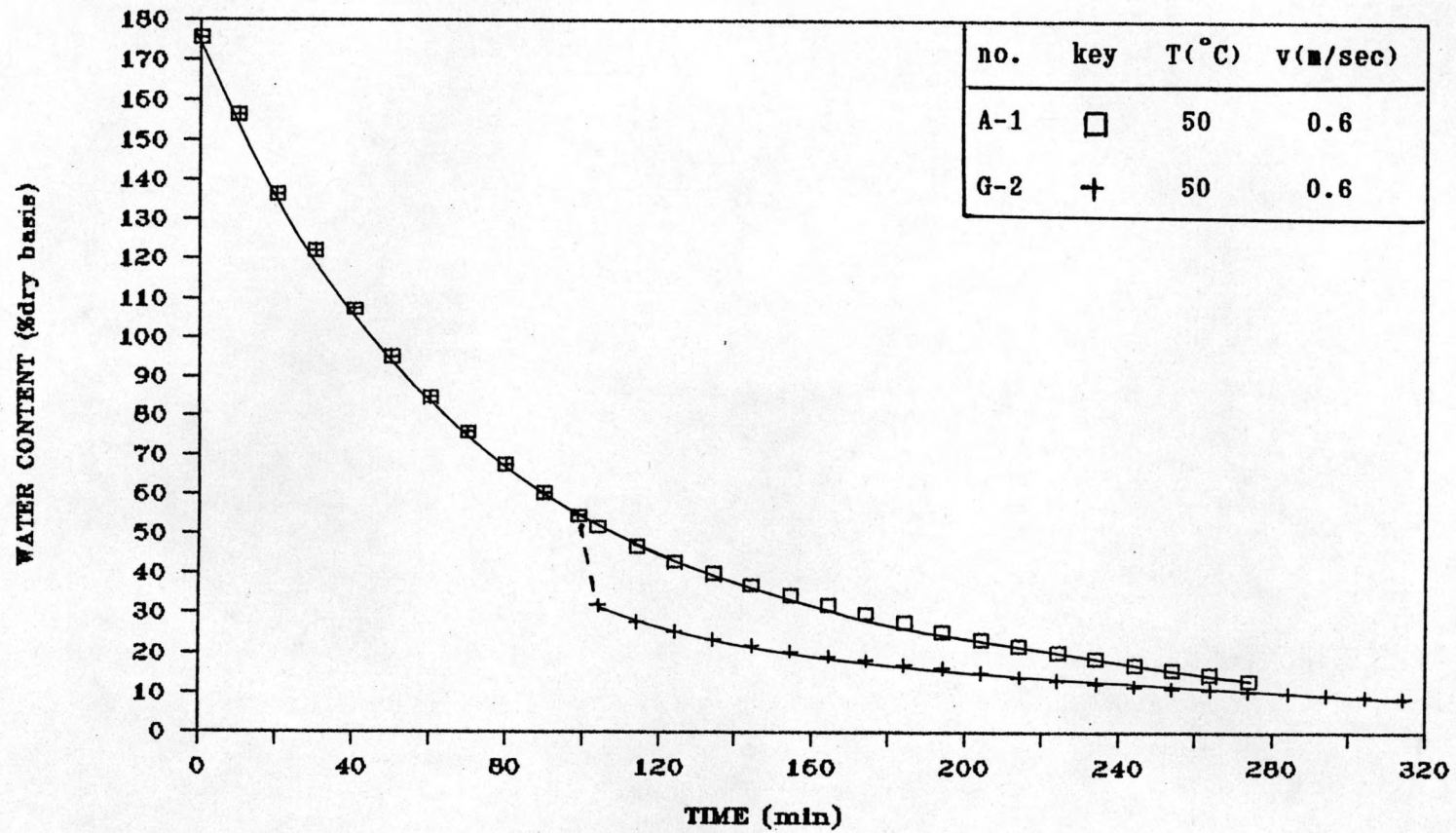
รูปที่ 4.22 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นแห้งกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดผู้กับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดผู้



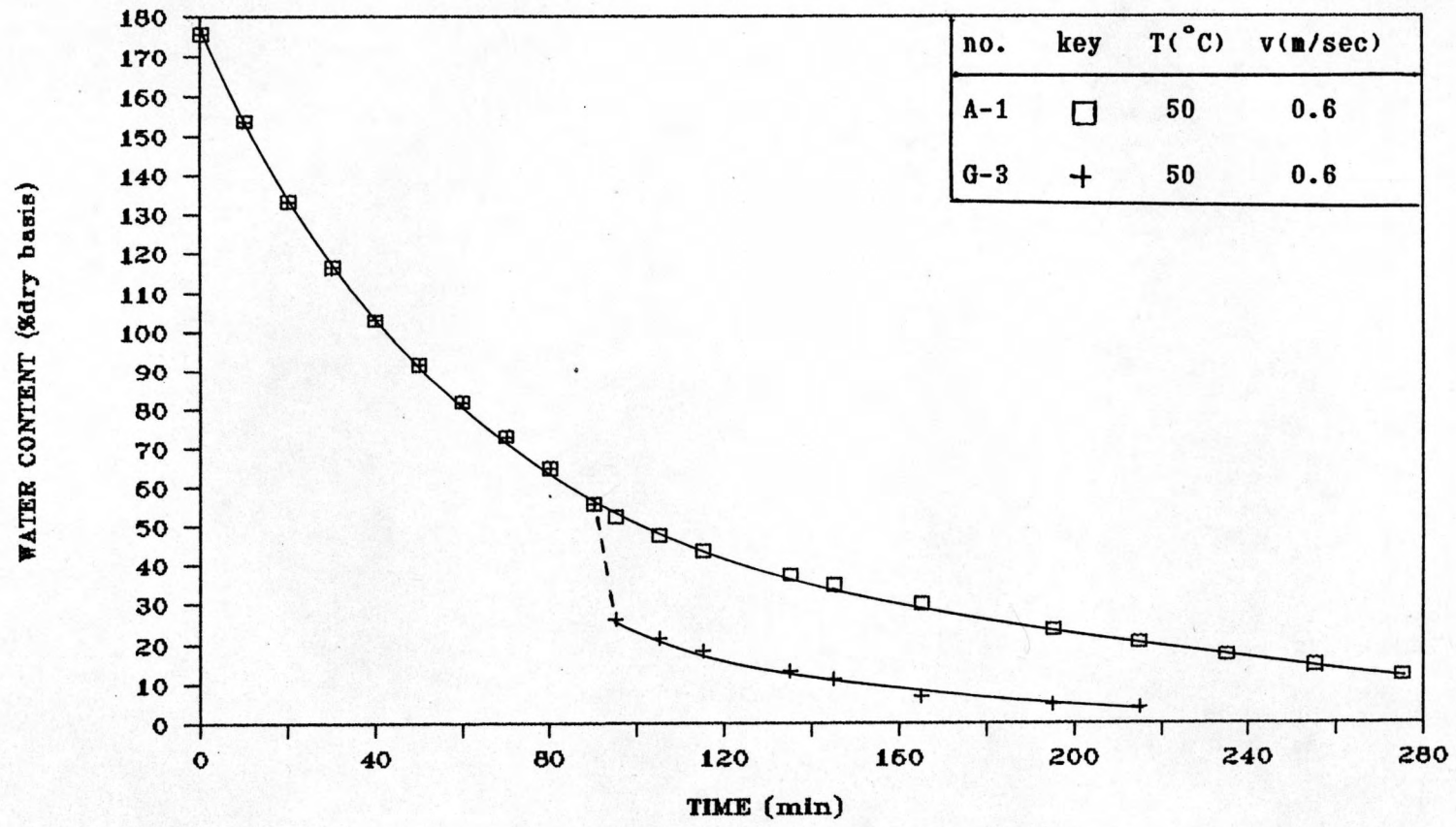
รูปที่ 4.23 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ



รูปที่ 4.24 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นแฉะกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ

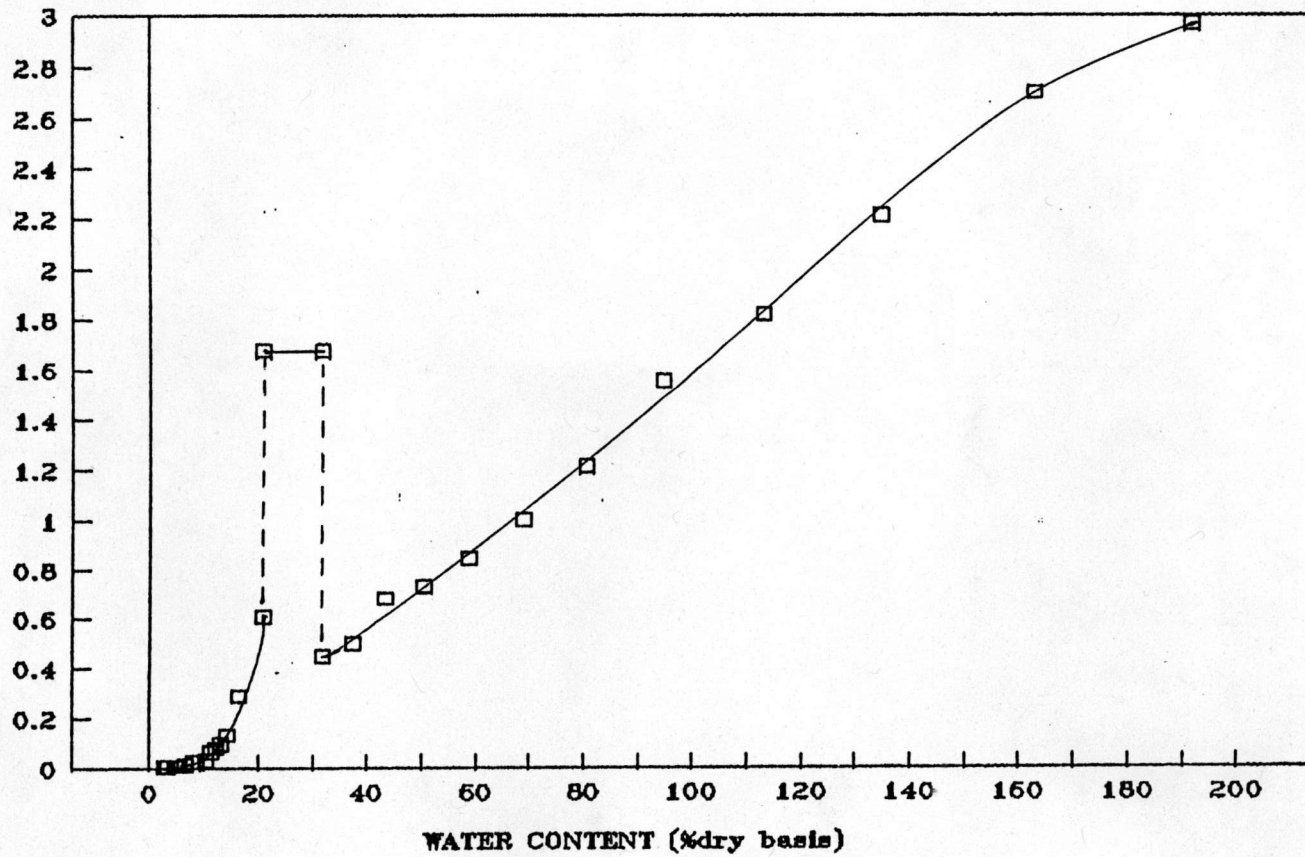


รูปที่ 4.25 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ

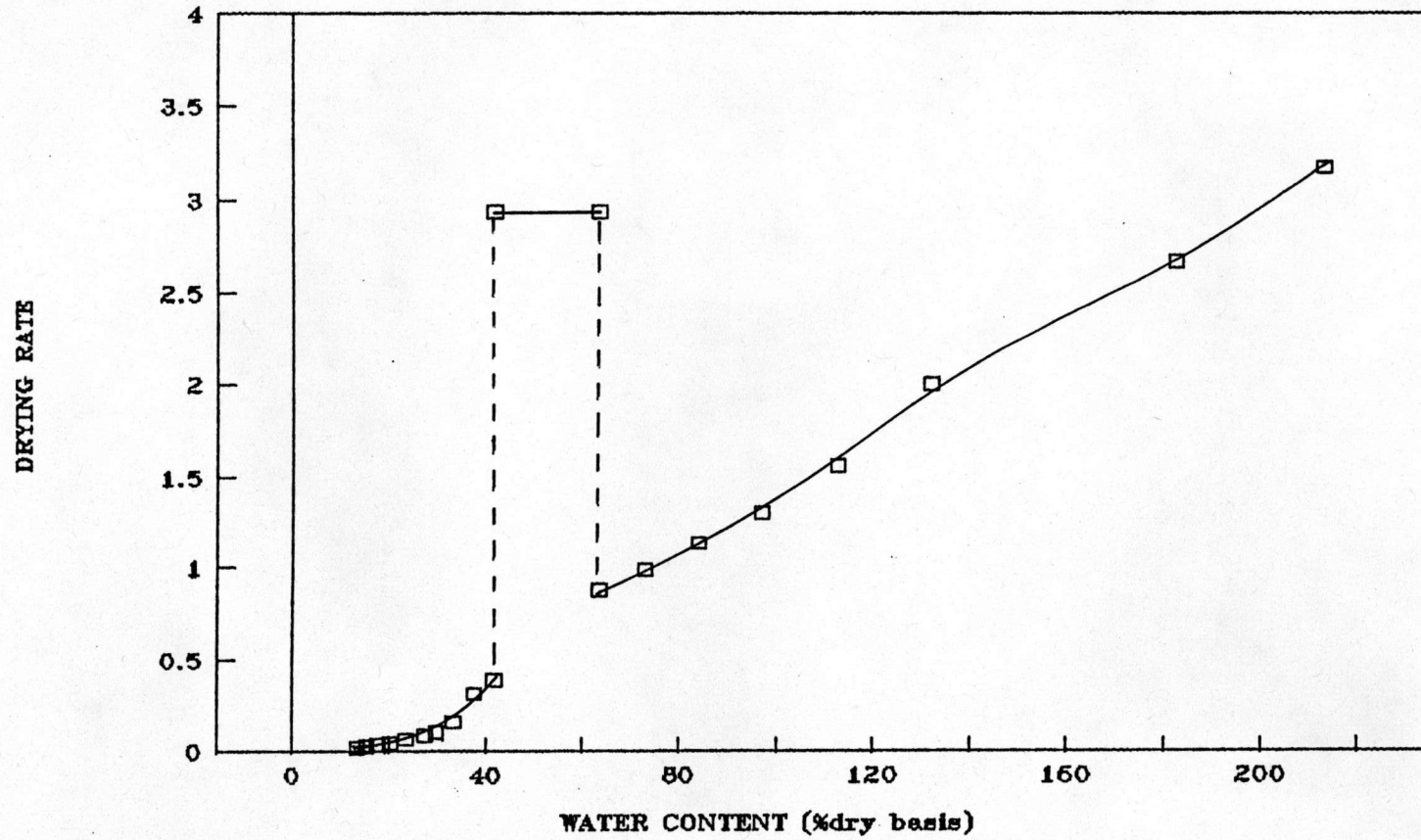


รูปที่ 4.26 ผลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นเฉลี่ยกับเวลา สำหรับการทดลองอบแห้งที่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำกับที่ไม่ผ่านกระบวนการระเหิดน้ำ

DRYING RATE

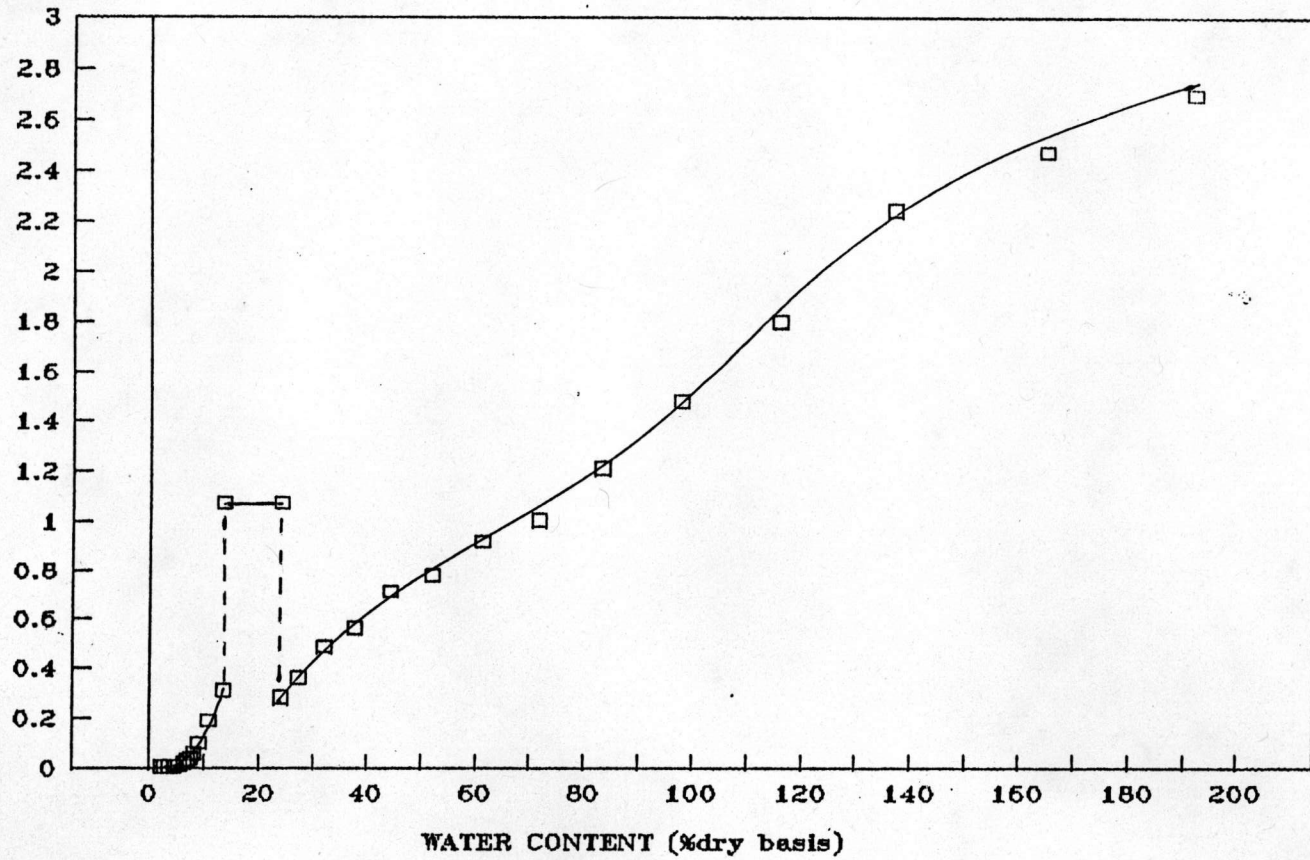


รูปที่ 4.27 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดนุ โดยที่ $x_p = 31.81\%$ $P = 15$ psig (B-1)

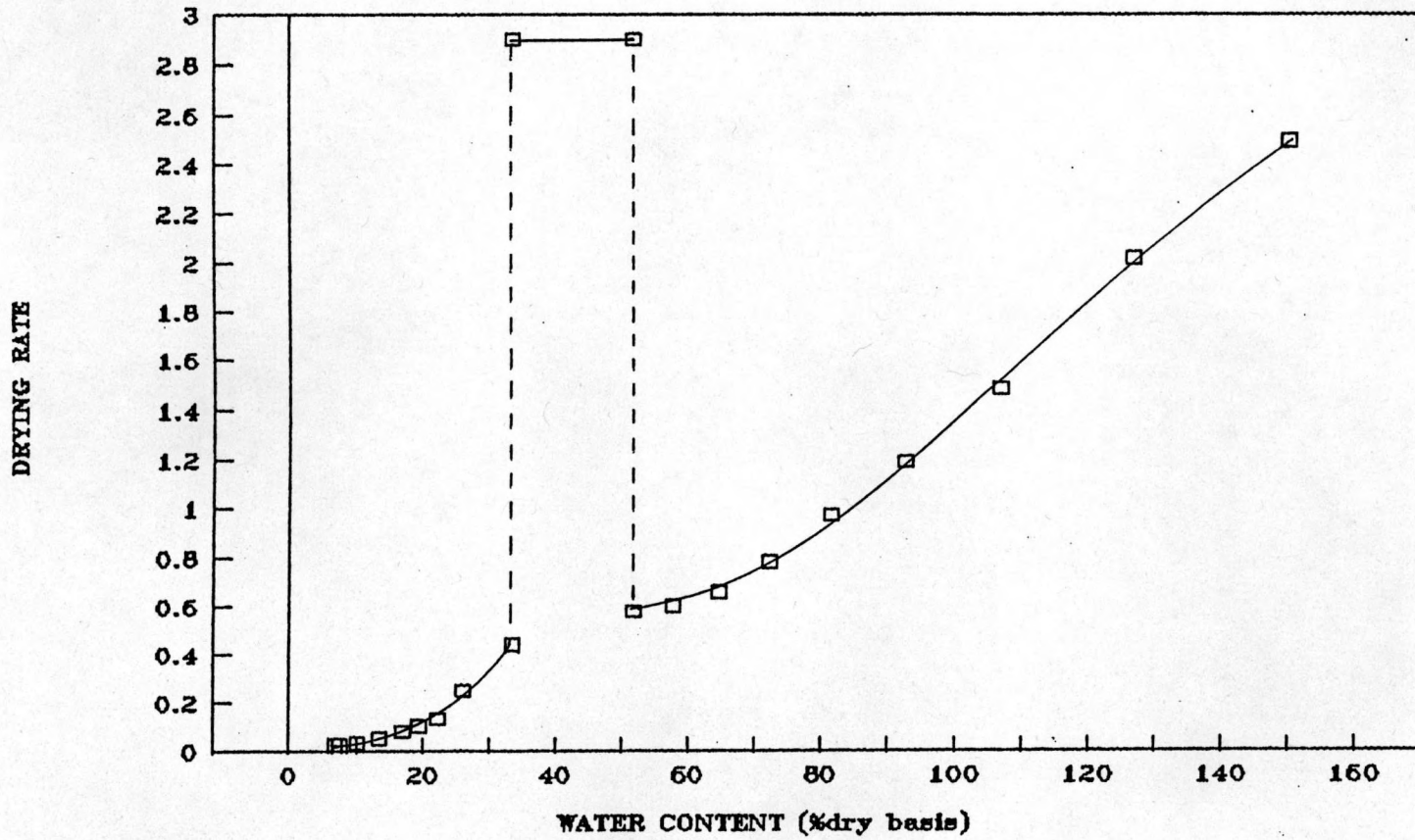


รูปที่ 4.28 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_p = 63.33\%$ $P = 18$ psig (B-2)

DRYING RATE

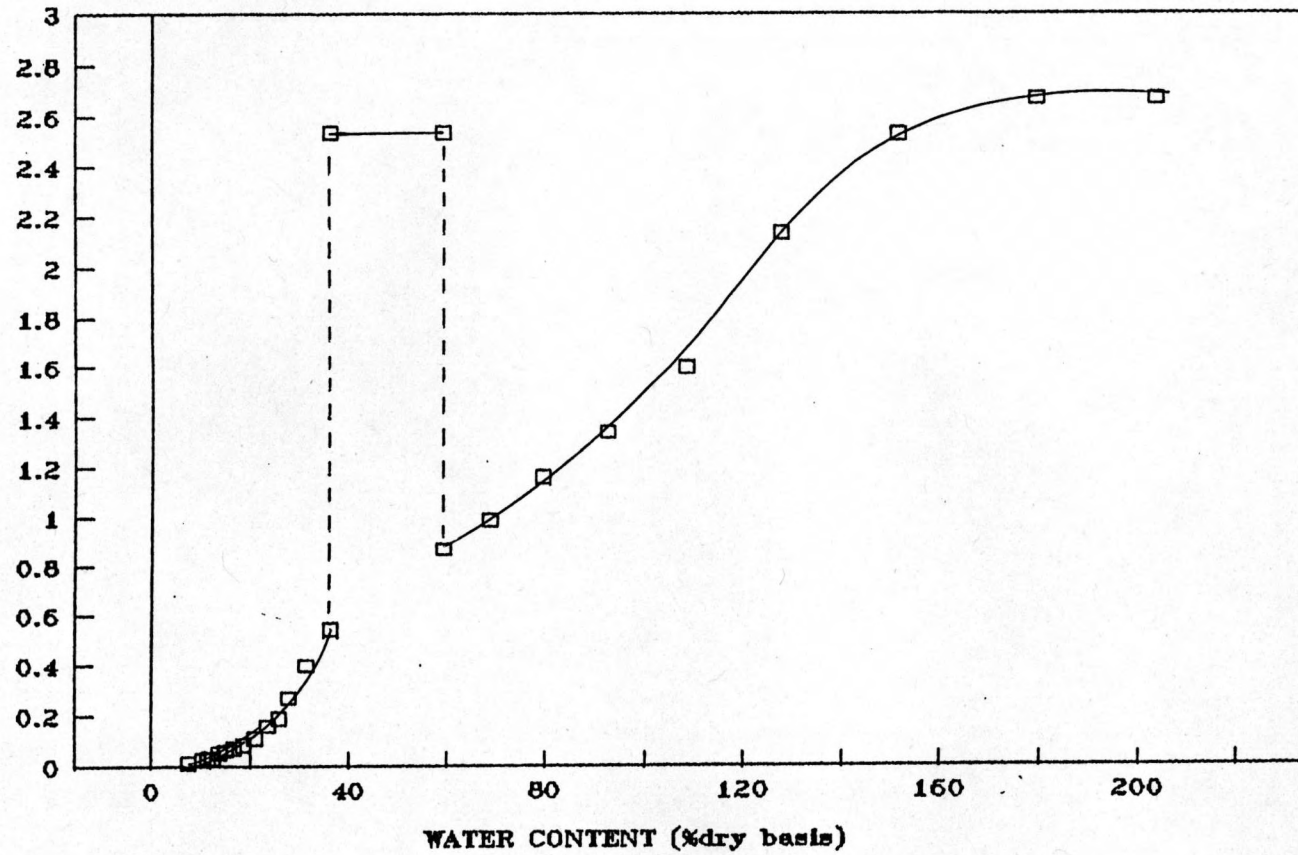


รูปที่ 4.29 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 23.91\%$ $P = 19$ psig (B-3)

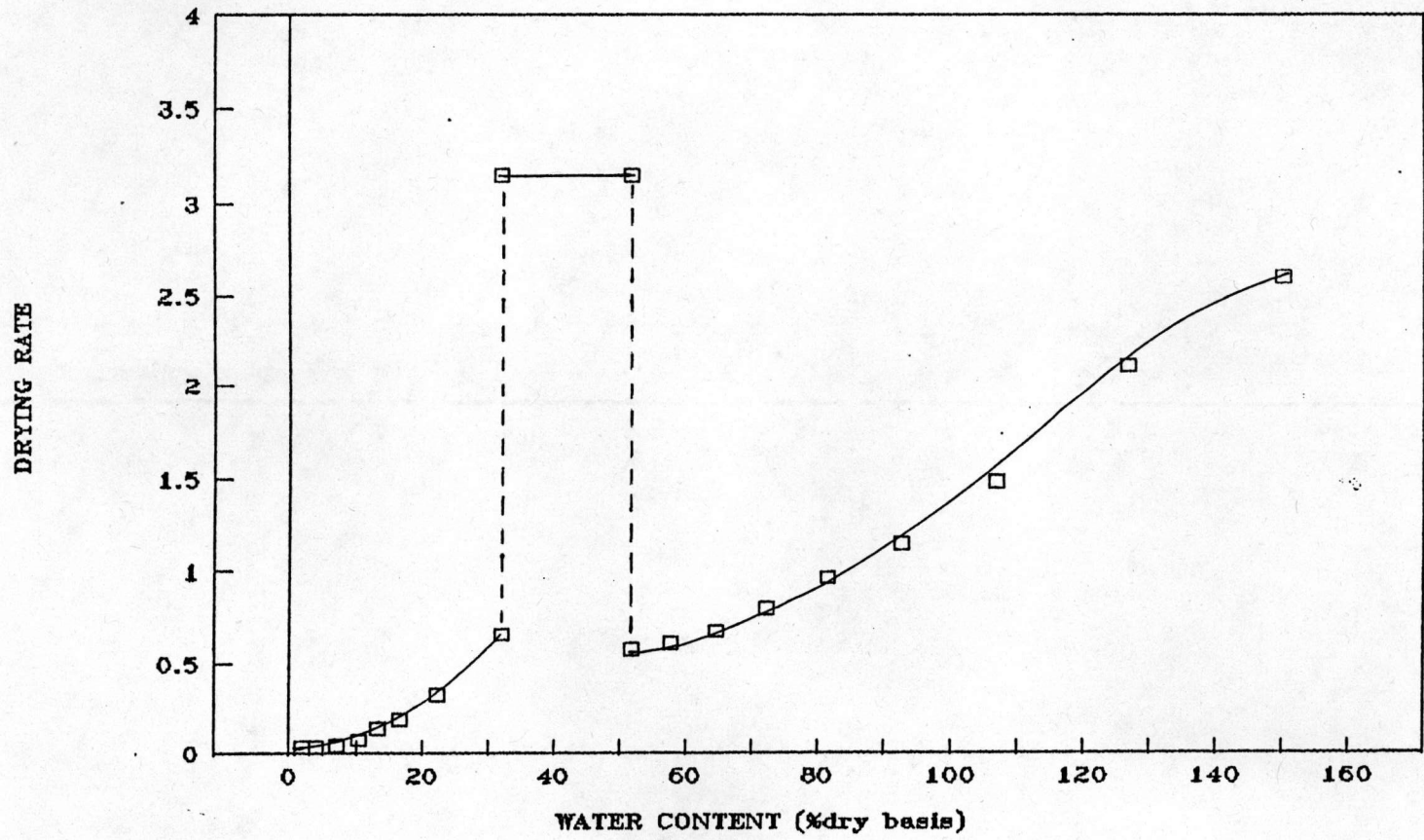


รูปที่ 4.30 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 51.69\%$ $P = 19$ psig (B-4)

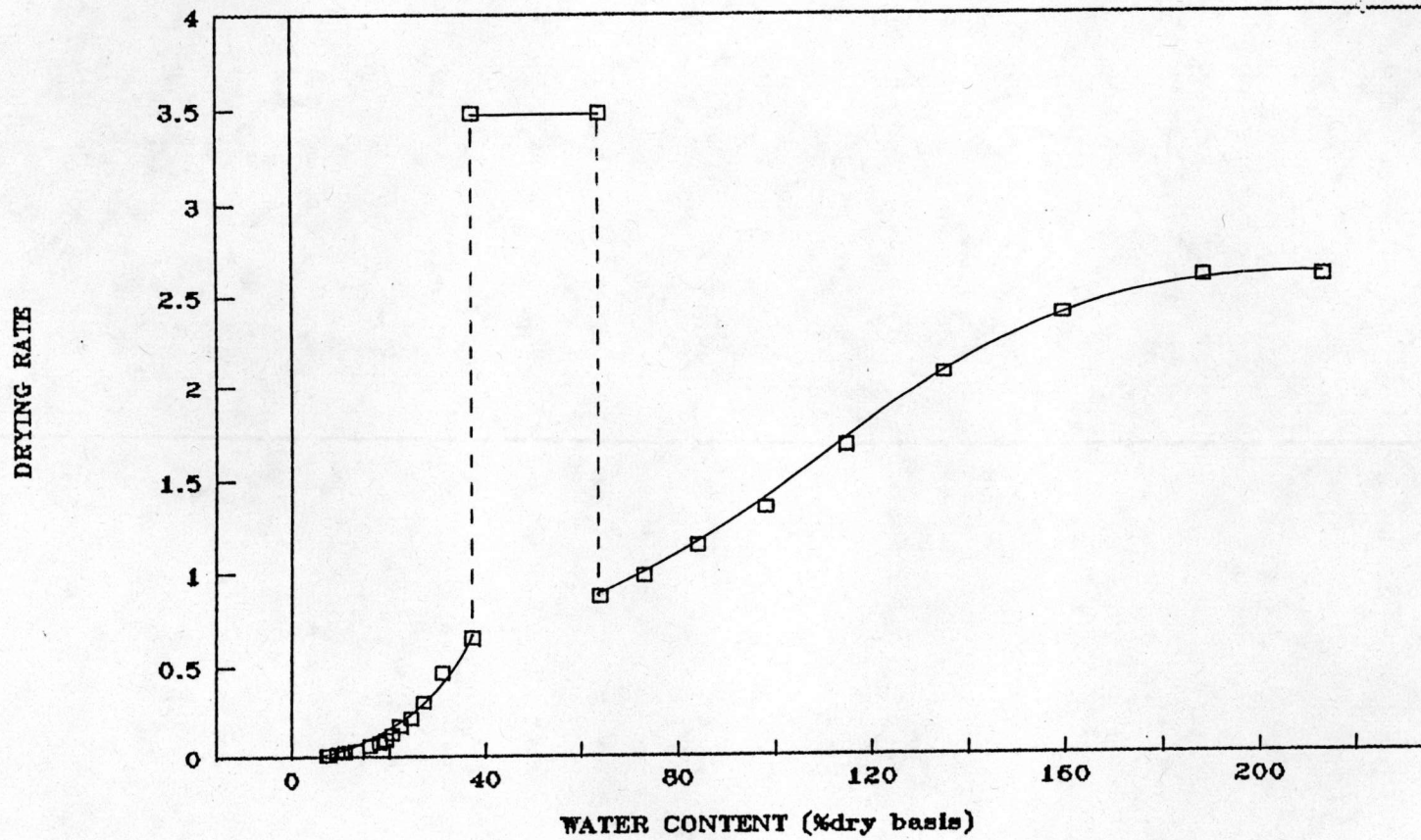
DEYING RATE



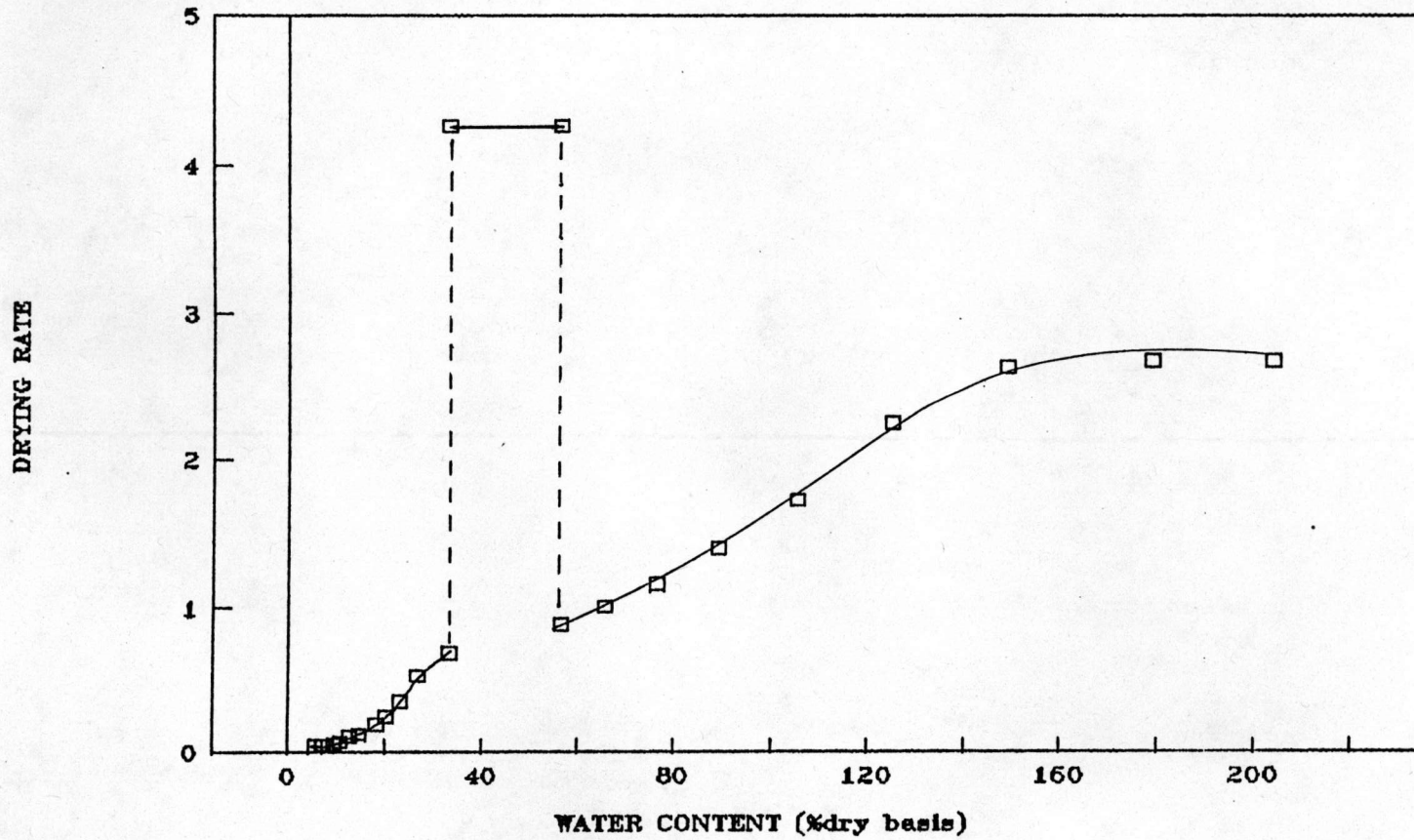
รูปที่ 4.31 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 59.09$ % P = 19 psig (B-5)



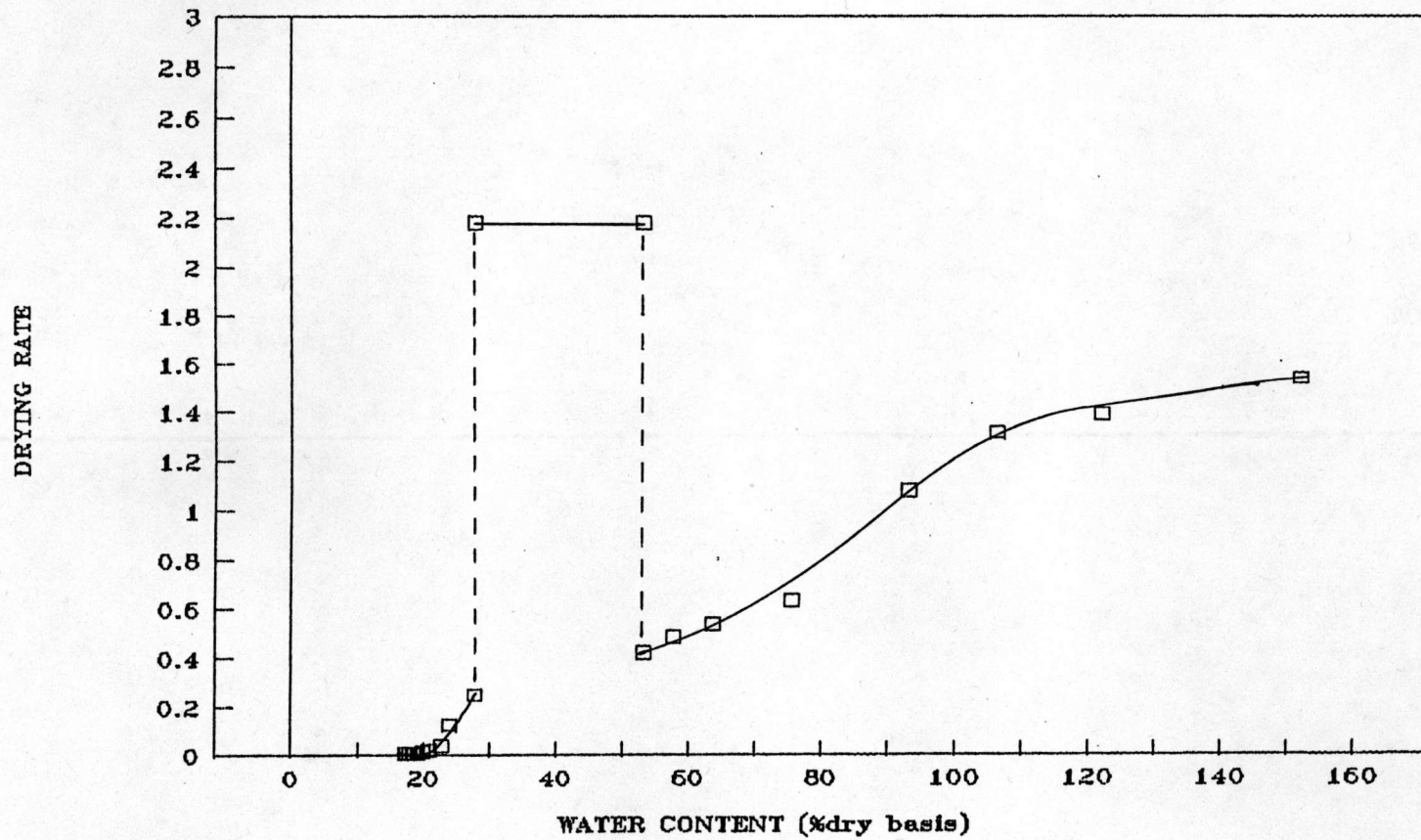
รูปที่ 4.32 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 51.69\%$ $P = 21$ psig (B-6)



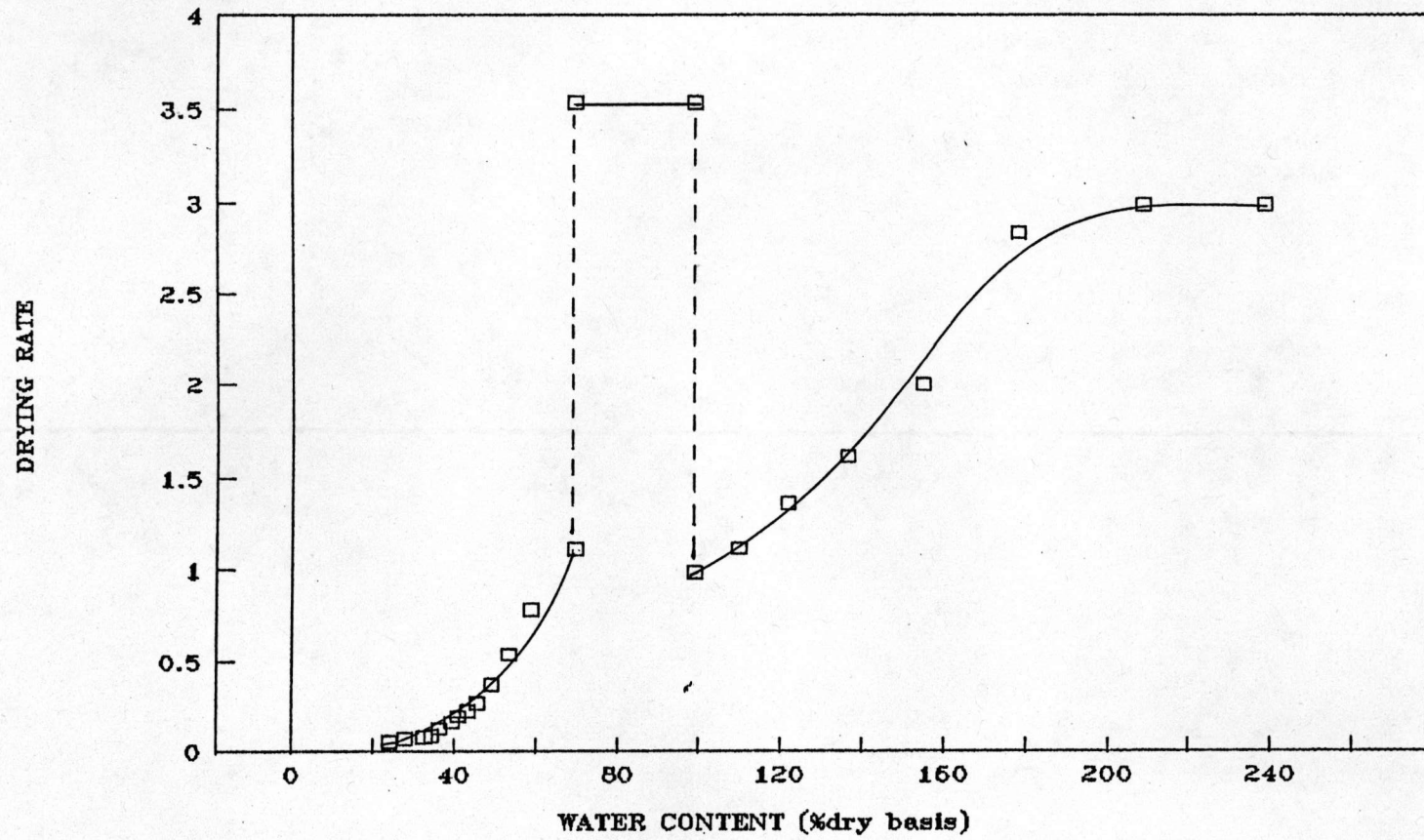
รูปที่ 4.33 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระ
 เบิดฟู โดยที่ $x_p = 63.55\%$ $P = 21$ psig (B-7)



รูปที่ 4.34 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 56.42\%$ $P = 25$ psig (B-8)

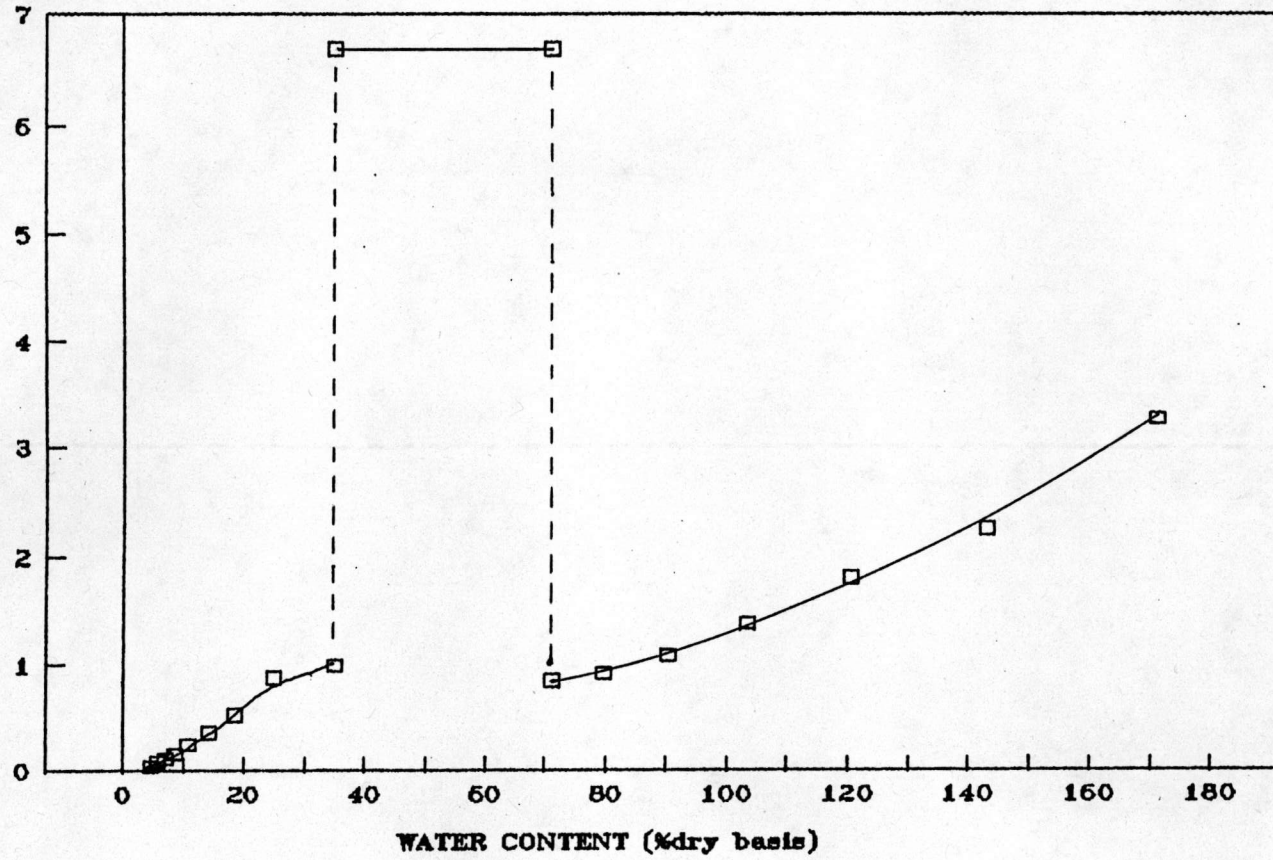


รูปที่ 4.35 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของไขมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดนุ โดยที่ $x_p = 53.12\%$ $P = 20$ psig (C-1)

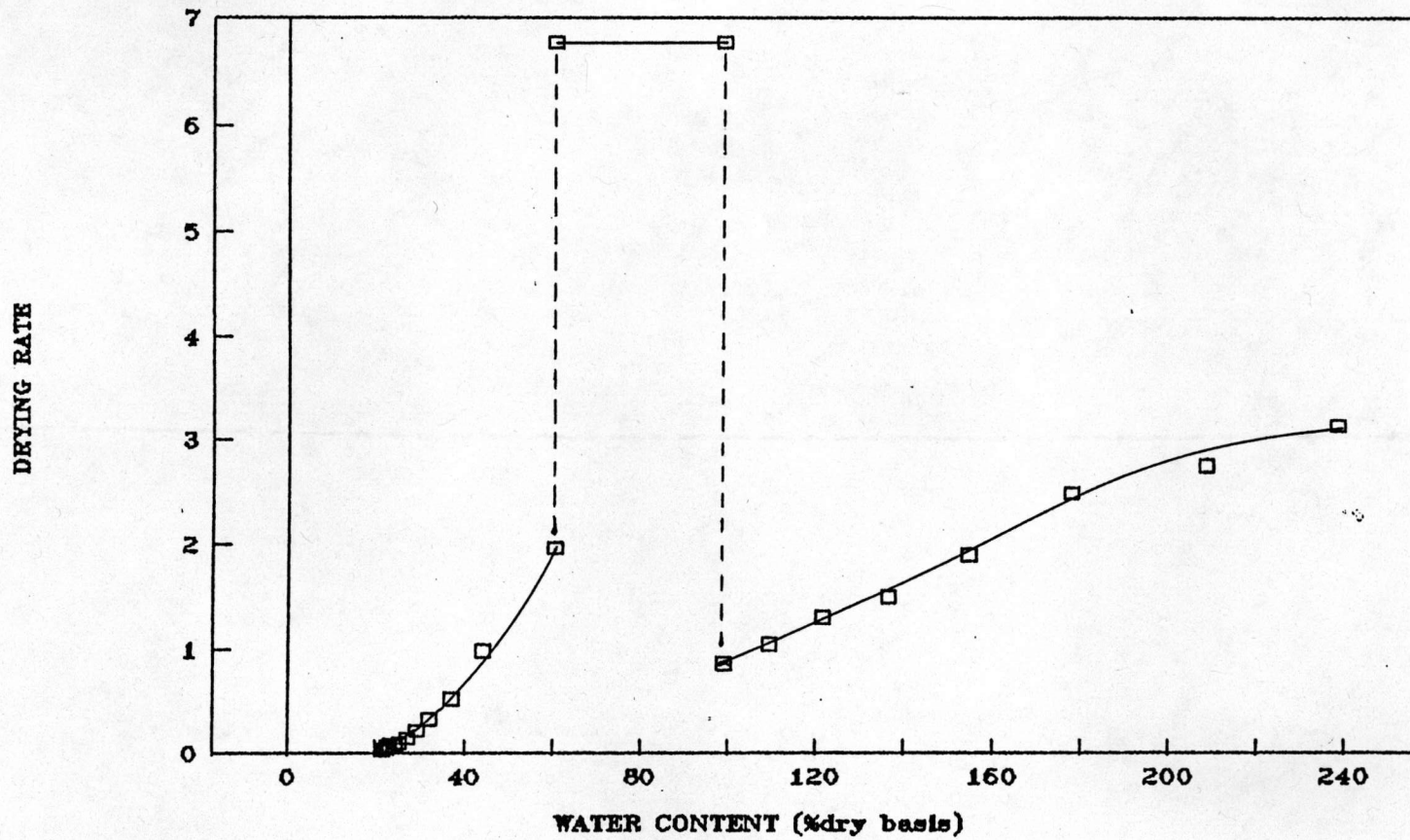


รูปที่ 4.36 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 98.92\%$ $P = 20$ psig (C-2)

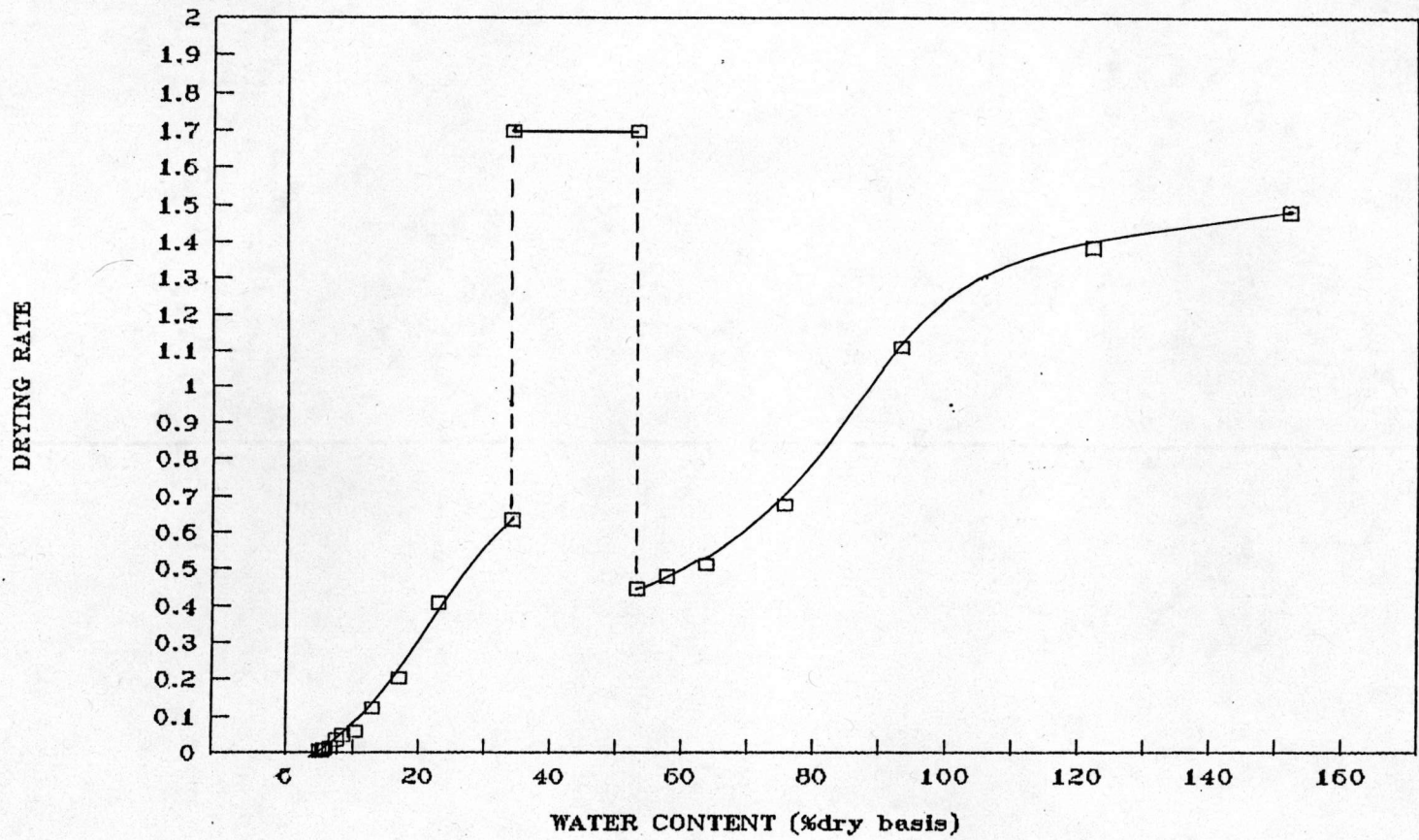
DRYING RATE



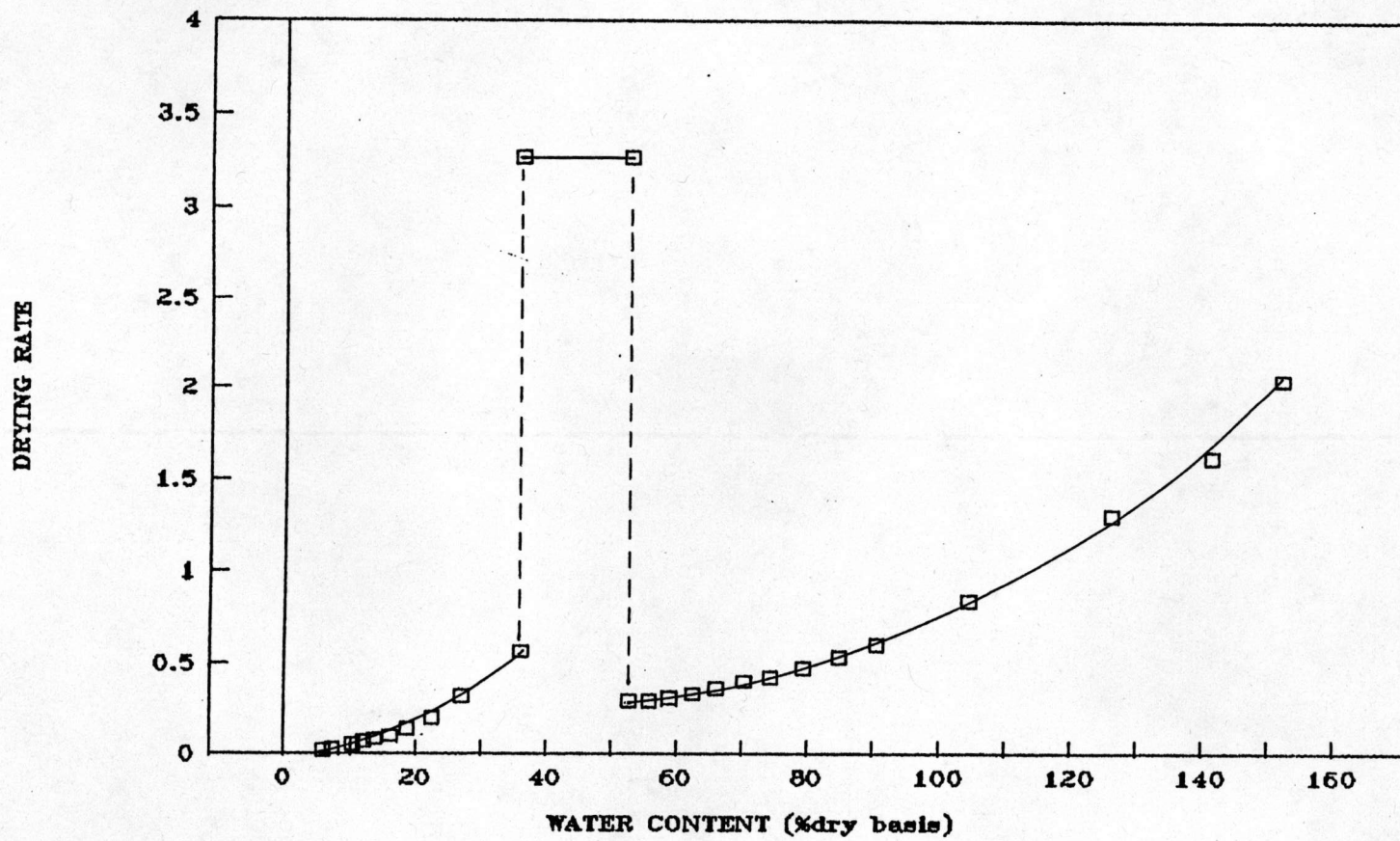
รูปที่ 4.37 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_D = 71.12\%$ $P = 26$ psig (C-3)



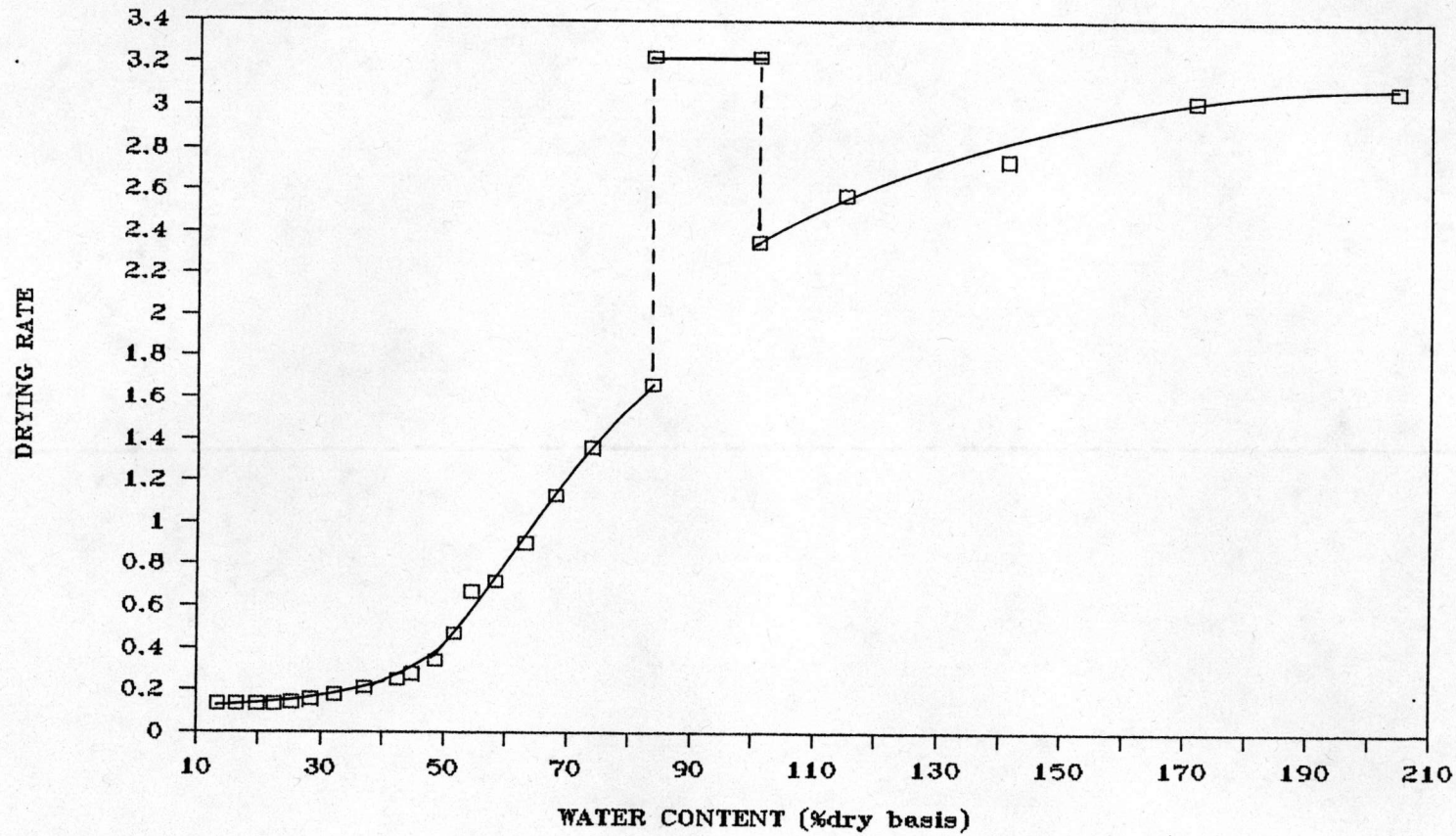
รูปที่ 4.38 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_w = 98.92\%$ $P = 26$ psig (C-4)



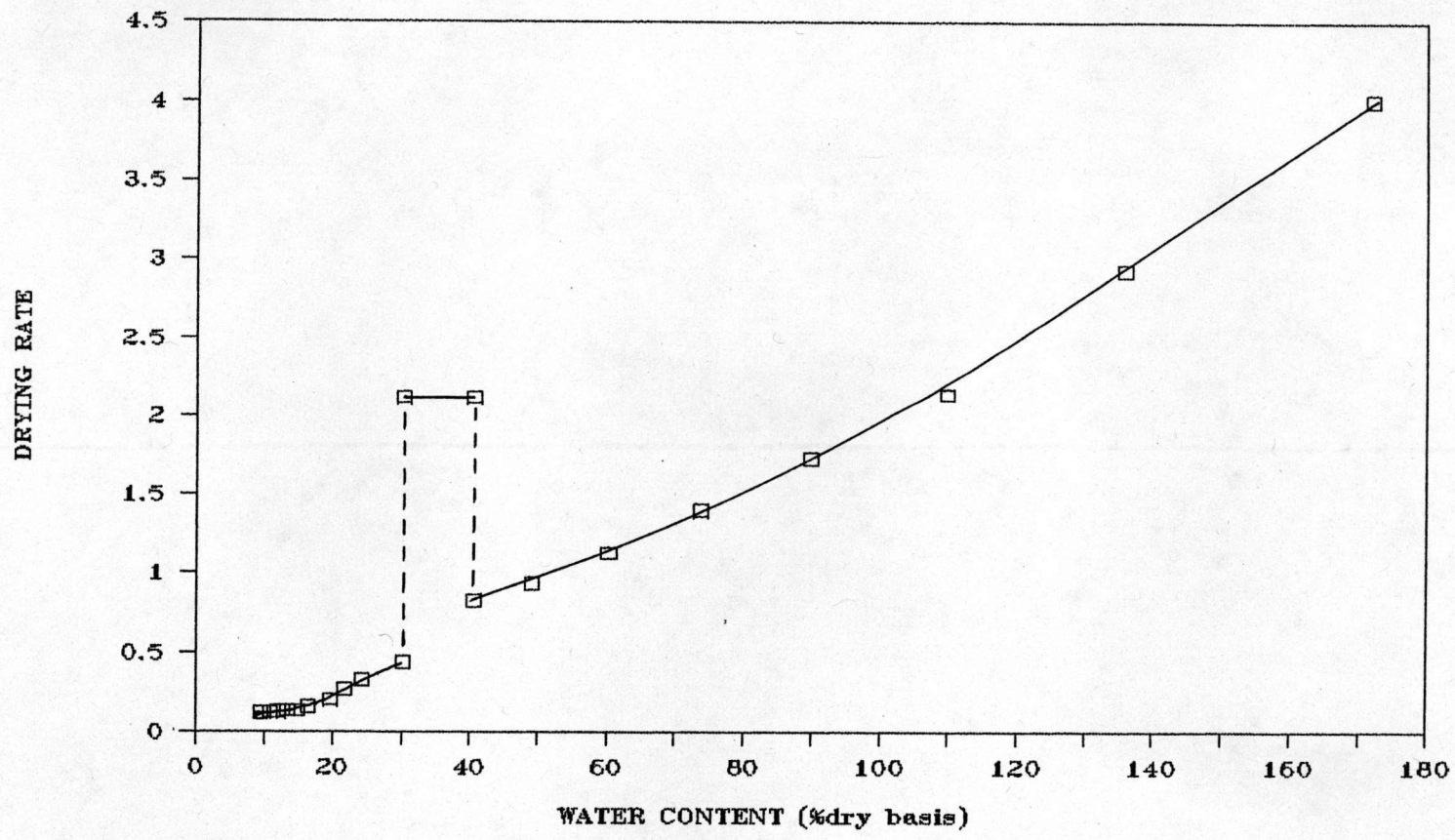
รูปที่ 4.39 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 53.12\%$ $P = 24$ psig (D-1)



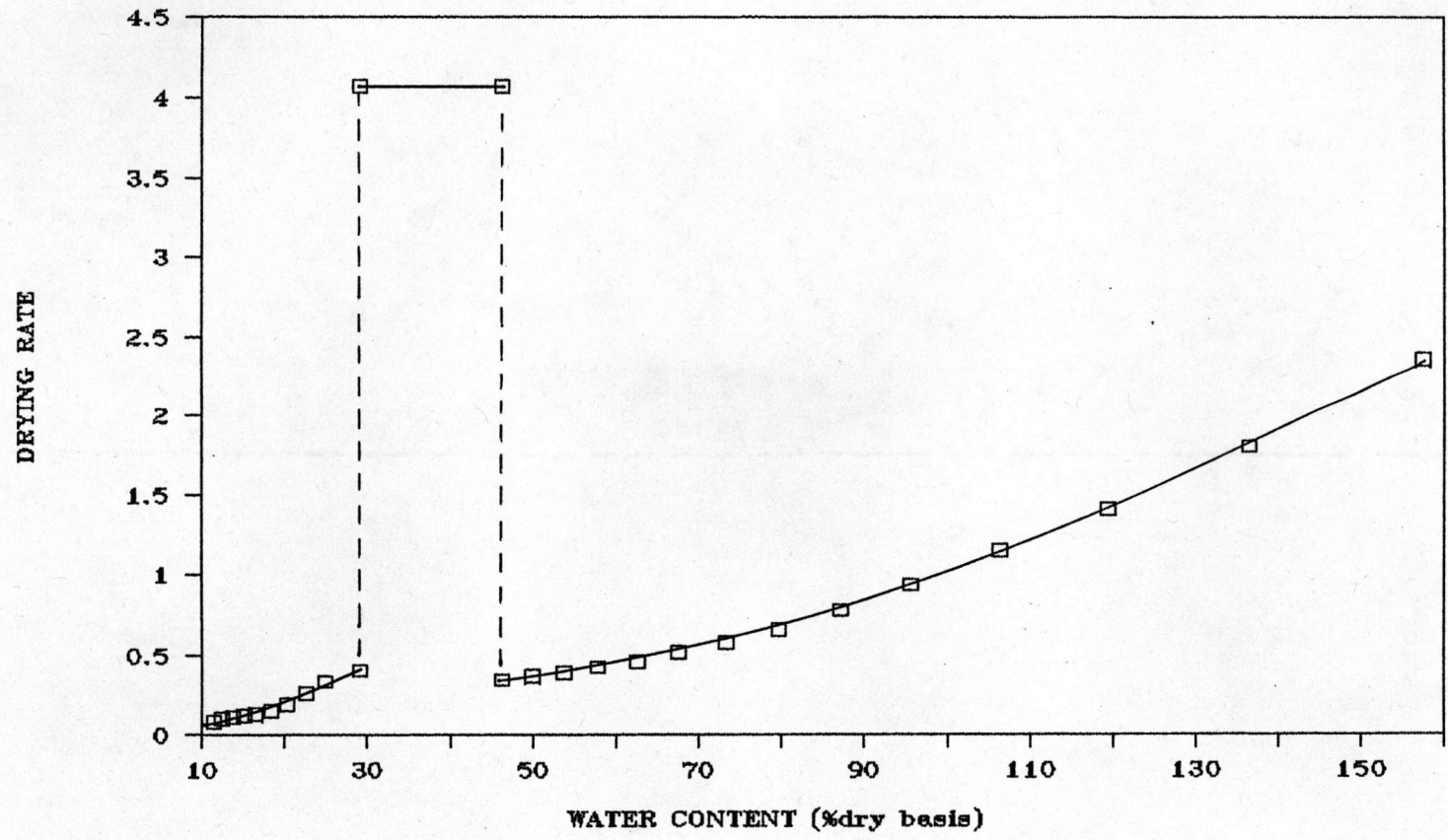
รูปที่ 4.40 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของน้ำมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเหย โดยที่ $x_p = 52.77\%$ $P = 20$ psig (E-1)



รูปที่ 4.41 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในการสีกึ่งการระ
 เบิดฟู โดยที่ $x_w = 100.91\%$ $P = 10$ psig (F-1)

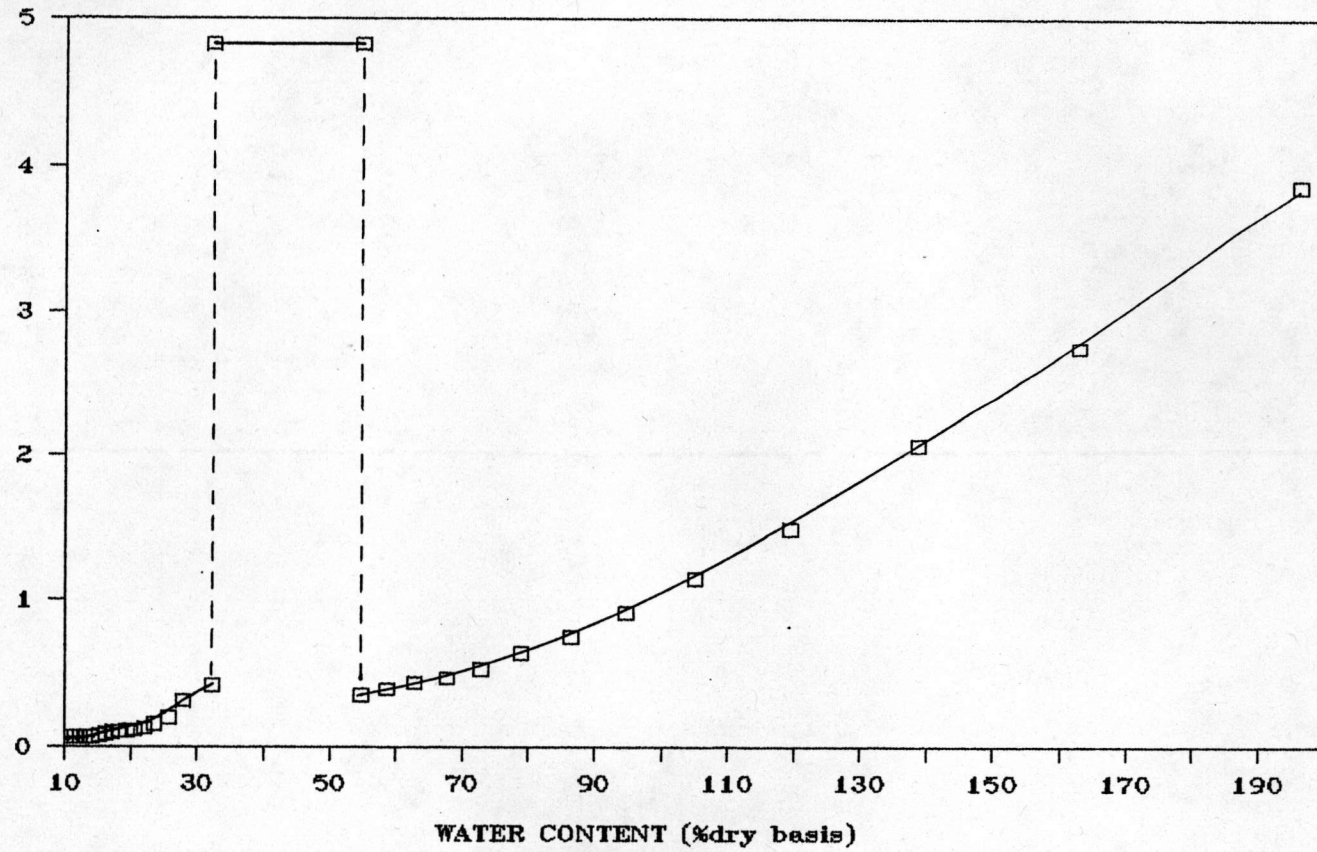


รูปที่ 4.42 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_p = 40.54\%$ $P = 16$ psig (F-2)

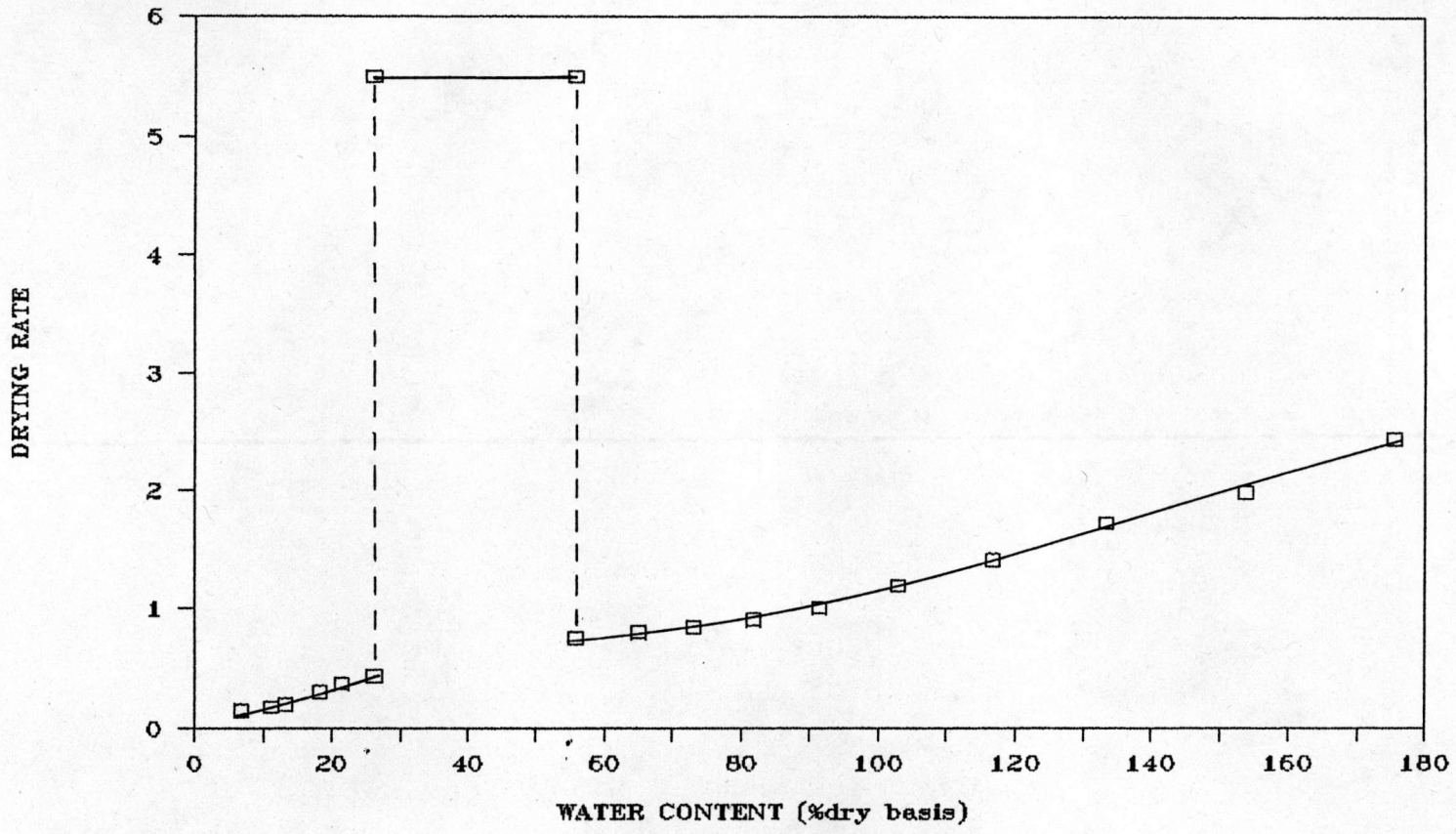


รูปที่ 4.43 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_w = 46.27\%$ $P = 22$ psig (G-1)

DEYING RATE



รูปที่ 4.44 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของน้ำมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_p = 54.69\%$ $P = 25$ psig (G-2)



รูปที่ 4.45 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นมันสำปะหลัง ในกรณีที่มีการระเบิดฟู โดยที่ $x_w = 55.70\%$ $P = 30$ psig (G-3)