



การวิจัยทางคุณภาพและประสิทธิภพของเภสัชภัณฑ์สำเร็จรูปในประเทศไทย

การหาความคงตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน

STABILITY OF VITAMIN C IN ORAL LIQUID PREPARATIONS

615.328

Π528

คณะเภสัชศาสตร์

2521 - 2522

ชื่อโครงการหลัก โครงการวิจัยคุณภาพและประสิทธิภาพของยาสำเร็จรูปในประเทศไทย

หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญอรรถ สายศร

โครงการวิจัยอันดับที่ 2



การหาความคงตัวของวิตามินซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน

Stability of Vitamin C in Oral Liquid Preparations

ผู้วิจัย

สุวรรณา เหลืองชลธาร

สุนิพนธ์ ภูมมางกูร

สุทธราย สายศร

อนัญญา โทษศิริ

สมเกียรติ รุจิรวัฒน์

วินนา เจริญสุวรรณ

2521 - 2522

I 12236314

การหาความคงตัวของวิตามินซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน

Stability of Vitamin C in Oral Liquid Preparations

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญอรุณ ส่ายศรี

สุวรรณา เหลืองชลธาร

สุนิพนธ์ ภูมิมางกูร

สุทราย ส่ายศรี

อนัญญา โพธิศิริ

สมเกียรติ รุจิรวัดน์

จินนา เหมยญสุวรรณ



วัตถุประสงค์

1. ท้องการศึกษา ปฏิริยาการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ว่ามีลักษณะ Order of Degradation reaction เป็นอย่างไร
2. ท้องการศึกษา อัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน โดยใช้ขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Accelerated thermodegradation rate) เพื่อนำไปคาดการณ์ (Expolation) อัตราการสลายตัวที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Arrhenius Equation
3. ท้องการเปรียบเทียบ อัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภทวิตามิน ที่เก็บในสภาพปกติที่อุณหภูมิห้อง
4. ท้องการคำนวณเวลาที่ใช้ในการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภทวิตามิน

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. จะได้นำแนวทางในการศึกษาหาความคงตัวของยา ในยาสำเร็จรูป โดยใช้ขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ ซึ่งสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาปรับปรุงสูตรเภสัชภัณฑ์ (Formulation) ของยาสำเร็จรูป (Preparations)

- เพื่อให้โคยาที่มีคุณภาพ, มีคุณภาพและประสิทธิภาพในการรักษา
2. จะเป็นการกระตุ้นเตือน เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ให้ตระหนักถึงคุณภาพ และประสิทธิภาพของยาสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีการควบคุมและกำหนดเวลาที่ยาหมดอายุการใช้ (Expired Date) ที่แท้จริง ของยาที่สลายตัวได้ง่าย เช่น ยาสำเร็จประเภทวิตามิน (Vitamin Preparations)
 3. จะเป็นการกระตุ้นเตือน ผู้ผลิตยาสำเร็จรูป ให้มีความรับผิดชอบในการจำหน่ายยาที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อประชาชน โดยบ่งแจ้งอายุการใช้ยา (Expired Date) ไว้ในฉลาก และควรมีการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในท้องตลาดอยู่เสมอ หากพบว่ายานั้นมีอายุเกินกำหนดเวลาของการใช้ หรือ ยานั้นได้สลายตัวไปจนต่ำกว่ามาตรฐานเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ควรจะเรียกยานั้นกลับคืน (Recall)
 4. จะเป็นการกระตุ้นเตือน ประชาชนให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้ยา ให้มากขึ้น โดยใช้ยานั้นก่อน หมดอายุการใช้ (Expired Date)

สารสังเขป

การหาความคงตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ที่มีขายในท้องตลาด ประเทศไทย จำนวน 21 ตำหรับ โดยใช้ขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อน (Accelerated thermodegradation) ที่อุณหภูมิ 50, 55, 65, และ 70 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์หาปริมาณวิตามิน ซี ที่เหลือ โดยการไทเทรต ด้วย 2, 6 Dichlorophenol-indophenol ซึ่ง สารที่เกิดจากการสลายตัว (Degraded product) จะไม่รบกวน (interfere) พบว่า ปฏิกิริยาการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภท วิตามิน เป็นแบบ Pseudo zero Order ด้วยความเข้มข้น 95 % สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient r.05) ระหว่าง Percent labelled amount ต่อเวลา (วัน) และยังพบว่า อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ที่ได้จากการคายความร้อน ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$)

ใน Arrhenius Equation โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อน นั้น จะมีค่ามากกว่า อัตราการสลายตัวของที่ (k) ในสภาพปกติที่อุณหภูมิห้อง

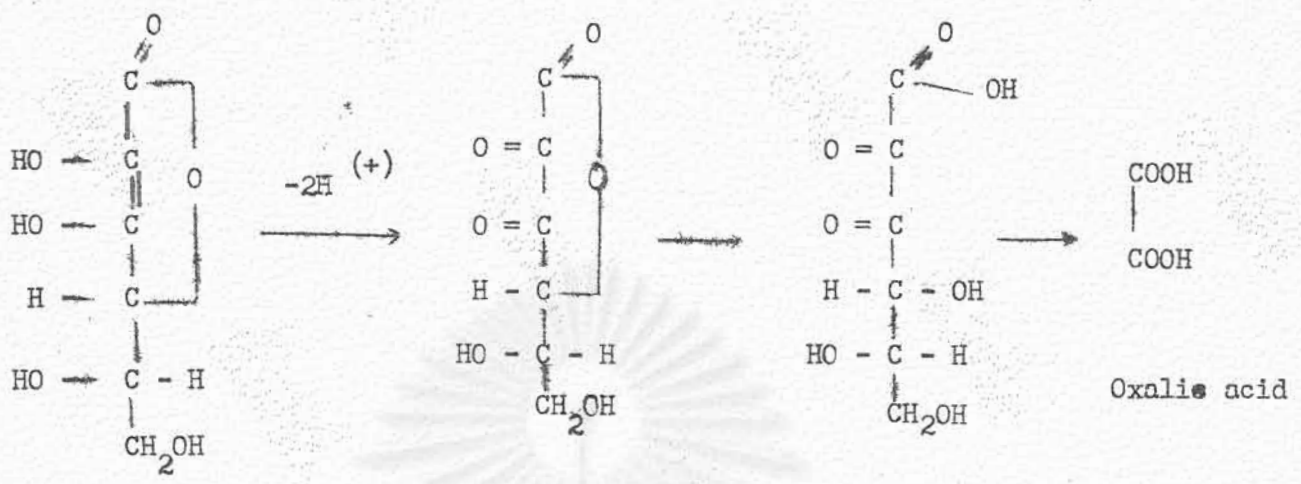
ในตำหรับที่มี วิตามิน ซี 10 มิลลิกรัม ต่อ มิลลิลิตร (A-J) จะมีอัตราการสลายตัวของที่โดยขบวนการเร่งรัด ตั้งแต่ 0.1688 ถึง 0.7846, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 63.7 ถึง 296.2 วัน และอัตราการสลายตัวของที่ ตามสภาพปกติ ตั้งแต่ 0.1609 ถึง 0.4365, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 114.5 ถึง 310.8 วัน

ในตำหรับที่มี วิตามิน ซี มากกว่า 10 มิลลิกรัม ต่อ มิลลิลิตร (K-Q) จะมีอัตราการสลายตัวของที่ โดยขบวนการเร่งรัด ตั้งแต่ 0.2132 ถึง 0.8580, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 58.3 ถึง 234.5 วัน และมีอัตราการสลายตัวของที่ตามสภาพปกติ ตั้งแต่ 0.2417 ถึง 0.4324, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 115.6 ถึง 206.9 วัน

ในตำหรับที่มี วิตามิน ซี น้อยกว่า 10 มิลลิกรัม ต่อ มิลลิลิตร (R-U) จะมีอัตราการสลายตัวของที่ โดยขบวนการเร่งรัด ตั้งแต่ 0.7203 ถึง 3.5818, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 13.9 ถึง 69.1 วัน และมีอัตราการสลายตัวของที่ตามสภาพปกติ ตั้งแต่ 0.1721 ถึง 0.5777, เวลาที่ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 86.6 ถึง 292.1 วัน

บทบาทและความรุนแรง

ยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน (Oral Liquid Vitamin, Preparations) ประกอบด้วย ทั่วยา วิตามิน หลายชนิด ซึ่งเมื่ออยู่ในสภาพสารละลาย วิตามินมักจะสลายตัวได้ง่าย จนอาจทำให้ยาสำเร็จรูปนั้น ไม่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพในการรักษา และยังเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ โดยเฉพาะ ยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน นี้ เป็นยาใช้สำหรับเด็ก ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายได้ง่าย ดังนั้นการชยาควรต้องคำนึงถึง ความคงตัวของยา และควรเลือกชยานั้นก่อนที่จะหมดอายุการใช้ (Expired Date) ซึ่งปรากฏว่า ยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ประเทศไทย ส่วนมากยังไม่มีการกำหนดเวลาที่



Ascorbic acid Dehydroascorbic acid Diketogulonic acid
 ซึ่งสามารถจะวิเคราะห์ Ascorbic acid ที่เหลือได้ ด้วย 2, 6 Dichlorophenol
 indophenol โดยสารที่ละลายตัว (Degradation product) ไมโรกาน (2) (5)

การศึกษาความคงตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ทำได้ทั้งโดยทางตรง และโดยใช้ขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัว ด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (Accelerated thermodegradation) สำหรับวิธีหาคความคงตัว โดยทางตรงนั้น ทำได้โดยการปล่อยให้ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป มีการสลายตัวในสภาพปกติ ที่อุณหภูมิห้อง แล้ววิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เรื่อย ๆ ไป จนกว่าจะเห็น การสลายตัวได้ชัดเจน ซึ่งวิธีนี้จะทำให้เสียเวลานาน และถ้าเป็นยาที่มีการสลายตัวค่อนข้างช้า มักจะไม่นิยมใช้วิธีนี้ เพราะ วิธีการใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณยาที่เหลือจะต้องมีความแม่นยำ และมีความไวสูงพอที่จะวัดค่าการสลายตัว ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากการสลายตัวจะดำเนิน ไปอย่างช้ามากจนสังเกตความเปลี่ยนแปลง ได้ไม่ชัดเจน Garrett (1956) (3) เสนอ วิธีศึกษาความคงตัวของยา โดยใช้ขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวขึ้น โดยใช้ความร้อน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (Accelerated thermodegradation) ซึ่งพบว่า เป็นวิธีที่ทำได้ ง่าย, ในเวลาอันสั้น และสามารถนำมาประเมินผล ได้อย่างสอดคล้องกับ การสลายตัวในสภาพ ปกติ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความคงตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภท วิตามิน ซี ทั้งโดยทางตรง และเปรียบเทียบกับวิธีการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อน

วัสดุและวิธีการ

วัสดุ

1. สารเคมีที่ใช้

- 1.1 L-Ascorbic Acid USP Reference Standard
- 1.2 2,6 Dichlorophenol indophenol บริษัท Emerk
- 1.3 Sodium bicarbonate บริษัท BDH
- 1.4 Glacial Acetic acid บริษัท BDH
- 1.5 Sulfuric acid บริษัท BDH

2. อุปกรณ์

- 2.1 ขวด
- 2.2 Automatic Burette

3. ยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ขนาด 2 ออนซ์ จำนวน 21 คำหรับ คำหรับละ 1.5 โหล

- 3.1 ชุดที่ I มีวิตามิน ซี 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร มีจำนวน 10 คำหรับ
ตั้งแต่คำหรับ A-J
- 3.2 ชุดที่ II มีวิตามิน ซี มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร
มีจำนวน 7 คำหรับ ตั้งแต่ คำหรับ K-Q
- 3.3 ชุดที่ III มีวิตามิน ซี น้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร
มีจำนวน 4 คำหรับ ตั้งแต่ คำหรับ R-U

ส่วนมากสั่งซื้อจากโรงงานยา ผลิตในประเทศไทยโดยตรง เพื่อให้ได้ยาน้ำ
สำเร็จรูปประเภทวิตามินนั้นอยู่ใน lot เดียวกัน Control number เดียวกัน
และ Formulation เดียวกันทั้งหมด เพื่อจัดป้อนหา ความแปรปรวนภายใน
คำหรับยาเดียวกัน

วิธีการ

I. วิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

- I.1 วิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน ซี เมื่อ เริ่มต้นทุกคำหรับ พร้อมทั้งวัด pH

- I.2 อบตัวอย่างยาที่อุณหภูมิ 50°C , 55°C , 65°C , 70°C และที่อุณหภูมิห้อง
- I.3 วิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน
- I.3.1 วิเคราะห์ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่ 70°C ทุกวันเว้นวัน
- I.3.2 วิเคราะห์ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่ 65°C ทุกวันเว้นสองวัน
- I.3.3 วิเคราะห์ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่ 55°C ทุกวันเว้นสามวัน
- I.3.4 วิเคราะห์ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่ 50°C ทุกวันเว้นสามวัน
- I.3.5 วิเคราะห์ วิตามิน ซี ที่เหลือ ที่ อุณหภูมิห้อง ทุก ๆ 15 วัน

การวิเคราะห์โดยการไตเตรท ด้วย 2,6 Dichlorophenol indophenol standard solution ใน 8% Glacial acetic acid in 0.3 N Sulfuric acid

การเตรียม สารละลาย

1. Standard 2,6 Dichlorophenol indophenol Solution

ซึ่ง Sodium salt ของ 2,6 Dichlorophenol indophenol (Store in Desiccator over Sodalime) จำนวน 250 mg

ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 1000 ml. คอย ๆ เท

สารละลาย Sodium bicarbonate 210 mg ที่ละลายในน้ำ

250 ml. พร้อมทั้งเขย่าแรง ๆ เพื่อช่วยให้ สารละลายได้หมดและปรับ

ปริมาตร ด้วย น้ำให้ครบ 1000 ml. กรองใส่ขวดสีชา เก็บไว้ในตู้เย็น

2. Acetic Acid

8 % Aqueous Glacial acetic

3. Acetic acid - Sulfuric acid Extracting Solution

8 % Aqueous Glacial acetic in 0.3 N Sulfuric acid

ใช้เพื่อป้องกัน Basic and Reducing substance interference

4. Standard Ascorbic acid Solution

ซึ่ง L-Ascorbic acid reference standard อย่างถูกต้องแม่นยำประมาณ

50 mg. ใส่ใน Volumetric Flask ขนาด 50 ml. เติม Acetic acid

Sulfuric acid Solution to 50 ml. (1 mg/ml) ซึ่งสามารถละลาย
นี้เตรียมและใช้ทันที

Standardization of 2,6 Dichlorophenol indophenol Solution

ทางสามารถละลาย Acetic acid-Sulfuric acid 10 ml ใส่ใน
Erlenmeyer Flask 50 ml. pipet สามารถละลายมาตรฐาน
Ascorbic acid stock solution (1 mg/ml) 2 ml. ใส่และไทเทรต
ทันทีด้วย สารละลายมาตรฐาน 2,6 Dichlorophenol indophenol
ซึ่งจุด end - point เป็นสี ชมพูจาง ๆ คงตัวอยู่ได้ไม่ต่ำกว่า 5 วินาที
เปรียบเทียบกับ Blank ซึ่งใช้ Acetic acid - Sulfuric acid

Assay Solution

หา Specific Gravity ของยาน้ำสำเร็จรูปแต่ละตำหรับ และซึ่งสาร
ตัวอย่างใส่ Volumetric Flask ขนาด 50 ml. และเติม
Acetic acid-Sulfuric acid Solution จนครบปริมาตร ให้มีความเข้มข้น
ของ Ascorbic acid (1 mg/ml) เขย่าให้เข้ากัน Pipet 2 ml.
ใส่ใน Erlenmeyer flask ที่มี Acetic acid Sulfuric acid
solution 10 ml. แล้วไทเทรตด้วย สารละลายมาตรฐาน
2,6 Dichlorophenol indophenol จนได้ End point เปลี่ยน
จาก สีเหลืองใส เป็นสีค้ำน้ำตาลแดง และคำนวณหาปริมาณ Ascorbic acid
ที่อยู่ในยาน้ำสำเร็จรูป เป็น Percent labelled amount

II. หา Order of Degradation Reaction

III. หาอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Rate of Degradation
Constant) k

IV. หาค่า อัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ที่อุณหภูมิห้อง โดยใช้ Arrhenius Equation

V. หาเวลาที่ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสลายตัว

การคำนวณ

1. การหา Order of Degradation Reaction

โดยการ Plot graph หาคความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณ วิตามิน ซี ที่
เหลืออยู่ เป็น percent labelled amount (% L.A.) ต่อเวลา (วัน)
ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันที่ 50°C, 55°C, 65°C และ 70°C โดยใช้ Least Square
Fitted Method หาค่า Correlation Coefficient (r)

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot \sum y}{n}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}\right) \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}\right)}}$$

ค่า r ได้แจ้งไว้ในตารางที่ 1 - 21 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. ต่อเวลา
(วัน) มีลักษณะเป็นเส้นตรงในระดัความเชื่อมั่น 95 % (r.05) ดังรูปที่ 1 - 21
นั่นคือ ปฏิกิริยาการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จะเป็น Pseudo
Zero Order โดยที่การสลายตัวนั้นจะไม่ขึ้นกับปริมาณ วิตามิน ซี ที่อยู่เดิม
(Original Concentration Co)

$$\begin{aligned} -\frac{dc}{dt} &= k \\ dc &= -kdt \\ \int_{c_0}^{c_t} dc &= -k \int_0^t dt \\ c_t - c_0 &= -kt \\ c_t &= c_0 - kt \end{aligned}$$

เมื่อ plot graph ระหว่าง C_t ต่อ t จะได้เส้นตรง ซึ่ง Slope คือ $-k$

2. คำนวณค่า อัตราการสลายตัวคงที่ (Rate of Degradation Constant) k

คำนวณค่า อัตราการสลายตัวคงที่ ของ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปจากค่า Slope ในรูปที่ 1 - 21

$$k = \frac{\left[\sum xy - \left(\frac{\sum x \cdot \sum y}{n} \right) \right]}{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right]}$$

และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deriation) ของ Slope

$$Sk = \sqrt{\frac{S_{y/x}^2}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}}$$

ซึ่งค่าอัตราการสลายตัวคงที่ของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ในระดับความเชื่อมั่น 95 % จะเป็น $(k \pm t.05 Sk)$ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 - 21

3. หาค่า อัตราการสลายตัวคงที่ ที่อุณหภูมิห้อง

ใช้ Arrhenius Equation หากความสัมพันธ์ระหว่างค่า logarithm ของอัตราการสลายตัวคงที่ของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จ ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กับส่วนกลับของ อุณหภูมิสัมบูรณ์นั้น ๆ $\left(\frac{1}{T} \right)$ ซึ่งจะได้เส้นตรง

$$-E_a/RT$$

$$K = Ae$$

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303 T}$$

k = Reaction Rate Constant

T = Absolute Temperature

เมื่อ plot $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ จะได้เส้นตรง ซึ่ง The best fitted line นี้จะได้โดยวิธี Least square fitted method ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 22 - 42

เมื่อ คอ เส้นตรงนี้ออกไป (extrapolate) จนถึง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) จะคาดการณค่าอัตราการสลายตัวคงที่ที่อุณหภูมิห้องได้ หรือจากการคำนวณ

$$\log k_{25^{\circ}\text{C}} = \alpha (3.36 \times 10^{-3}) + \beta$$

α คือ Slope และ β คือ Intercept ซึ่งจะคำนวณได้จาก

$$\alpha = \frac{\left[\sum xy - \frac{(\sum x \sum y)}{n} \right]}{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right]}$$

$$\beta = \frac{\sum y - \alpha \sum x}{n}$$

$\log k_{25^{\circ}\text{C}}$ ในระดับความเชื่อมั่น 95 % จะมีช่วงอยู่ระหว่าง $\log k_{25^{\circ}\text{C}} \pm \gamma_{0.05}$

$$\gamma_{0.05} = t_{0.05} s_{y/x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}}$$

$$s_{y/x} = \sqrt{\frac{\left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right] (1-r^2)}{n-2}}$$

ถ้า Antilogarithm ค่า $k \pm \gamma_{0.05}$ จะได้ค่า k ซึ่งแจ้งไว้ในตารางที่ 22 - 42

4. คำนวณเวลาที่วิตามิน ซี ในยานำสำเร้จรูป สลายตัวไป

จากปฏิกิริยา Pseudo - Zero Order Reaction

ข้อ 1

$$C_t = C_o - kt$$

$$t = \frac{C_o - C_t}{k}$$

C_o คือปริมาณวิตามิน ซี เมื่อเริ่มตน

C_t คือปริมาณ วิตามิน ซี ที่สลายตัว

k คืออัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี

สามารถหาคำนวณช่วงเวลาที่ยาสลายตัวไป 10 - 90 % Labelled amount (L.A.)

เมื่อยาสลายตัวไป 10 % (L.A.) (t_{10})

$$t_{10} = \frac{100-10}{k} = \frac{90}{k}$$

เมื่อยาสลายตัวไป 90 % (L.A.) (t_{90})

$$t_{90} = \frac{100-90}{k} = \frac{10}{k}$$

เมื่อยาสลายตัวไปครึ่งหนึ่ง 50 % (L.A.) ($t_{\frac{1}{2}}$)

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{2} C_o}{k} = \frac{50}{k}$$

อัตราการสลายตัวคงที่ (k) และเวลาที่ยาสลายตัว 10 - 90 % (L.A.)

ได้แสดงเปรียบเทียบกันระหว่าง ค่าที่ได้จากการทดลองในขบวนการเร่งรัดให้สลายตัวกับค่าที่ได้

จากสภาพปกติ ในตารางที่ 43 - 62

ผล

จากการศึกษาความคงตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน (Oral liquid Vitamin Preparations) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในประเทศไทย จำนวน 21 คำหรับ มีทั้งชนิดน้ำเชื่อม (Syrup) ยาแขวนตะกอน (Suspension) และยาน้ำ (Solution) พบว่า วิตามิน ซี มีการสลายตัวจริง ซึ่งปฏิกิริยาการสลายตัวจะเป็น Pseudo Zero Order ทุกคำหรับและทุก ๆ อุณหภูมิที่ทดลอง ทั้งแสดงลักษณะไว้ในรูปที่ 1 - 21

จากการทดลอง จะสังเกตเห็นว่า เมื่อ ยามีการสลายตัวไปนั้น สีของยาน้ำสำเร็จรูปจะเปลี่ยนแปลงไป (Discoloration) จากสีเหลืองใส กลายเป็น สีน้ำตาลคล้ำ ส่วนความเป็นกรดด่าง (pH) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด และพบว่าอัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ที่ได้จากการคาดการณ (Extrapolation) จาก Arrhenius Equation โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Accelerated thermodegradation Rate) ทั้งแสดงไว้ในรูปที่ 22 - 42 และตารางที่ 22 - 42 จะมีค่าสูงกว่า อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ที่ได้จากการทดลองในสภาพปกติที่อุณหภูมิห้อง และลักษณะเช่นนี้ จะสอดคล้องกันทุกคำหรับยาที่ทดลอง ซึ่งค่าอัตราการสลายตัวคงที่ (k) และเวลาที่ใช้ในการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภทวิตามิน ตั้งแต่ 10 - 90 % Labelled amount ได้แสดงเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 43 - 62 และรูปที่ 43 - 62

จากคำหรับยาที่แจ้งว่า มีปริมาณ วิตามิน ซี 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร จำนวน 10 คำหรับ (A-J)

จะมีอัตราการสลายตัวคงที่ (k) โดยขบวนการเร่งรัด	ตั้งแต่ 0.1688 - 0.7846
มีช่วงเวลา วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$)	ตั้งแต่ 63.7 - 296.2 วัน
และมีอัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในสภาพปกติ	ตั้งแต่ 0.1609 - 0.4365
มีช่วงเวลา วิตามิน ซี สลายตัวไป ครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$)	ตั้งแต่ 114.5 - 310.8 วัน

จากคำหรับยาที่แจ้งปริมาณวิตามิน ซี ไข่มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

จำนวน 7 คำหรับ (K-Q)

จะมีอัตราการสลายตัวของที่ (k) ในขบวนการเร่งรัด ตั้งแต่ 0.2132 - 0.8580
มีช่วงเวลาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 58.3 - 234.5 วัน
และจะมีอัตราการสลายตัวของที่ (k) ในสภาพปกติ ตั้งแต่ 0.2417 - 0.4324
มีช่วงเวลาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 115.6 - 206.9 วัน
จากค่าร้อยละที่แจ้งปริมาณ วิตามิน ซี ไขนอยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร จำนวน

4 สำหรับ (R-U)

จะมีอัตราการสลายตัวของที่ (k) ในขบวนการเร่งรัด ตั้งแต่ 0.7203 - 3.5818
มีช่วงเวลาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 139 - 69.4 วัน
และจะมีอัตราการสลายตัวของที่ (k) ในสภาพปกติ ตั้งแต่ 0.1721 - 0.5777
มีช่วงเวลาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง ($t_{1/2}$) ตั้งแต่ 86.6 - 292.1 วัน

จะเห็นว่า การสลายตัวของวิตามิน ซี ในยานำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน
แต่ละตำหรับ ซึ่งมี สูตรเภสัชตำหรับ (Formulation) ไม่เหมือนกัน จะมีปฏิกิริยา
การสลายตัวเหมือนกัน ถือเป็น Pseudo Zero Order Reaction แต่มีอัตราการ
สลายตัวของที่ (k) และเวลาที่ใช้ในการสลายตัว ($t_{1/2}$) ไม่เท่ากัน

ในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อเริ่มต้นวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน ซี ในยานำสำเร็จรูป
ประเภทวิตามิน จำนวน 21 ตำหรับ พบว่า บางตำหรับมีปริมาณ วิตามิน ซี ที่สูงกว่าที่แจ้ง
ปริมาณไว้ในฉลากมาก (Labelled amount) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ คุณลักษณะของ
ยัดเวลาในการจำหน่ายยา ให้อยู่ในท้องตลาดได้นานขึ้นจนกว่าที่ยาจะสลายตัวลงมาต่ำกว่า
มาตรฐานเภสัชตำหรับที่กำหนดไว้ (Substandard) ซึ่ง ประมาณ 90 %

ในสิทธิบัตรยา (Patent of drug) และบางตำหรับมีปริมาณ วิตามิน ซี
ต่ำมาก จนน่าวิตก ว่ายานั้นคงจะสลายตัว ต่ำกว่า มาตรฐานเภสัชตำหรับ ก่อนที่ยาจะจำหน่าย
ในท้องตลาดได้หมด ซึ่ง Percent labelled amount (% L.A.) ของยานำสำเร็จรูป
ทั้ง 21 ตำหรับ ได้แสดงไว้ใน ตาราง 63

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. ในการวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน เป็น Percent labelled amount (ซึ่งมักจะแจ้งไว้เป็นจำนวน มิลลิกรัม ต่อ มิลลิลิตร) จะมีปัญหา เนื่องจาก ยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน มักจะเป็น ยาเตรียมชนิด ยาน้ำเชื่อม (Syrup) หรือยาแขวนตะกอน (Suspension) ซึ่งการทวงยาให้ได้ปริมาณที่ถูกต้องแม่นยำเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะการทดลองที่เร่ง ให้ยาละลายตัวในอุณหภูมิสูง ๆ ก็จะมีปัญหาว่า ปริมาณของยาน้ำสำเร็จรูปนั้นจะเปลี่ยนแปลงไป เพราะปริมาณจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ (Temperature dependent) ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ จึงแก้ไข ปัญหา โดยการหาความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของยาน้ำสำเร็จรูปไว้ก่อน และเมื่อจะวิเคราะห์ปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือ ก็จะใช้วิธีชั่งน้ำหนัก แทนการวัดปริมาตร เนื่องจากน้ำหนักจะไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ (Temperature independent) และเมื่อคำนวณจะแปลงกลับไป เป็น ปริมาตร เพื่อที่จะหาปริมาณ เป็น Percent labelled amount (% L.A.) สำหรับ Percent labelled amount ของวิตามิน ซี เมื่อเริ่มต้น (Original Concentration) ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน จำนวน 21 คำหรับ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 63 แต่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ต้องการจะ เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ที่มีในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ให้เห็นได้ชัดเจน ทั้งในแต่ละคำหรับ และให้เห็นความแตกต่าง ระหว่างคำหรับ จึงได้ทำ factor ของแต่ละคำหรับ เพื่อเทียบให้ Percent labelled amount ของ วิตามิน ซี เมื่อเริ่มต้น เป็น 100 % L.A. ซึ่ง factor นี้จะใช้ คำนวณเฉพาะแต่ละคำหรับ และเทียบกับ Percent labelled amount ของ วิตามิน ซี ที่เหลือ ทุกครั้งของการวิเคราะห์หาปริมาณยา ลงมาเป็นลำดับ (series) ทั้งนี้จะทำให้สะดวกแก่การคำนวณเวลาที่ยาละลายตัวไปในชวงต่าง ๆ ตั้งแต่ 10 - 90 % L.A. เพื่อประโยชน์ ในการกำหนดอายุการใช้ ยา (Expired Date) ซึ่งถ้า สิทธิบัตรยา (Patent of Drug)

กำหนดให้มีตัวยายอายุ $\pm 10\%$ L.A. ก็แสดงว่า อายุการใช้ยา (Expired Date) จะมีช่วงเวลาตั้งแต่ เมื่อยาเริ่มผลิตออกจำหน่าย (110% L.A.) จนถึงเวลาที่ตัวยานั้น สลายตัวไป เหลือตัวยายอยู่ 90% L.A. หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ให้ใช้ยานี้ก่อนเวลาที่ยาจะ สลายตัวไป 20% L.A. (ตั้งแต่ $110 - 90\%$ L.A.)

2. การหาความคงตัวของตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์ (Active ingredient) ในยา สำเร็จรูป (Preparations) โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวที่อุณหภูมิ ทั่ว ๆ (Accelerated thermodegradation) มักมีข้อผิดพลาดจากการปรับ อุณหภูมิให้ใกล้เคียงที่แน่นอน (Exactly temperature) ซึ่งไม่ควรจะมีความแปรปรวน (variation) ของอุณหภูมิเกิน $\pm 1^{\circ}\text{C}$ อาจทำได้โดยใช้ตูบอบชนิดที่เป็น incubator ที่มีความไว (Sensitivity) ในการปรับอุณหภูมิ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ และจะตองใช้อย่างน้อย 4 อุณหภูมิ ที่ลดลง ซึ่งถ้าทดลองพร้อมกัน จะตองใช้ตูบอบถึง 4 ตู้ จึงมักมีปัญหาในการ Calibration ตูบอบ หรืออาจจะใช้ตูบอบเพียงตู้เดียว โดยการทดลองที่ละอุณหภูมิ และการคำนวณ เทียบกลับ ไปใหม่ปริมาณยาเน่ตนทุกครั้ง เป็น 100% L.A. แต่พ่่นนี้จะตองทราบมาก่อนว่า ปฏิกิริยาการสลายตัวของตัวยา นั้น ๆ ในทุกระดับความเข้มข้น จะเป็นปฏิกิริยาเดียวกันตลอด และ Order of Reaction เป็นชนิดเดียวกัน แต่จะมีข้อเสียที่จะตองใช้เวลายาวนานเกินไป จนอาจไม่เหมาะสมกับสภาวะที่ตองการแก้ไขปัญหาคือโดยวิธีคำนวณ

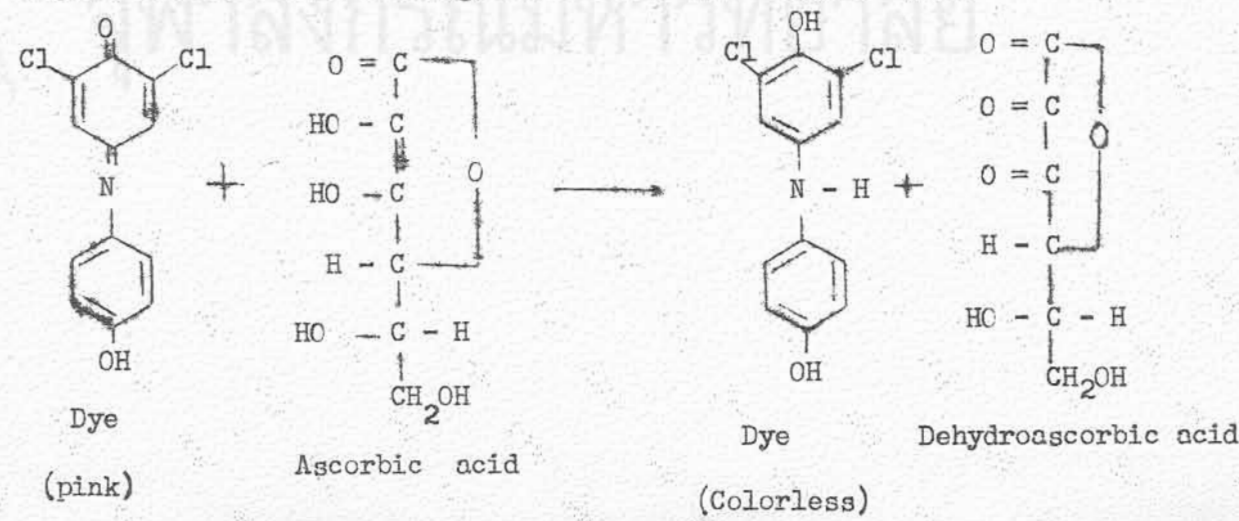
สำหรับการวิจัยครั้งนี้มีข้อผิดพลาดจากการใช้ตูบอบดังกล่าว เนื่องจาก ปริมาณตูบอบ ไม่เพียงพอ และการ calibrate ตูบอบ ไม่เพียงพอ จึงทำให้จำนวน ครั้งในการทดลอง ได้เพียง 4 การทดลอง ($50, 55, 65,$ และ 70°C) ซึ่งจะ ไปมีผลต่อการ คาคการถ่วงอัตรการสลายตัวที่ (k) ที่อุณหภูมิห้องใน Arrhenius Equation ดังแสดงไว้ในรูปที่ 22 - 42

นอกจากปัญหาความเที่ยงของอุณหภูมิ ในแต่ละตูบอบแล้ว ยังมีปัญหาที่ เนื่องจาก Zero point Bias (1) ในขณะที่นำตัวยายออกจากตูบอบมา วิเคราะห์นั้น จะตองมีช่วงเวลาให้ตัวยายถูกปล่อยให้เย็นลง ในระหว่างการชั่ง และเมื่อ ตัวยายยานั้นถูกนำกลับเข้าไปในตูบอบครั้งเดิม จะตองใช้เวลาในการ warm up

ขึ้นไปจนถึงอุณหภูมิที่ตกลง ซึ่งแต่ละอุณหภูมิจะใช้เวลา แตกต่างกัน ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการสลายตัวในแต่ละอุณหภูมิ และขณะที่นำตัวอย่างยามาเปิดออก ตัวอย่างยาในแต่ละอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับแสง, ความชื้น อากาศ (ออกซิเจน) ต่างกัน ซึ่งเป็นเหตุผลทำให้ตัวอย่างสลายตัวด้วยสาเหตุอื่น ๆ แตกต่างกัน นอกเหนือไปจากการสลายตัวด้วยความร้อน นอกจากนี้ยังมีปัญหาและข้อผิดพลาดจากภาชนะที่บรรจุยาสำเร็จรูป (1) ในที่อุณหภูมิต่างกัน ยาน้ำสำเร็จรูปอาจจะมีการสูญเสียตัวทำละลาย หรือสารที่ระเหยได้ต่างกัน และในที่อุณหภูมิสูง ๆ มักจะมีการขยายตัวของอากาศในภาชนะมาก จนอาจฉีกในภาชนะแตกออก ซึ่งน่าจะแก้ไขโดยการนำยาน้ำสำเร็จรูปนี้มาบรรจุใหม่ ในหลอดแก้วที่ปิดสนิท เช่น Seal Ampule ให้เป็นแบบ single dose เมื่อจะวิเคราะห์ก็จะนำมาแค่เฉพาะตัวอย่างยานั้น ๆ โดยไม่ไปรบกวนตัวอย่างอื่น ๆ และยังป้องกันการปนเปื้อน (Contaminate) จากสิ่งอื่นได้อีกด้วย แต่สำหรับการวิจัยในครั้งนี้นอกจากการศึกษาความคงตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในสภาพที่แท้จริง จึงไม่ได้ บรรจุใหม่ เพียงแค่อุ่นกัน ฉาพลาสดักที่แตกออก หรือป้องกันการระเหยของตัวทำละลาย โดยใช้ เพลทั้น โดยรวม

3. การวิเคราะห์หาปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือ ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภทวิตามิน จะใช้วิธี ไทเทรทด้วย 2,6 Dichlorophenol indophenol ซึ่งเป็น Self-indicator และจะใช้ตามวิธี (5) ที่นอกเหนือจากวิธีที่กำหนด ในเภสัชตำหรับ pharmacopoeia โดยใช้ Acetic Acid-Sulfuric Acid เป็น Extracting Solvent เพื่อป้องกันกรรบกวน (interfere) จาก Reducing substance อื่น ๆ และพวก Basic substance นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ไม่ถูกรบกวนด้วย Degraded products เช่น

Dehydro ascorbic acid Diketogulonic acid และ oxalic acid



4. จากการวิจัยปฏิบัติการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน
 ทุกตำหรับ ซึ่งมีทั้งชนิด ยาน้ำเชื่อม (Syrup) ยาแขวนตะกอน (Suspension)
 ยาน้ำ (Solution) ในทุกอุณหภูมิ จะมีปฏิบัติการสลายตัวเป็นแบบ Pseudo
 Zero Order Rate โดยดูจากสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation
 Coefficient) ระหว่างปริมาณที่เหลืออยู่จากการสลายตัว (% L.A.)
 กับเวลาเป็นวัน ในตารางที่ 1 - 21 และรูปที่ 1 - 21 จะเป็นเส้นตรง ในระดับ
 ความเชื่อมั่น 95 % (r.05) นั้นย่อมแสดงว่า อัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี
 (k คือ Slope) จะไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของ วิตามิน ซี เมื่อเริ่มต้น (Co)
 (1) ทั้งนี้เนื่องจาก วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ที่อยู่ในลักษณะ
 ยาแขวนตะกอน (Suspension) หรือ ยาน้ำเชื่อม (Syrup) จะมีรูปแบบ
 แบบเดียวกับ สารละลายอิ่มตัว (Saturated solution) ซึ่งขณะที่ไม่เล็ดลอดหนึ่ง
 สลายตัวไป อีกไม่เล็ดลอดหนึ่งจะละลายเข้ามาแทนที่ ตลอดเวลา ครบเท่าที่ยังมี excess
 solid อยู่ (1) ดังนั้น ความเข้มข้นของวิตามิน ซี จะไม่มีผลต่อการสลายตัวเลย
 จึงเป็น Pseudo Zero Order Rate ซึ่ง Garrett (3) ได้ทดลอง
 แล้วพบว่า ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของวิตามิน ซี เกิน 70 มิลลิกรัมต่อ 5 มิลลิลิตร
 แล้ว อัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี จะเปลี่ยนจาก Pseudo first order Rate
 ไปเป็น Pseudo zero order rate นั่นคือ

$$-\frac{dc}{dt} = k$$

$$ct = Co - kt$$

เป็นสมการเส้นตรง เมื่อ plot graph ระหว่าง ct (ความเข้มข้น
 ณ เวลาใด ๆ) กับ t (เวลาในการสลายตัวของยา) จะได้เส้นตรง ซึ่ง Slope
 มีค่า -k (อัตราการสลายตัวคงที่) และ intercept คือ Co (ความเข้มข้น
 ณ เริ่มต้น)

สำหรับ ค่าอัตราการสลายตัวคงที่ จะมีอิทธิพลหลายอย่างที่ทำให้เปลี่ยนแปลง
 ได้ เช่น ความเข้มข้น concentration ที่ทำละลาย (Solvent)

ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) แสง (light) ทั่วๆ ทั่วๆ รวมคำทับ (Formulation), และความร้อน

ดังนั้น อัตราการสลายตัวที่ (k) ที่อุณหภูมิหนึ่ง จึงไม่เท่ากัน และ ที่อุณหภูมิสูง จะมี อัตราการสลายตัวมากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ

จากการทดลอง ค่า อัตราการสลายตัวที่ (k) ของ วิตามิน ซี ในยาน้ำ สำเร็จรูป ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 1 - 21 ซึ่งแสดงถึงช่วงในระบับความชื้น 95 % ($k \pm t.05 Sk$)

อิทธิพลของความร้อนที่มีต่ออัตราการสลายตัวของยาน้ำ Arrhenius ได้ แสดงความสัมพันธ์ไว้ใน Arrhenius Equation

$$k = Ae^{-Ea/Rt}$$

$$\text{หรือ } \log k = \log A - \frac{Ea}{2.303 R} \cdot \frac{1}{T}$$

- เมื่อ k เป็น อัตราการสลายตัวที่ (Specific Reaction Rate)
- A เป็น frequency factor เป็นค่าคงที่
- Ea เป็น Energy of activation
- R เป็น Gas Constant มีค่า 1.987 Cal/deg-mole
- T เป็น Absolute Temperature = t + 273

รูปแบบของสมการจะเป็นเส้นตรง

เมื่อ plot log k กับ $\frac{1}{T}$ จะได้เส้นตรง และถ้าต่อเส้นตรงนี้ออกไป

จนถึง ที่อุณหภูมิต่ำ (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) ก็สามารถจะคาดการณ (Extrapolation) ถึงอัตราการสลายตัวที่ (k) ที่อุณหภูมิต่ำได้ ซึ่งการศึกษา ความคงตัวของยา ที่อุณหภูมิต่ำ และคาดการณไปยังอุณหภูมิต่ำนี้ เป็นวิธีที่เรียกว่า การศึกษาโดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วยความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ ๆ

(Accelerated thermodegradation) โดยจะใช้ Arrhenius Equation ซึ่งมีกฎเกณฑ์การใช้ (1) ดังนี้

1. จะคงต่อเสมือนว่า Ea ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ
2. ปฏิกิริยาการสลายตัว ในทุกอุณหภูมิจะคงต่อเสมือนว่า เหมือนกันหมด
3. จะคงต่อเสมือนว่า สภาพของยาสำเร็จรูปนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical property)

ซึ่งในสภาพยาสำเร็จรูปที่เป็น อิมัลชัน (Emulsion) เมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยอาจมีการแยกตัวยา (Crack) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากเมื่ออยู่ในอุณหภูมิต่ำ จะนำมาศึกษาโดยวิธีนี้ได้

สำหรับการศึกษาความคงตัวโดยวิธีนี้ ทำให้ทราบถึงปฏิกิริยาการสลายตัว (Order of Reaction) และอัตราการสลายตัว (k) แต่ไม่รู้ถึง กลวิธีในการสลายตัว (Mechanism of Degradation)

การคาดการณ์ถึงอัตราการสลายตัวที่ (k) จากอุณหภูมิสูง ๆ ไปยังอุณหภูมิต่ำนี้ มักจะมี ความผิดพลาดในการคาดการณ์ (Error in prediction (γ)) ซึ่งในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$\gamma_{.05} = t_{.05} S_{y/x} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}}$$

ซึ่งค่า ความผิดพลาดนี้จะมากขึ้น ถ้าจำนวนอุณหภูมิในการทดลอง (n) น้อยลง และการคาดการณ์ (Extrapolate) ไม่ไกลจากจุดทดลองมากขึ้น เนื่องจากความผิดพลาดจากการคาดการณ์ จะมีลักษณะ กราฟเป็น พาราโบลา (1) แต่มีข้อดีที่สามารถคาดการณ์และทำนายสภาวะการถ่วงน้ำหนักได้ แต่ถ้ามียุณหภูมิในการทดลอง (n) มากขึ้น และจุดที่จะคาดการณ์ (Intrapolate) อยู่ใน เส้นที่ทดลอง ก็จะมี ความผิดพลาดจากการคาดการณ์น้อยลง และจะทำให้ไม่ไปประโยชน์ในการคาดการณ์ และทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้า ค่าอัตราการสลายตัวที่ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิต่ำ ในระดับความเชื่อมั่น 95 % แสดงไว้ใน ตาราง 22 - 42

การหาอัตราการสลายตัวที่ (k) ของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภท วิตามิน ในสภาพการเก็บตามปกติ อนุมานว่าเป็น 25°C (ความจริงมีการแปรปรวนมากตามสภาพ

อนุกรมที่หนึ่ง (แท้จริง) ก็พบว่า มีปฏิกิริยาการสลายตัวเป็นแบบ Pseudo Zero Order เช่นกัน แต่จะมี ค่าน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกราฟโดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวได้แสดงค่าเปรียบเทียบไว้ใน ตารางที่ 43 - 62 และรูป 43 - 62 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในอนุกรมที่สูงนั้น ยังมีสาเหตุอื่น ๆ ที่ทำให้วิตามิน ซี สลายตัว นอกเหนือจากการสลายตัวในสภาพปกติ แต่ถึงอย่างไรก็ตามการศึกษาความคงตัวของยา โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวจะใช้เวลาในการวิจัยสั้นลงมาก (สำหรับวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปใช้เวลาประมาณ 1 เดือน) ส่วนในสภาพปกติจะใช้เวลาในการศึกษายาวนานกว่า (สำหรับวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ซึ่งเป็นยาที่สลายตัว ไกลงจะใช้เวลา 4 เดือน) โดยเฉพาะถ้าเป็นยาที่สลายตัวในเวลายาวนาน จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงโคโยก จะทำให้มีข้อผิดพลาดในการประเมินผล และยังถ้ามมีการแข่งขันผลิตภัณฑ์ ในด้านตลาด การใช้เวลาในการศึกษาทดลองยาวนานเกินไป จะทำให้สูญเสียโอกาสการจำหน่ายในท้องตลาด (loss of market priority on a competitive products) (3)

จากการทดลอง การสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน แต่ละสำหรับ ซึ่งมีสูตรเภสัชภัณฑ์ (Formulation) แตกต่างกัน จะมีปฏิกิริยาการสลายตัวเหมือนกัน ถือเป็น Pseudo Zero Order Reaction แต่จะมีอัตราการสลายตัวคงที่ (k) ไม่เท่ากัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 43 - 62 ดังนั้นสูตรเภสัชภัณฑ์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อความคงตัวของยา ซึ่งควรจะมีการปรับปรุง เพื่อให้ได้ยาที่ดีมีคุณภาพและประสิทธิภาพในการรักษา

5. จากค่าอัตราการสลายตัวคงที่ (k) ที่อนุกรมที่หนึ่ง และปฏิกิริยาการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภท วิตามิน เป็นแบบ Pseudo Zero Order Reaction จะได้อัตราสมการดังนี้

$$C_t = C_o - kt$$

$$t = \frac{C_o - C_t}{k}$$

ซึ่งสามารถจะหา เวลา (t) ที่วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน ที่อยู่ในอนุกรมที่หนึ่ง สลายตัวไป 10 - 90 % Labelled amount ได้แสดงค่าไว้ใน ตารางที่ 43 - 62 และรูปที่ 43 - 62

นอกจากนี้ยังสามารถคาดการณ์อัตราการสลายตัวของ (k) ไปยังที่อุณหภูมิใด ๆ
แทนใน คูเบิน และคำนวณหา เวลาที่ยาสลายตัวไป ซึ่งจะใช้เวลานานกว่าที่อุณหภูมิห้อง
ดังนั้นจะเป็นการช่วยจัดสภาพการเก็บรักษายา เพื่อให้ยาที่มีความคงตัวได้ดีขึ้น

จากผลการวิจัย ได้แสดงให้เห็นจริงว่า วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภท
วิตามิน ทุกรูปแบบของยาเตรียม (Preparation) ไม่ว่าจะเป็นยาน้ำเชื่อม (Syrup)
ยาแขวนตะกอน (Suspension) ยาน้ำ (Solution) จะมีการสลายตัวได้ง่าย
แม้แต่ในตำหรับยา (E ตารางที่ 47) ซึ่งเป็นตำหรับที่ วิตามิน ซี มีการสลายตัวได้ช้าที่สุด
ก็มี $t_{1/2}$ ประมาณ 300 วัน (คือประมาณ 10 เดือน) เท่านั้น หรือ ยาน้ำจะสลาย
ตัวไป 10 % (t_{10}) ในเวลาประมาณ 60 วัน (2 เดือน) และถ้าสิทธิบัตรยา
(Patent of drug) ซึ่งส่วนมากกำหนดให้มีตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์ (Active
ingredient) อยู่ในช่วง $\pm 10\%$ Labelled amount นั้นย่อมหมายความว่า
เมื่อเริ่มต้นการผลิตจะยอมให้มี วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปได้ไม่เกิน 110 % labelled
amount และยอมให้มีตัวยาในเกณฑ์ต่ำสุดได้ไม่ต่ำกว่า 90 % Labelled amount
จึงจะยอมให้จำหน่ายในท้องตลาดได้ ซึ่งแสดงว่า ผู้ผลิตจะต้องจำหน่ายยาน้ำสำเร็จรูปที่มี วิตามิน ซี
อยู่ควยให้หมด อย่างช้าที่สุด ภายในเวลา 4 เดือน (วิตามิน ซี จะสลายตัวไป 20 % L.A.
จาก 110 ถึง 90 % L.A.) และจะต้องกำหนดอายุการใช้ยา (Expired Date)
หลังจาก การผลิตยาน้ำนั้น เป็นเวลา 4 เดือน แต่ส่วนมากผู้ผลิตยาน้ำสำเร็จรูปประเภทวิตามิน
มักจะเพิ่มปริมาณ วิตามิน ซี เมื่อเริ่มต้นผลิตให้สูงขึ้นมาก ถึงตาราง 63 เพื่อจะได้ยืดอายุ
การจำหน่ายยาสำเร็จรูปในท้องตลาด ให้ยาวนานมากกว่า 4 เดือน แต่ทั้งนี้ผู้ผลิตควรต้อง
คำนึงถึงสารที่เกิดจากการสลายตัว (Degraded Products) จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของ
ผู้ใช้ หรือมีสภาพการแทรกซ้อนอื่น ๆ หรือไม่

ข้อเสนอแนะ

1. เสนอให้วิธีศึกษาความคงตัวของยา โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัวด้วย
ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ (Accelerated thermodegradation)
เพื่อปรับปรุงสูตรเภสัชตำหรับ (Formulation) ของยาที่สลายตัวย่าง เช่น
ยาจำพวก วิตามิน, ฮอโรโมน, เอ็นไซม์, ยาปฏิชีวนะ และยาอื่น ๆ ที่มีโครงสร้าง

ที่ถูกทำให้สลายตัวง่าย โดยศึกษาถึงอิทธิพลที่มีผลต่อความคงตัวของยา เช่น ออกซิเจน, ความชื้น, แสง, ความร้อน, ความเป็นกรด-ด่าง ฯลฯ ที่รวมอยู่ในเภสัชตำหรับ และรูปแบบการของยาเตรียม (Preparation) เพื่อนำมาปรับปรุงให้ได้ยาสำเร็จรูปที่ดีขึ้น โดยอาจจะปรับปรุงทั้งชนิดและปริมาณของตัวยาที่ช่วยให้ยาสำเร็จรูปในคงตัว (Stabilizer) ตัวยากันการเกิด Oxidation (Antioxidant) ตัวยากันเชื้อจุลินทรีย์ (Preservative), ตัวยาช่วยแขวนตะกอน (Suspending agent) ตัวยาช่วยการละลาย (Solubilizing agent), ตัวยาช่วยการกระจาย (Disintegrating agent), ตัวยาช่วยการหล่อลื่น (Lubricant) ตัวยาช่วยเพิ่มปริมาณ (Diluent), ตัวทำละลาย (Vehicle), ตัวยาแต่งสี (Coloring agent), ตัวยาแต่งกลิ่น (Flavoring agent), ตัวยาปรับสภาพกรด-ด่าง (pH) ตลอดจนตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์ (active ingredient) อื่น ๆ ที่จะมีรวมอยู่ในเภสัชตำหรับเดียวกัน ทั้งนี้ยังได้รวมถึงการปรับปรุงเทคนิค ในการผลิตยา และรูปแบบของยาเตรียมสำเร็จรูป (Preparations) ในลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสม เช่น ยาเม็ด Tablet, Coated Tablet, Capsule, ยาน้ำ, Solution, Syrup, Suspension ยาฉีด, ยาขี้ผึ้งต่าง ๆ รวมทั้งการปรับปรุง ภาชนะบรรจุยา (Container and package) และวิธีการเก็บรักษายา (Storage) ตลอดระยะเวลาที่ยาสำเร็จรูปนั้นอยู่ในท้องตลาด หรืออยู่ในระหว่างขนส่ง ในสภาวะอากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กัน

2. เสนอให้มีการทดลอง เวลาที่ยาหมดอายุการใช้ (Expired Date) ที่แท้จริงของตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์ (Active ingredient) ที่มีสภาพอยู่ในยาสำเร็จรูปนั้น ๆ (Finish Product) มีข้อกำหนดอายุการใช้ของตัวยาสำคัญในการออกฤทธิ์ตามที่อยู่ในสภาพวัตถุดิบ (Raw Material) ซึ่งผู้ผลิตยาสำเร็จรูปมักจะซื้อตามฉลากที่แจ้งไว้จากโรงงานที่สังเคราะห์ (Synthesis) โดยมีได้ทดลองจริง หรือโดยมีได้คำนึงว่า ตลอดระยะเวลาที่ยาถูกขนส่งมาในสภาวะสิ่งแวดล้อม และอากาศที่ไม่เหมาะสมนั้น ตัวยาอาจจะสลายตัวไป ซึ่งโรงงานผู้ผลิตยาสำเร็จรูปจะมีวิธีตรวจพบได้หรือไม่ โดยสารที่สลายตัวไป (Degraded Product) ไปรบกวนต่อวิธีการวิเคราะห์ และถ้าตรวจพบว่า ตัวยานั้นสลายตัวไปแล้วบ้าง จะแก้ไขปัญหานั้นอย่างไร ? ทั้งนี้ไม่แนะนำให้เพิ่มปริมาณตัวยาสำคัญ เมื่อเริ่มต้นการผลิต ด้วยเหตุผลที่ว่า สารที่สลายตัวไป (Degraded Product) อาจก่อให้เกิดอันตรายและสภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ต่อผู้ใช้

กิติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้
ขอขอบคุณ ศดษพหา ออหนวม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ที่ช่วยศึกษาข้อมูลทางสถิติ และขอขอบคุณ ดร. ภักดิ์ โพธิศิริ
ผู้อำนวยการกองวิชาการ สำนักงานอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข
ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านวิเคราะห์ข้อมูล



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Carstensen J.T (1972). Theory of Pharmaceutical System
Vol. 1 General principles, Academic Press New York
2. DeRitter E. and Johnson J.B. (1976) : Journal of Pharmaceutical
Science "Stability of Vitamin C in Tablet" Vol. 65, No. 7 963-968
3. Garrett E.R., (1956) : Journal of the American Pharmaceutical
Association "Prediction of Stability in Pharmaceutical Preparation
"Vitamin Stability in Liquid Multivitamin Preparations"
Vol. XLV No. 3 171-178
4. Garrett E.R. and Carper R.F., (1955) : Journal of the American
Pharmaceutical Association Vol. XLIV No. 8
5. Hashmi, Manzur-ul-Haque (1973) : Assay of vitamins in
Pharmaceutical Preparations.
6. Remington's Pharmaceutical Science, Ed 15th 1975,
Mack publisher Company, Easton p. 947
7. Tardif R (1965) ; Journal of Pharmaceutical Sciences
"Reliability of Accelerated Storage Test to predict Stability
of Vitamins (A,B,C) in Tablets" Vol. 54, No. 2, Feb p. 281
8. The United State Dispensatory, Ed 27th 1973, J.B.
Lippincott Company, Philadelphia p. 156



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1

แสดงปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือจากการสลายตัว ในยาน้ำสำเร็จรูป



ทำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
A	1	-	100.0	1	4.42	100.0	1	-	100.0	1	4.42	100.0	1	4.42	100.0
	15	-	95.55	5	4.40	100.0	5	-	98.45	4	4.37	90.00	3	4.42	88.07
	30	-	89.92	9	4.51	88.50	9	-	92.59	7	4.52	74.86	5	4.40	84.89
	45	-	85.74	13	4.51	84.30	13	-	72.40	10	4.61	68.95	7	4.37	79.55
	60	-	76.22	17	4.52	66.85	17	-	64.20	13	4.57	58.63	9	4.43	75.75
	75	-	73.96				21	-	51.90	16	4.57	46.84	11	4.57	71.04
	105	-	56.41				25	-	45.59	19	4.58	29.30	13	4.61	58.60
	135	-	46.33				29	-	35.32	22	4.60	22.68	15	4.57	50.00
													17	4.58	33.59
													19	4.61	23.98
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9954			- 0.9473			- 0.9871			- 0.9956			- 0.9769		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในร้อยละความเชื่อมั่น 95% ($k \pm t_{0.05} sk$)	0.412 ± 0.039			2.05 ± 1.273			2.52 ± 0.408			3.73 ± 0.349			3.96 ± 0.706		

* % L.A. = Percent labelled amount

ค่าพหุ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*
B	1	-	100.0	1	3.67	100.0	1	-	100.0	1	3.67	100.0	1	3.67	100.0
	15	-	77.84	5	3.64	99.40	5	-	77.84	4	3.51	89.02	3	3.62	98.08
	30	-	77.20	9	3.73	89.21	9	-	68.81	7	3.66	67.85	5	3.58	91.93
	45	-	71.79	13	3.73	85.49	13	-	54.60	10	3.77	63.70	7	3.57	75.52
	60	-	71.69	17	3.70	71.01	17	-	44.91	13	3.73	44.42	9	3.59	65.75
	75	-	63.71				21	-	33.89	16	3.61	31.19	11	3.83	55.13
	105	-	60.10				25	-	27.27	19	3.62	18.89	13	3.79	47.48
	135	-	48.39				29	-	20.28	22	3.59	12.14	15	3.68	34.10
													17	3.67	22.11
												19	3.69	17.61	
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9336			- .9562			- 0.9862			- .9940			- .9940		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมหาเฉลี่ย 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$)	0.311 ± 0.119			1.311 ± 1.010			2.754 ± 0.462			4.344 ± 0.476			5.022 ± 0.449		

* % L.A. = Percent labelled amount

ตารางที่ 3

แสดงปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือจากการสลายตัว ในยาน้ำสำเร็จรูป

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง															
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C			
	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหลือ % L.A.*	
c	1	-	100.3	1	3.48	100.0	1	-	100.0	1	3.48	100.0	1	3.48	100.0	
	15	-	97.03	5	3.50	99.08	5	-	96.62	4	3.43	90.93	3	3.43	88.59	
	30	-	94.39	9	3.59	86.85	9	-	87.30	7	3.47	72.93	5	3.45	80.37	
	45	-	90.68	13	3.62	82.85	13	-	71.67	10	3.64	63.74	7	3.43	59.64	
	60	-	85.73	17	3.60	66.97	17	-	59.75	13	3.62	45.79	9	3.48	54.10	
	75	-	82.77				21	-	48.10	16	3.49	34.32	11	3.71	46.13	
	105	-	72.66				25	-	40.58	19	3.55	17.88	13	3.72	37.49	
	135	-	65.69				29	-	33.35	22	3.50	11.78	15	3.56	28.21	
														17	3.48	15.11
														19	3.56	11.97
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10			
สัมพันธระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- .9970			- .9650			- .9924			- .9966			- .9929			
อัตราการสลายตัวของ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} sk$)	0.263 \pm 0.020			2.057 \pm 1.049			2.608 \pm 0.323			4.431 \pm 0.363			4.975 \pm 0.489			

* % L.A. = Percent labelled amount.

ตารางที่ 4

แสดงปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือจากการสลายตัว ในยาน้ำสำเร็จรูป

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*
D	1	-	100.0	1	3.78	100.0	1	-	100.0	1	3.78	100.0	1	3.78	100.0
	15	-	92.75	5	3.78	97.41	5	-	95.36	4	3.72	93.28	3	3.77	97.33
	30	-	82.98	9	3.93	86.31	9	-	80.95	7	3.84	91.98	5	3.71	92.30
	45	-	82.80	13	3.93	84.12	13	-	71.91	10	3.94	67.15	7	3.77	77.50
	60	-	79.79	17	3.87	65.72	17	-	60.20	13	3.90	52.80	9	3.80	70.16
	75	-	72.70				21	-	52.56	16	3.83	43.66	11	3.01	62.66
	105	-	57.03				25	-	44.76	19	3.83	27.23	13	3.96	50.41
	135	-	47.34							22	3.81	19.35	15	3.91	36.69
													17	3.86	26.78
												19	3.87	18.44	
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			7			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9891			- 0.9524			- 0.9953			- 0.9864			- 0.9930		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น 95 % (k ± 0.05 Sk)	0.381 ± 0.057			2.046 ± 1.203			2.429 ± 0.271			4.183 ± 0.696			4.833 ± 0.167		

* % L.A. = Percent labelled amount

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
E	1	-	100.0	1	3.57	100.0	1	-	100.0	1	3.57	100.0	1	3.57	100.0
	15	-	82.38	5	3.97	97.66	5	-	92.51	4	3.44	88.32	3	3.43	89.01
	30	-	81.10	9	3.64	79.19	9	-	68.68	7	3.68	71.10	5	3.48	86.34
	45	-	80.99	13	3.63	78.61	13	-	57.84	10	3.79	63.28	7	3.80	77.42
	60	-	78.74	17	3.64	65.68	17	-	46.99	13	3.66	56.28	9	3.52	74.30
	75	-	76.50				21	-	41.22	16	3.53	50.91	11	3.71	72.39
	105	-	73.80				25	-	35.87	19	3.57	35.85	13	3.70	68.46
	135	-	71.03							22	3.44	32.69	15	3.61	66.28
													17	3.87	55.44
												19	3.58	53.17	
จำนวนครั้งที่ในการทดลอง	8			5			7			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.8351			- 0.9624			- 0.9765			- 0.9872			- .9828		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} sk$)	0.161 ± 0.106			2.192 ± 1.136			2.811 ± 0.713			3.179 ± 0.512			2.380 ± 0.365		

* % L.A. = Percent labelled amount

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
F	1	-	100.0	1	3.60	100.0	1	-	100.0	1	3.60	100.0	1	3.60	100.0
	15	-	97.81	5	3.66	97.79	5	-	95.02	4	3.60	89.45	3	3.59	99.32
	30	-	94.81	9	3.64	82.69	9	-	88.02	7	3.71	67.13	5	3.71	87.56
	45	-	89.95	13	3.61	76.09	13	-	71.30	10	3.61	53.97	7	3.70	69.80
	60	-	84.86	17	3.60	67.54	17	-	57.35	13	3.66	38.36	9	3.73	61.23
	75	-	82.05	21	3.66	62.13	21	-	45.21	16	3.73	27.97	11	3.60	55.52
	105	-	74.75	25	3.62	59.32	25	-	38.53	19	3.63	18.90	13	3.71	48.19
	135	-	66.32	29	3.68	49.12	29	-	31.38				15	3.62	38.33
													17	3.58	32.53
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			7			9		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9978			- 0.9872			- 0.9904			- 0.9928			- 0.9886		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % (k ± t _{0.05} sk)	0.257 ± 0.017			1.841 ± 0.297			2.694 ± 0.375			4.703 ± 0.651			4.549 ± 0.618		

* % L.A. = Percent labelled amount

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
G	1	-	100.0	1	3.62	100.0	1	-	100.0	1	3.62	100.0	1	3.62	100.0
	15	-	101.1	5	3.62	98.78	5	-	99.44	4	3.62	94.70	3	3.59	99.47
	30	-	99.27	9	3.61	83.45	9	-	89.29	7	3.67	72.06	5	3.65	85.49
	45	-	95.23	13	3.57	80.05	13	-	71.15	10	3.57	58.36	7	3.68	66.69
	60	-	92.17	17	3.61	71.19	17	-	60.44	13	3.59	48.36	9	3.64	55.04
	75	-	86.73	21	3.60	62.88	21	-	45.49	16	3.62	29.60	11	3.54	43.96
	105	-	71.72	25	3.53	54.95	25	-	38.96	19	3.58	16.94	13	3.61	25.89
	135	-	56.73	29	3.62	47.61	29	-	29.21				15	3.53	26.33
													17	3.50	14.95
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			7			9		
สัมพันธระหว่าง % L.A. ต่อ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9601			- 0.9930			- 0.9892			- 0.9945			- 0.9923		
อัตราการสลายตัวที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} sk$)	0.334 \pm 0.097			1.954 \pm 0.231			2.798 \pm 0.414			4.799 \pm 0.579			5.680 \pm 0.633		

* % L.A. = Percent labelled amount

ทำหรม	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
H	1	-	100.0	1	3.63	100.0	1	-	100.0	1	3.63	100.0	1	3.63	100.0
	15	-	97.36	5	3.63	96.65	5	-	99.94	4	3.67	92.10	3	3.64	94.52
	30	-	95.59	9	3.70	81.55	9	-	91.42	7	3.73	77.46	5	3.66	86.85
	45	-	88.12	13	3.61	76.33	13	-	71.21	10	3.57	66.53	7	3.72	70.72
	60	-	84.05	17	3.64	64.60	17	-	69.48	13	3.67	56.76	9	3.67	62.14
	75	-	76.54	21	3.63	62.24	21	-	58.73	16	3.66	49.16	11	3.58	57.53
	105	-	56.46	25	3.58	54.29	25	-	54.18	19	3.61	39.69	13	3.63	52.37
	135	-	44.47	29	3.62	48.98	29	-	46.47				15	3.55	42.68
													17	3.55	39.71
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			7			9		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9833			- 0.9881			- 0.9802			- 0.9962			- 0.9877		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm 0.05 Sk$)	0.437 \pm 0.081			1.801 \pm 0.295			2.093 \pm 0.422			4.003 \pm 0.482			3.990 \pm 0.564		

* % L.A. = Percent labelled amount

คำหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
I	1	-	100.0	1	3.49	100.0	1	-	100.0	1	3.49	100.0	1	3.49	100.0
	15	-	88.08	5	3.54	100.0	5	-	100.0	4	3.54	97.65	3	3.51	100.0
	30	-	93.32	9	3.52	89.24	9	-	92.21	7	3.57	78.73	5	3.53	96.36
	45	-	92.25	13	3.50	84.65	13	-	77.37	10	3.45	73.44	7	3.60	75.70
	60	-	91.91	17	3.53	82.83	17	-	79.43	13	3.52	65.71	9	3.56	68.56
	75	-	88.77	25	3.50	67.34	21	-	73.40	16	3.59	58.49	11	3.43	58.20
	105	-	78.92							19	3.47	45.38	13	3.45	48.62
	135	-	73.59							22	3.51	30.15	15	3.35	45.71
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			6			6			8			8		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.8989			- 0.9436			- 0.9465			- 0.9824			- 0.9777		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระคนความเข้มข้น 95% ($k \pm \pm 0.05 sk$)	0.1662 \pm 0.081			1.222 \pm 0.595			1.497 \pm 0.708			3.249 \pm 0.630			4.539 \pm 0.973		

* % L.A. = Percent labelled amount

ทำหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
J	1	-	100.0	1	4.72	100.0	1	-	100.0	1	4.72	100.0	1	4.72	100.0
	15	-	97.06	5	4.79	101.6	5	-	95.98	4	4.76	98.70	3	4.76	101.4
	30	-	97.45	9	4.82	89.98	9	-	96.02	7	4.89	81.25	5	4.88	94.54
	45	-	94.59	13	4.85	87.28	13	-	83.40	10	4.83	78.00	7	4.90	80.56
	60	-	90.85	17	4.62	83.63	17	-	76.01	13	4.98	70.35	9	4.91	77.45
	75	-	88.29	21	4.96	80.77	21	-	69.65	16	5.03	62.04	11	4.83	69.21
	105	-	79.90	25	4.89	76.35	25	-	65.55	19	5.01	51.36	13	4.98	66.22
	135	-	78.42	29	5.01	70.10	29	-	61.20	22	5.17	40.84	15	4.98	62.38
														17	5.03
													19	5.11	52.51
													21	5.13	40.67
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			8			11		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9765			- 0.9791			- 0.9837			- 0.9903			- 0.9872		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเข้มข้น 95 % (k ± ±.05 SK)	0.178 ± 0.039			1.092 ± 0.225			1.519 ± 0.277			2.842 ± 0.397			2.966 ± 0.360		

* % L.A. = Percent labelled amount

0275775 T18236214

ค่ารับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
K	1	-	100.0	1	3.64	100.0	1	-	100.0	1	3.64	100.0	1	3.64	100.0
	15	-	97.92	5	3.61	91.04	5	-	94.80	4	3.60	90.55	3	3.54	98.15
	30	-		9	3.74	87.02	9	-	85.26	7	3.69	71.32	5	3.54	91.65
	45	-	92.69	13	3.77	84.41	13	-	71.28	10	3.77	59.67	7	3.62	75.81
	60	-	89.80	17	3.71	68.31	17	-	59.75	13	3.77	49.94	9	3.60	71.68
	75	-	87.47				21	-	46.69	16	3.70	41.27	11	3.77	63.99
	105	-	71.55				25	-	38.97	19	3.66	25.56	13	3.83	61.03
	135	-	62.93				29	-	31.74	22	3.62	21.52	15	3.81	49.59
													17	3.68	36.07
												19	3.76	30.36	
จำนวนครั้งในการทดลอง	7			5			8			8			10		
สัมสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9715			- 0.9546			- 0.9950			- 9929			- 0.9909		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบัตินวามเข้มข้น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$)	0.282 \pm 0.079			1.750 \pm 1.003			2.632 \pm 0.264			3.366 \pm 0.462			4.011 \pm 0.443		

* % L.A. = Percent labelled amount

คำหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
L	1	-	100.0	1	5.14	100.0	1	-	100.0	1	5.14	100.0	1	5.14	100.0
	15	-	86.97	5	5.20	99.92	5	-	94.22	4	5.14	93.35	3	5.14	104.0
	30	-	80.22	9	5.33	88.62	9	-	87.95	7	5.18	74.72	5	5.19	92.47
	45	-	77.38	13	5.30	82.24	13	-	77.38	10	5.39	79.71	7	5.20	80.70
	60	-	75.34	17	5.33	74.03	17	-	72.95	13	5.37	73.37	9	5.44	77.70
	75	-	73.50				21	-	68.12	16	5.39	53.20	11	5.43	75.46
	105	-	60.92				25	-	63.14	19	5.45	31.70	13	5.43	70.27
	135	-	57.31				29	-	57.00	22	5.51	22.35	15	5.43	61.98
													17	5.45	46.89
												19	5.47	28.57	
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9615			- 0.9747			- 0.9942			- 0.9627			- 0.9627		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระดัความเชื่อมั่น 95% ($k \pm t_{.05} S_k$)	0.288 ± 0.082			1.741 ± 0.732			1.549 ± 0.167			3.662 ± 1.028			3.723 ± 0.853		

* % L.A. = Percent labelled amount

ท่าหนับ	อุณหภูมิทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
M	1	-	100.0	1	3.74	100.0	1	-	100.0	1	3.74	100.0	1	3.74	100.0
	15	-	91.55	5	3.75	96.41	5	-	95.44	4	3.80	92.01	3	3.74	87.90
	30	-	86.39	9	3.87	85.16	9	-	83.36	7	3.86	68.06	5	3.12	75.83
	45	-	82.02	13	3.92	81.59	13	-	66.63	10	3.97	58.87	7	3.77	55.35
	60	-	76.18	17	3.85	64.90	17	-	57.04	13	3.92	43.04	9	3.78	47.26
	75	-	70.69				21	-	44.33	16	3.95	29.61	11	3.94	38.33
	105	-	51.51				25	-	36.05	19	3.95	15.26	13	3.97	27.51
	135	-	42.100				29	-	28.20	22	3.86	8.27	15	3.92	17.92
													17	3.87	9.96
												19	3.90	6.02	
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. ทด เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9944			- 0.9695			- 0.9943			- 0.9947			- 0.9895		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเข้มข้น 95% ($k \pm t_{.05} sk$)	0.432 \pm 0.046			2.126 \pm 0.986			2.757 \pm 0.295			4.591 \pm 0.472			5.374 \pm 0.638		

* % L.A. = Percent labelled amount

ตารางที่ 14

แสดงปริมาณ วิตามิน ซี ที่เหลือจากการสลายตัว ในยาน้ำสำเร็จรูป

ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
H	1	-	100.0	1	3.69	100.0	1	-	100.0	1	3.69	100.0	1	3.69	100.0
	15	-	97.41	5	3.68	97.18	5	-	92.32	4	3.60	92.13	3	3.65	92.38
	30	-	93.25	9	3.80	86.84	9	-	81.56	7	3.71	76.22	5	3.65	88.82
	45	-	88.59	13	3.76	81.22	13	-	66.41	10	3.85	69.78	7	3.61	63.80
	60	-	81.70	17	3.75	65.84	17	-	55.66	13	3.82	54.89	9	3.66	60.13
	75	-	75.56				21	-	40.93	16	3.71	54.26	11	3.79	59.63
	105	-	60.17				25	-	32.26	19	3.75	26.37	13	3.78	46.09
	135	-	46.66				29	-	16.56	22	3.71	19.14	15	3.74	42.28
													17	3.67	27.86
													19	3.68	23.66
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			5			8			8			10		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9920			- 0.9727			- 0.9976			- 0.9958			- 0.9842		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบับความเชื่อมั่น 95% ($k \pm t_{.05} sk$)	0.410 \pm 0.052			2.107 \pm 0.923			3.027 \pm 0.210			3.979 \pm 0.363			4.318 \pm 0.633		

* % L.A. = Percent labelled amount

กำหนด	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยัติเหือบ % L.A.*
0	1	-	100.0	1	3.42	100.0	1	-	100.0	1	3.42	100.0	1	3.42	100.0
	15	-	92.41	5	3.45	94.78	5	-	88.32	4	3.45	85.54	3	3.40	91.39
	30	-	88.15	9	3.44	81.60	9	-	72.12	7	3.54	56.71	5	3.48	79.70
	45	-	82.00	13	3.42	76.57	13	-	55.16	10	3.42	43.65	7	3.52	65.78
	60	-	72.88	17	3.44	70.88	17	-	44.24	13	3.49	35.96	9	3.50	53.67
	75	-	72.23	21	3.48	64.59	21	-	31.88	16	3.52	28.61	11	3.44	37.01
	105	-	58.00	25	3.42	57.94	25	-	24.94	19	3.41	18.43	13	3.56	29.17
	135	-	48.26	29	3.48	52.91							15	3.37	24.37
													17	3.41	16.88
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			7			7			9		
สัมสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9956			- 0.9926			- 0.9941			- 0.9711			- 0.9916		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95% ($k \pm t_{0.05} sk$)	0.3832 \pm 0.036			1.698 \pm 0.268			3.267 \pm 0.410			4.516 \pm 1.274			5.528 \pm 0.644		

* % L.A. = Percent labelled amount

กำหนด	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
P	1	-	100.0	1	4.25	100.0	1	-	100.0	1	4.25	100.0	1	4.25	100.0
	15	-	100.0	5	4.34	97.44	5	-	96.94	4	4.30	82.34	3	4.29	90.52
	30	-	94.91	9	4.42	83.25	9	-	85.85	7	4.34	73.71	5	4.25	77.59
	45	-	88.28	13	4.45	77.64	13	-	67.89	10	4.52	54.90	7	4.30	58.17
	60	-	82.75	17	4.36	60.23	17	-	53.68	13	4.45	40.61	9	4.36	44.66
	75	-	77.65				21	-	38.34	16	4.46	25.69	11	4.51	27.14
	105	-	57.20				25	-	27.79				13	4.52	18.25
	135	-											15	4.47	8.17
จำนวนครั้งในการทดลอง	7			5			7			6			8		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9745			- 0.9730			- 0.9903			- 0.9947			- 0.9957		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} sk$)	0.412 \pm 0.109			2.484 \pm 1.081			3.268 \pm 0.527			4.910 \pm 0.487			6.958 \pm 0.643		

* % L.A. = percent labelled amount

กำหนด	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
Q	1	-	100.0	1	3.54	100.0	1	-	100.0	1	3.54	100.0	1	3.54	100.0
	15	-	97.76	5	3.59	95.64	5	-	94.80	4	3.64	87.26	3	3.64	90.89
	30	-	92.99	9	3.61	84.09	9	-	89.60	7	3.71	57.57	5	3.69	83.86
	45	-	91.19	13	3.61	80.11	13	-	74.51	10	3.72	50.13	7	3.72	66.86
	60	-	87.65	17	3.70	76.88	17	-	66.45	13	3.81	41.73	9	3.77	49.24
	75	-	81.30	21	3.73	71.43	21	-	54.94	16	3.87	29.00	11	4.01	38.24
	105	-					25	-	46.25	19	3.75	20.11	13	3.77	25.24
	135	-											15	3.70	16.02
													17	3.77	12.04
จำนวนครั้งในการทดลอง	6			6			7			7			9		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9865			- 0.9809			- 0.9919			- 0.9782			- 0.9922		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในร้อยละความเชื่อมั่น 95 % (k ± 0.05 sk)	0.242 ± 0.056			1.451 ± 0.398			2.358 ± 0.347			4.429 ± 1.080			6.016 ± 1.495		

* % L.A. = Percent labelled amount

กำหนด	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
R	1	-	100.0	1	3.72	100.0	1	-	100.0	1	3.72	100.0	1	3.72	100.0
	15	-	92.55	5	3.78	90.18	5	-	98.81	4	3.80	76.10	3	3.76	82.56
	30	-	82.64	9	3.77	69.46	9	-	75.08	7	3.83	55.85	5	3.82	78.00
	45	-	74.21	13	3.73	65.83	13	-	52.22	10	3.73	43.35	7	3.84	59.01
	60	-	62.99	17	3.79	59.56	17	-	35.86	13	3.76	36.42	9	3.80	37.78
	75	-	56.59	21	3.73	39.66	21	-	22.06	16	3.73	16.71	11	3.71	30.60
	105	-	36.79	25	3.63	29.20	25	-	14.19	19	3.66	11.52	13	3.74	15.79
	135	-	24.76	29	3.78	23.81	29	-	10.48				15	3.65	13.74
													17	3.66	8.79
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			7			9		
สัมพันธระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9977			- 0.9891			- 0.9784			- 0.9832			- 0.9815		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระบุมความเข้มข้น 95% ($k \pm \pm 0.05 Sk$)	0.578 ± 0.039			2.779 ± 0.412			3.646 ± 0.769			4.805 ± 1.025			6.034 ± 0.15		

* % L.A. = Percent labelled amount

ทำหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยวที่เหลือ % L.A.*
S	1	-	100.0	1	2.73	100.0	1	-	100.0	1	2.73	100.0	1	2.73	100.0
	15	-	97.33	5	2.81	77.98	5	-	88.91	4	2.66	96.82	3	2.70	95.95
	30	-	91.73	9	2.72	75.50	9	-	76.68	7	2.87	70.80	5	2.81	87.37
	45	-	89.95	13	2.71	65.58	13	-	57.42	10	2.72	61.47	7	2.78	73.63
	60	-	88.58	17	2.74	60.54	17	-	44.89	13	2.74	53.54	9	2.80	67.12
	75	-	85.76	21	2.74	55.34	21	-	35.86	16	2.75	39.20	11	2.72	59.38
	105	-	80.85	25	2.61	46.93	25	-	21.15				13	2.79	51.87
	135	-	76.27	29	2.74	44.41	29	-	20.53				15	2.66	46.75
													17	2.62	41.86
จำนวนครั้งในการทดลอง	8			8			8			6			9		
สัมสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)	- 0.9902			- 0.9680			- 0.9895			- 0.9816			- 0.9922		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระดับความเชื่อมั่น 95% ($k \pm t_{0.05} S_k$)	0.172 \pm 0.024			1.815 \pm 0.469			3.066 \pm 0.447			4.221 \pm 1.138			3.878 \pm 0.435		

* % L.A. = Percent labelled amount



ค่าหับ	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาที่เหลือ % L.A.*
T	1	-		1	2.45	100.0	1	-		1	2.40	100.0	1	2.45	100.0
	15	-		5	2.50	93.22	5	-		4	2.45	89.63	3	2.48	95.00
	30	-		9	2.48	70.84	9	-		7	2.53	68.36	5	2.57	83.65
	45	-		13	2.44	47.84	13	-		10	2.41	47.23	7	2.56	60.90
	60	-		17	2.48	20.51	17	-		13	2.50	22.99	9	2.56	45.99
	75	-		21	2.47	7.46	21	-		16	2.49	13.05	11	2.43	37.28
	105	-		25	2.37	5.61				19	2.42	9.94	13	2.42	34.17
	135	-													
จำนวนครั้งในการทดลอง				7						7			8		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. กับ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)				- 0.9815						- 0.9833			- 0.9745		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระยะเวลาเพิ่มขึ้น 95% (k ± 1.05 Sk)				4.509 ± 1.01						5.580 ± 1.187			5.106 ± 1.174		

* % L.A. = Percent labelled amount

ค่าหรมั	อุณหภูมิที่ทดลอง														
	อุณหภูมิห้อง			50°C			55°C			65°C			70°C		
	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*	เวลา (วัน)	pH	ยาคี่เหลือ % L.A.*
C	1	-		1	2.50	100.0	1	-		1	2.50	100.0	1	2.50	100.0
	15	-		5	2.59	81.90	5	-		4	2.60	81.28	3	2.58	83.76
	30	-		9	2.59	52.92	9	-		7	2.63	54.21	5	2.62	58.95
	45	-		13	2.48	27.75	13	-		10	2.52	34.20	7	2.64	36.78
	60	-		17	2.50	10.00	17	-		13	2.57	20.65	9	2.62	22.58
	75	-					21	-		16	2.54	12.91	11	2.53	20.00
	105	-								19	2.44	9.04	13	2.55	18.12
	135	-													
จำนวนครั้งในการทดลอง				5						7			7		
สหสัมพันธ์ระหว่าง % L.A. ทอ เวลา (วัน) (Correlation Coefficient r)				- 0.9966						- 0.9698			- 0.9547		
อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ของวิตามิน ซี ในระดับความเชื่อมั่น 95 % (k ± 0.05 Sk)				5.854 ± 0.883						5.276 ± 1.524			7.281 ± 2.61		

* % L.A. = Percent labelled amount

ตารางที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
A	50	3.10×10^{-3}	2.05 ± 1.273	0.3118
	55	3.05×10^{-3}	2.52 ± 0.408	0.4017
	65	2.95×10^{-3}	3.73 ± 0.349	0.5717
	70	2.92×10^{-3}	3.96 ± 0.706	0.5979
ความสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)		- 0.9974		
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$		- 0.1054 \pm 0.1308		
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %		0.7846 (1.0602 - 0.5805)		
ช่วงเวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{\frac{1}{2}}$ (วัน)		63.7 (47.2 - 86.1)		

ตารางที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยานาสาเร็จรูป

จำหรับ	อุณหภูมิที่ทดสอบ		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{0.05} S_k$	log k
B	50	3.10×10^{-3}	1.797 ± 1.010	0.2546
	55	3.05×10^{-3}	2.754 ± 0.462	0.4399
	65	2.95×10^{-3}	4.344 ± 0.476	0.6380
	70	2.92×10^{-3}	5.022 ± 0.449	0.7009
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9904	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % log k ± 0.05			- 0.3364 \pm 0.3665	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.4609 (1.0718 - 0.1982)	
ช่วงเวลาทีวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			108.5 (46.6 - 252.3)	

ตารางที่ 24 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{0.05} S_k$	log k
0	50	3.10×10^{-3}	2.057 ± 1.049	0.3133
	55	3.05×10^{-3}	2.608 ± 0.323	0.4163
	65	2.95×10^{-3}	4.431 ± 0.363	0.6465
	70	2.92×10^{-3}	4.975 ± 0.6968	0.6968
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.9993			
$\log k$ ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$	- 0.2533 \pm 0.2970			
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.5581 (1.1058 - 0.2816)			
ช่วงเวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	89.6 (45.2 - 177.5)			

ตารางที่ 25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
D	50	3.10×10^{-3}	2.046 ± 1.203	0.3109
	55	3.05×10^{-3}	2.429 ± 0.271	0.3854
	65	2.95×10^{-3}	4.183 ± 0.696	0.6215
	70	2.92×10^{-3}	4.833 ± 0.467	0.6842
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9972	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.2572 \pm 0.1784	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.5531 (0.8341 - 0.3668)	
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			90.4 (60 - 136.3)	

ตารางที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} Sk$	log k
E	50	3.10×10^{-3}	2.192 ± 1.136	0.3409
	55	3.05×10^{-3}	2.811 ± 0.713	0.4489
	65	2.95×10^{-3}	3.179 ± 0.512	0.5023
	70	2.92×10^{-3}	2.380 ± 0.365	0.3766
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.5042			
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$				
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %				
ช่วงเวลาทีวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)				

ตารางที่ 27 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
F	50	3.10×10^{-3}	1.841 ± 0.297	0.2651
	55	3.05×10^{-3}	2.694 ± 0.375	0.4304
	65	2.95×10^{-3}	4.703 ± 0.651	0.6723
	70	2.92×10^{-3}	4.549 ± 0.618	0.6580
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.9791			
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$	- 0.2995 \pm 0.5201			
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.5018 (1.662 - 0.1515)			
ช่วงเวลาที่ยาเสื่อมสภาพ (วัน)	99.7 (30.1 - 3301)			

ตารางที่ 28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
G	50	3.10×10^{-3}	1.954 ± 0.231	0.2908
	55	3.05×10^{-3}	2.798 ± 0.414	0.4468
	65	2.95×10^{-3}	4.799 ± 0.579	0.6811
	70	2.92×10^{-3}	5.680 ± 0.633	0.7543
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9983	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % log k ± 0.05			- 0.3542 \pm 0.1620	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.4424	(0.6424 - 0.3046)
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{\frac{1}{2}}$ (วัน)			113.0	(77.8 - 164.1)

ตารางที่ 29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
H	50	3.10×10^{-3}	1.901 ± 0.295	0.2789
	55	3.05×10^{-3}	2.093 ± 0.422	0.3208
	65	2.95×10^{-3}	4.003 ± 0.482	0.6024
	70	2.92×10^{-3}	3.990 ± 0.564	0.6010
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9779	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.2707 \pm 0.4786	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.5362 (1.6140 - 0.1781)	
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			93.2 (31.0 - 280.7)	

ตารางที่ 30 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

จำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
I	50	3.10×10^{-3}	1.222 ± 0.595	0.0872
	55	3.05×10^{-3}	1.497 ± 0.708	0.1751
	65	2.95×10^{-3}	3.249 ± 0.630	0.5117
	70	2.92×10^{-3}	4.539 ± 0.973	0.6570
สัมพันธภาพระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.9912			
$\log k$ ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$	- 0.7727 \pm 0.4681			
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.1688 (0.4959 - 0.0574)			
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	296.3 (100.8 - 870.5)			

ตารางที่ 31 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

จำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
J	50	3.10×10^{-3}	1.092 ± 0.225	0.0381
	55	3.05×10^{-3}	1.519 ± 0.277	0.1814
	65	2.95×10^{-3}	2.842 ± 0.397	0.4536
	70	2.92×10^{-3}	2.966 ± 0.360	0.4721
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.9934			
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$	- 0.6019 \pm 0.3187			
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.2501 (0.5209 - 0.1200)			
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	199.9 (96.0 - 416.5)			

ตารางที่ 32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
K	50	3.10×10^{-3}	1.750 ± 1.003	0.2431
	55	3.05×10^{-3}	2.632 ± 0.264	0.4202
	65	2.95×10^{-3}	3.866 ± 0.462	0.5872
	70	2.92×10^{-3}	4.011 ± 0.443	0.6032
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)	- 0.9753			
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$	- 0.2293 \pm 0.4872			
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.5898 (1.8109 - 0.1921)			
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	84.8 (27.6 - 260.3)			

ตารางที่ 33 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดสอบ		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
L	50	3.10×10^{-3}	1.741 ± 0.732	0.2407
	55	3.05×10^{-3}	1.549 ± 0.167	0.1899
	65	2.95×10^{-3}	3.662 ± 1.028	0.5639
	70	2.92×10^{-3}	3.723 ± 0.853	0.5709
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.317	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.4106 \pm 0.9701	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.3885	(3.6266 - 0.0416)
ช่วงเวลาทีวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{\frac{1}{2}}$ (วัน)			128.7	(13.8 - 1201.4)

ตารางที่ 34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

ค่าหรมั	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
M	50	3.10×10^{-3}	2.126 ± 0.986	0.3275
	55	3.05×10^{-3}	2.757 ± 0.295	0.4404
	65	2.95×10^{-3}	4.591 ± 0.472	0.6619
	70	2.92×10^{-3}	5.374 ± 0.638	0.7303
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9999	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.2525 \pm 0.0106	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.5591	(0.5729 - 0.5456)		
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	89.4	(87.3 - 91.6)		

ตารางที่ 35 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} Sk$	log k
N	50	3.10×10^{-3}	2.107 ± 0.923	0.3237
	55	3.05×10^{-3}	3.027 ± 0.210	0.4810
	65	2.95×10^{-3}	3.979 ± 0.363	0.5997
	70	2.92×10^{-3}	4.318 ± 0.633	0.6353
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)		- 0.9732		
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$		- 0.0665 \pm 0.4220		
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %		0.8580 (2.267 - 0.3247)		
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)		58.3 (22.1 - 154.0)		

ตารางที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
0	50	3.10×10^{-3}	1.698 ± 0.268	0.2300
	55	3.05×10^{-3}	3.267 ± 0.410	0.5120
	65	2.95×10^{-3}	4.516 ± 1.274	0.6577
	70	2.92×10^{-3}	5.528 ± 0.644	0.7426
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9556	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.3690 \pm 0.8666	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.4276 (3.1448 - 0.0581)	
ช่วงเวลาที่ยาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			116.9 (15.9 - 860.1)	

ตารางที่ 37 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

จำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
P	50	3.10×10^{-3}	2.484 ± 1.081	0.3951
	55	3.05×10^{-3}	3.268 ± 0.527	0.5143
	65	2.95×10^{-3}	4.910 ± 0.487	0.6911
	70	2.92×10^{-3}	6.958 ± 0.643	0.8425
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9848	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % log k ± 0.05			- 0.2050 \pm 0.4469	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.6237 (1.7454 - 0.2229)			
ช่วงเวลาวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	80.2 (28.7 - 224.3)			

ตารางที่ 38 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

ค่าหาค่า	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
Q	50	3.10×10^{-3}	1.451 ± 0.398	0.1616
	55	3.05×10^{-3}	2.358 ± 0.347	0.3726
	65	2.95×10^{-3}	4.429 ± 1.080	0.6463
	70	2.92×10^{-3}	6.016 ± 1.495	0.7793
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9959	
log k ที่ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.6712 \pm 0.3276	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %	0.2132	(0.4533 - 0.1003)		
ช่วงเวลาที่ยาน้ำ วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)	234.5	(110.3 - 498.6)		

ตารางที่ 39 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
R	50	3.10×10^{-3}	$- 2.779 \pm 0.412$	0.4440
	55	3.05×10^{-3}	$- 3.646 \pm 0.769$	0.5619
	65	2.95×10^{-3}	$- 4.805 \pm 1.025$	0.6817
	70	2.92×10^{-3}	$- 6.034 \pm 0.151$	0.7806
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)		- 0.9860		
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % log k ± 0.05		0.0107 \pm 0.3187		
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %		1.0249 (2.1350 - 0.4920)		
ช่วงเวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)		48.8 (23.4 - 101.6)		

ตารางที่ 40 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
S	50	3.10×10^{-3}	1.815 ± 0.469	0.2589
	55	3.05×10^{-3}	3.066 ± 0.447	0.4865
	65	2.95×10^{-3}	4.221 ± 1.138	0.6254
	70	2.92×10^{-3}	3.878 ± 0.435	0.5886
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.9107	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			- 0.1425 \pm 0.8906	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			0.7203	(5.5988 - 0.0926)
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			69.4	(8.9 - 539.6)

ตารางที่ 41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{.05} S_k$	log k
T	50	3.10×10^{-3}	4.509 ± 1.01	0.6541
	55	3.05×10^{-3}		
	65	2.95×10^{-3}	5.580 ± 1.187	0.7466
	70	2.92×10^{-3}	5.106 ± 1.174	0.7081
สหสัมพันธ์ระหว่าง $\log k$ กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			- 0.8346	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$			0.5541 ± 0.3867	
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %			3.5818 (8.725 - 1.470)	
ช่วงเวลาทีวิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)			14.0 (5.7 - 34.0)	

ตารางที่ 42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ กับอัตราการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป

สำหรับ	อุณหภูมิที่ทดลอง		อัตราการสลายตัวของ	
	°C	$\frac{1}{T}$	$k \pm t_{0.05} S_k$	log k
B	50	3.10×10^{-3}	5.854 ± 0.883	0.7674
	55	3.05×10^{-3}		
	65	2.95×10^{-3}	5.276 ± 1.524	0.7223
	70	2.92×10^{-3}	7.281 ± 2.61	0.8622
สหสัมพันธ์ระหว่าง log k กับ $\frac{1}{T}$ (Correlation Coefficient r)			-0.3509	
log k ที่คาดการณ์ไปยังอุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 % $\log k \pm 0.05$				
อัตราการสลายตัวของ (k) ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C) ในช่วงระดับความเชื่อมั่น 95 %				
ช่วงเวลา วิตามิน ซี สลายตัวไปครึ่งหนึ่ง $t_{1/2}$ (วัน)				

ตารางที่ 43 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังข้อมูลในห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ A	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.7846	1.0602-0.5805	0.4121	0.4515-0.3727
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	12.8	9.4 - 17.2	24.3	22.1 - 26.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	25.5	18.9 - 34.5	48.5	44.3 - 53.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	38.2	28.3 - 51.7	72.2	66.4 - 80.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	37.7	37.7 - 68.9	97.1	88.6 - 107.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	63.7	47.2 - 86.1	121.3	110.7 - 134.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	76.5	56.6 - 103.4	145.6	132.9 - 160.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	89.2	66.0 - 120.6	169.9	155.0 - 187.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	102.0	75.5 - 137.8	194.1	177.2 - 214.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	114.7	84.9 - 155	2.8.4	199.3 - 241.5

ตารางที่ 44. เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมักห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ B	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.4609	1.0718-0.1982	0.3112	0.4304-0.1920
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	21.7	9.3 - 50.5	32.1	23.2 - 52.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	43.4	18.7 - 100.9	64.3	46.5 - 104.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	65.1	28.0 - 151.4	96.4	69.7 - 156.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	86.8	37.3 - 201.8	128.5	92.9 - 208.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	108.5	46.7 - 252.3	160.7	116.2 - 260.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	130.2	56.0 - 302.7	192.8	139.4 - 312.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	151.9	65.3 - 353.2	224.9	162.7 - 364.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	173.6	74.6 - 403.6	257.1	185.9 - 416.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	195.3	84.0 - 454.1	289.2	209.1 - 468.8

ตารางที่ 45 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ C	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% I.A. ต่อวัน)	0.5581	1.1058-0.2816	0.2634	0.2837-0.2431
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	17.9	9.0 - 35.5	38.0	35.2 - 41.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	35.8	18.1 - 71.0	75.9	42.0 - 82.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	53.8	27.1 - 106.5	113.9	63.1 - 123.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	71.7	36.2 - 142.5	151.9	84.1 - 164.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	89.6	45.2 - 177.6	189.8	105.1 - 205.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	107.5	54.3 - 213.1	227.8	126.1 - 246.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	125.4	63.3 - 248.6	265.8	147.2 - 287.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	143.3	72.3 - 284.1	303.7	168.2 - 329.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	161.3	81.4 - 319.6	341.7	189.2 - 370.2

ตารางที่ 46 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังคุณสมบัติของ โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ D	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.5531	0.8341-0.3668	0.3813	0.4044-0.3582
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	18.1	11.9 - 27.3	26.2	24.7 - 27.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	35.6	23.9 - 54.5	52.5	49.5 - 55.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	54.2	35.9 - 81.8	78.7	74.2 - 83.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	72.3	47.9 - 109.1	104.9	98.9 - 111.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	90.4	59.9 - 136.3	131.1	123.6 - 139.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	108.5	71.9 - 163.6	157.4	148.4 - 167.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	126.6	83.9 - 190.8	183.6	173.1 - 195.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	144.6	95.9 - 218.1	209.8	197.8 - 223.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	162.7	107.9 - 245.4	236.0	222.5 - 251.3

ตารางที่ 47 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ E	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)			0.1609	0.2041-0.1177
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)			62.2	49.0 - 85.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)			124.3	98.0 - 170.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)			186.5	147.0 - 255
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)			248.6	196.0 - 340
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)			310.8	294.0 - 670
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)			372.9	294.0 - 670
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)			435.1	343.0 - 755
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)			497.2	392.0 - 840
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)			559.4	441.0 - 925

ตารางที่ 48 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังข้อมูลในห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าสำหรับ F	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.5018	1.662-0.1515	0.2567	0.2736-0.2398
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	19.9	6.0 - 66.0	39.0	36.5 - 41.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	39.9	12.0 - 132.0	77.9	73.1 - 83.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	59.8	18.1 - 198.0	116.9	109.6 - 125.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	79.7	24.1 - 264.0	155.8	146.2 - 166.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	99.6	30.1 - 330.0	194.8	182.7 - 208.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	119.6	36.1 - 396.0	233.7	219.3 - 250.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	139.5	42.1 - 462.0	272.7	255.8 - 291.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	159.4	48.1 - 528.1	311.6	292.4 - 333.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	179.4	54.2 - 594.1	350.6	328.9 - 375.3

ตารางที่ 49 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี
 เนิยมน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ G	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ทอวัน)	0.4424	0.6424-0.3046	0.3344	0.4315-0.2373
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	22.6	15.6 - 32.8	29.9	23.2 - 42.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	45.2	31.1 - 65.7	59.8	46.3 - 84.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	67.8	46.7 - 98.5	89.7	69.5 - 126.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	90.4	62.3 - 131.3	119.6	92.7 - 168.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	113.0	77.8 - 164.1	149.5	115.8 - 210.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	135.6	93.4 - 196.9	179.4	139.0 - 252.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	158.2	109.0 - 229.8	209.3	162.2 - 294.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	180.8	124.5 - 262.6	239.2	185.4 - 337.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	203.4	140.1 - 295.5	269.1	208.6 - 379.3

ตารางที่ 50 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ H	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.5362	1.6140-0.1781	0.4365	0.5170-0.3560
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	18.6	6.2 - 56.1	22.9	22.9 - 28.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	37.3	12.4 - 112.3	45.8	45.8 - 56.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	55.9	18.6 - 168.4	68.7	68.7 - 84.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	74.6	24.8 - 224.6	91.6	91.6 - 112.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	93.2	30.9 - 280.7	114.5	114.5 - 140.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	111.9	37.2 - 336.9	137.5	137.5 - 168.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	130.5	43.4 - 393.0	160.4	160.4 - 196.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	149.2	49.6 - 449.2	183.3	183.3 - 224.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	167.8	55.8 - 505.3	206.2	206.2 - 252.8

ตารางที่ 51. เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ I	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.1688	0.4959-0.0574	0.1662	0.2470-0.0854
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	59.2	20.2 - 174.2	60.2	40.5 - 117.1
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	118.5	40.3 - 348.4	120.3	81.0 - 234.2
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	177.7	60.5 - 522.6	180.5	121.5 - 351.3
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	236.9	80.7 - 696.9	240.7	161.9 - 468.4
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	296.2	100.8 - 871.1	300.8	202.4 - 585.5
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	355.5	120.9 - 1045.3	361.0	242.9 - 702.6
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	414.7	141.2 - 1219.5	421.2	283.4 - 819.7
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	473.9	161.3 - 1393.7	481.3	323.9 - 936.8
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	533.2	181.5 - 1567.9	541.5	364.4 - 1053.9

ตารางที่ 52 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมักห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ J	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.2501	0.5209-0.1200	0.1784	0.2176-0.1392
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	40.0	19.2 - 83.3	56.1	45.9 - 71.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	80.0	38.4 - 166.7	112.1	91.9 - 143.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	120.0	57.6 - 250.0	168.2	137.9 - 215.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	160.0	76.8 - 333.3	224.2	183.8 - 387.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	200.0	96.0 - 416.7	280.3	229.8 - 359.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	240.0	115.2 - 500.0	336.3	275.7 - 431.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	280.0	134.4 - 583.3	392.4	321.7 - 502.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	320.0	153.6 - 666.6	448.4	367.6 - 574.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	360.0	172.8 - 750.0	504.5	413.6 - 646.6

ตารางที่ 53 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังข้อมูลห้อง โดยชบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ K	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.5898	1.8109-0.1921	0.2816	0.3561-0.2065
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	17.0	5.5 - 52.1	35.5	28.1 - 48.4
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	34.0	11.0 - 104.1	71.0	56.2 - 96.8
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	50.9	16.6 - 156.2	106.5	84.2 - 145.3
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	67.8	22.1 - 208.2	142.0	112.3 - 193.7
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	84.8	27.6 - 260.3	177.6	140.4 - 242.1
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	101.7	33.1 - 312.3	213.3	168.5 - 290.6
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	118.7	38.7 - 363.4	248.6	196.6 - 338.9
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	135.6	44.2 - 416.4	284.1	224.7 - 387.4
เวลาที่วิตามิน ซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	152.6	49.7 - 468.5	319.6	252.7 - 435.8

ตารางที่ 54 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมันห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ L	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.3885	3.6266-00416	0.2878	0.3698-0.2058
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	25.7	2.8 - 240.4	34.7	27.0 - 48.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	51.5	5.5 - 480.8	69.5	54.1 - 97.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	77.2	8.3 - 721.2	104.2	81.1 - 145.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	102.9	11.0 - 961.5	138.9	108.2 - 194.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	128.7	13.8 - 1201.9	173.7	135.2 - 242.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	154.4	16.5 - 1442.3	208.5	162.2 - 291.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	180.2	19.3 - 1682.7	243.2	189.3 - 340.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	205.9	22.1 - 1923.1	277.9	216.3 - 388.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	231.7	24.8 - 2163.5	312.7	243.4 - 437.3

ตารางที่ 55 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมันห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าสำหรับ M	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.5591	0.5729-0.5456	0.4324	0.4781-0.3867
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	17.9	17.5 - 18.3	23.1	20.9 - 25.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	35.8	34.9 - 36.7	46.3	41.8 - 51.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	53.7	52.4 - 55	69.4	62.7 - 77.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	71.5	69.8 - 73.3	92.5	83.7 - 103.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	89.4	87.3 - 91.6	115.6	104.6 - 129.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	107.3	104.7 - 110.0	138.8	125.5 - 155.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	125.2	122.2 - 128.3	161.9	146.4 - 181.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	143.1	139.6 - 146.6	185.0	167.3 - 206.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	161.0	157.1 - 165.0	208.1	188.2 - 232.7

ตารางที่ 56 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมักห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง



สำหรับ N	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.8580	2.267-0.3247	0.4104	0.4625-0.3583
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	11.7	4.4 - 30.8	24.4	21.6 - 27.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	23.3	8.8 - 61.6	48.7	43.2 - 55.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	34.9	13.2 - 92.4	73.1	64.9 - 148.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	46.6	17.6 - 123.2	97.5	86.5 - 198.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	58.3	22.1 - 153.9	121.8	108.1 - 247.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	69.9	26.5 - 184.8	146.2	129.7 - 297.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	81.6	30.9 - 315.6	170.6	151.4 - 346.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	93.2	35.3 - 246.4	194.9	172.9 - 396.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	104.9	39.7 - 277.2	219.3	194.6 - 445.8

ตารางที่ 57 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 เหนยน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ 0	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.4276	3.1448-0.0581	0.3832	0.4192-0.3472
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	23.4	3.2 - 172.1	26.1	23.8 - 28.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	46.8	6.4 - 344.2	52.2	47.7 - 57.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	70.2	9.5 - 516.4	78.3	71.6 - 86.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	93.5	12.7 - 688.5	104.4	95.4 - 115.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	116.9	15.9 - 860.6	130.5	119.3 - 144.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	140.3	19.1 - 1032.7	156.6	143.1 - 172.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	163.7	22.3 - 1204.8	182.7	166.9 - 201.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	187.1	25.4 - 1376.9	208.8	190.8 - 230.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	210.5	28.6 - 1549.1	234.9	214.7 - 259.2

ตารางที่ 58 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังจุดหมันห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าหับ P	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.6237	1.7454-0.2229	0.4121	0.4545-0.3697
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	16.0	5.7 - 44.9	24.3	22.0 - 27.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	32.1	11.5 - 89.7	48.5	44.0 - 54.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	48.1	17.2 - 134.6	72.8	66.0 - 81.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	64.1	22.9 - 179.5	97.1	88.0 - 108.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	80.2	28.6 - 224.3	121.3	110.0 - 135.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	96.2	34.4 - 269.2	145.6	132.0 - 162.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	112.2	40.1 - 314.0	169.9	154.0 - 189.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	128.3	45.8 - 358.9	194.1	176.0 - 216.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	144.3	51.6 - 403.8	218.4	198.0 - 243.4

ตารางที่ 59 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ Q	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	0.2132	0.4533-0.1003	0.2417	0.2906-0.1928
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	46.9	22.1 - 99.7	41.4	34.4 - 51.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	93.8	44.1 - 199.4	82.7	68.8 - 103.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	140.7	66.2 - 299.1	124.1	37.4 - 155.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	187.6	88.2 - 398.8	165.5	137.6 - 207.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	234.5	110.3 - 498.5	206.9	172.1 - 259.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	281.4	132.4 - 598.2	248.2	206.5 - 311.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	328.3	154.4 - 697.9	289.6	240.9 - 363.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	375.2	176.5 - 797.6	330.9	275.3 - 414.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	422.1	198.5 - 897.3	372.4	309.7 - 466.8

ตารางที่ 60 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิต้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ R	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	1.0249	2.1350-0.4920	0.5777	0.6168-0.5386
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	9.8	4.7 - 20.3	17.3	16.2 - 18.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	19.5	9.4 - 40.7	34.6	32.6 - 37.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	29.3	14.1 - 60.9	51.9	48.6 - 55.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	39.0	18.7 - 81.3	69.2	64.9 - 74.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	48.8	23.4 - 101.6	86.6	81.1 - 92.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	58.5	28.1 - 121.9	103.9	97.3 - 111.4
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	70.0	32.8 - 142.3	121.2	113.5 - 130.0
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	78.1	37.5 - 162.6	138.5	129.7 - 148.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	87.8	42.2 - 182.9	155.8	145.9 - 167.1

ตารางที่ 61 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามิน ซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังอุณหภูมิห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิดการสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

ค่าสำหรับ S	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) % L.A. ต่อวัน	0.7203	5.5988-0.0926	0.1721	0.3684-0.1479
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	13.9	1.8 - 107.9	58.4	27.1 - 67.6
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	27.8	3.6 - 216.0	116.8	54.3 - 135.2
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	41.6	5.4 - 324.0	175.2	81.4 - 202.8
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	55.5	7.1 - 432.0	233.6	108.6 - 270.5
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	69.4	8.9 - 540.0	292.1	135.7 - 338.1
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	83.3	10.7 - 648.0	350.5	162.9 - 405.7
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	97.2	12.5 - 756.0	408.9	190.0 - 473.3
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	111.1	14.3 - 864.0	467.3	217.1 - 540.9
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	124.9	16.1 - 972.0	525.7	244.3 - 608.5

ตารางที่ 62 เปรียบเทียบอัตราการสลายตัวของวิตามินซี และเวลาในการสลายตัวของวิตามินซี
 ในยาน้ำสำเร็จรูป จากค่าที่คาดการณ์ ไปยังข้อมูลในห้อง โดยขบวนการเร่งรัดให้เกิด
 การสลายตัว กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับ T	ค่าที่ได้จากการคาดการณ์		ค่าที่ได้จากการทดลองจริง	
	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	ค่า	ช่วงความเชื่อมั่น 95%
อัตราการสลายตัวของวิตามินซี (k) (% L.A. ต่อวัน)	3.5818	8.727 - 1.470		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 10 % (t_{10}) (วัน)	2.8	1.1 - 6.8		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 20 % (t_{20}) (วัน)	5.6	2.3 - 13.6		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 30 % (t_{30}) (วัน)	8.4	3.4 - 20.4		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 40 % (t_{40}) (วัน)	11.2	4.6 - 27.2		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 50 % (t_{50}) (วัน)	13.9	5.7 - 34.0		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 60 % (t_{60}) (วัน)	16.8	6.8 - 40.8		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 70 % (t_{70}) (วัน)	19.5	8.0 - 47.6		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 80 % (t_{80}) (วัน)	22.3	9.2 - 54.4		
เวลาที่วิตามินซี สลายตัวไป 90 % (t_{90}) (วัน)	25.1	10.3 - 61.2		

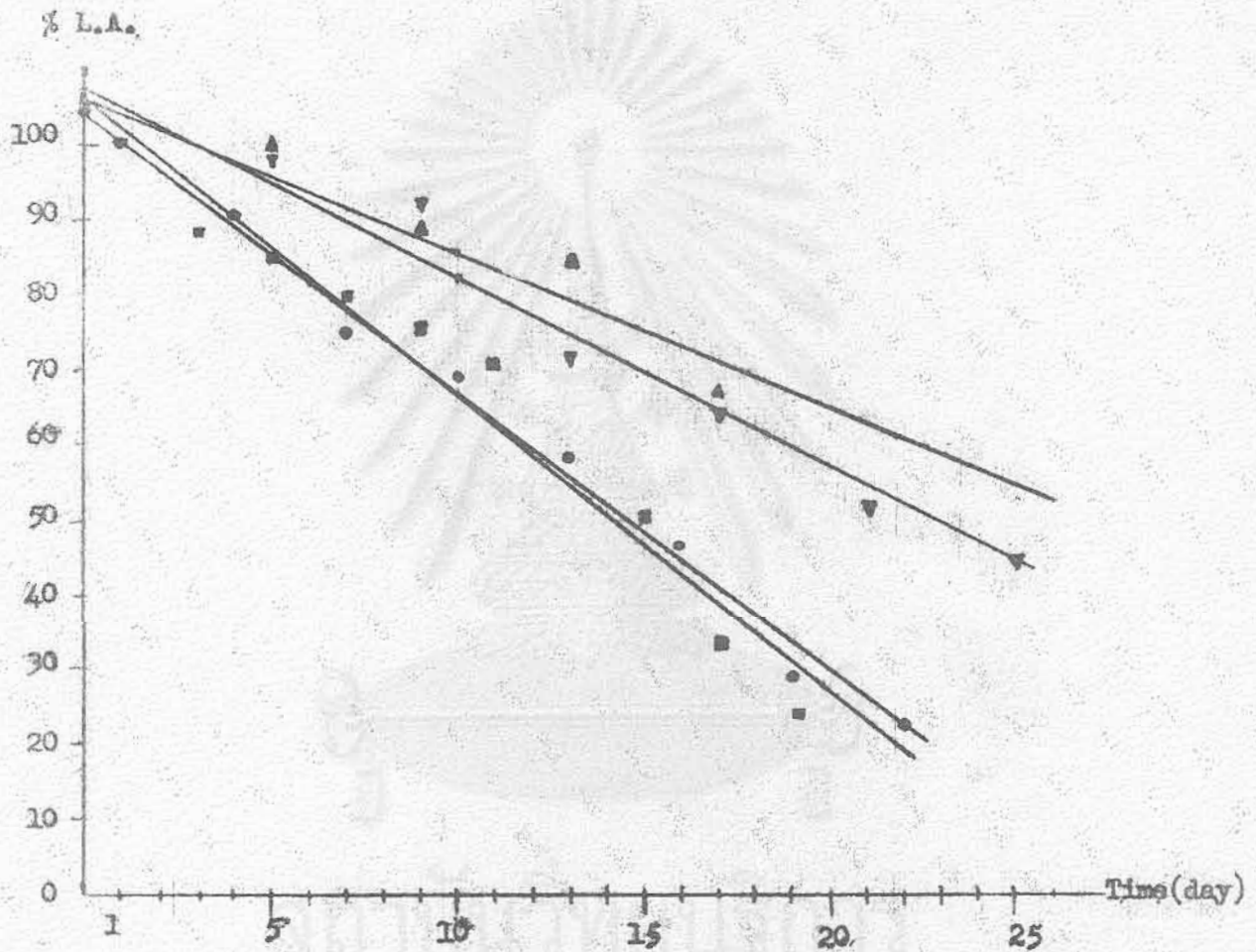
ตารางที่ 63

แสดงปริมาณ Percent labelled amount

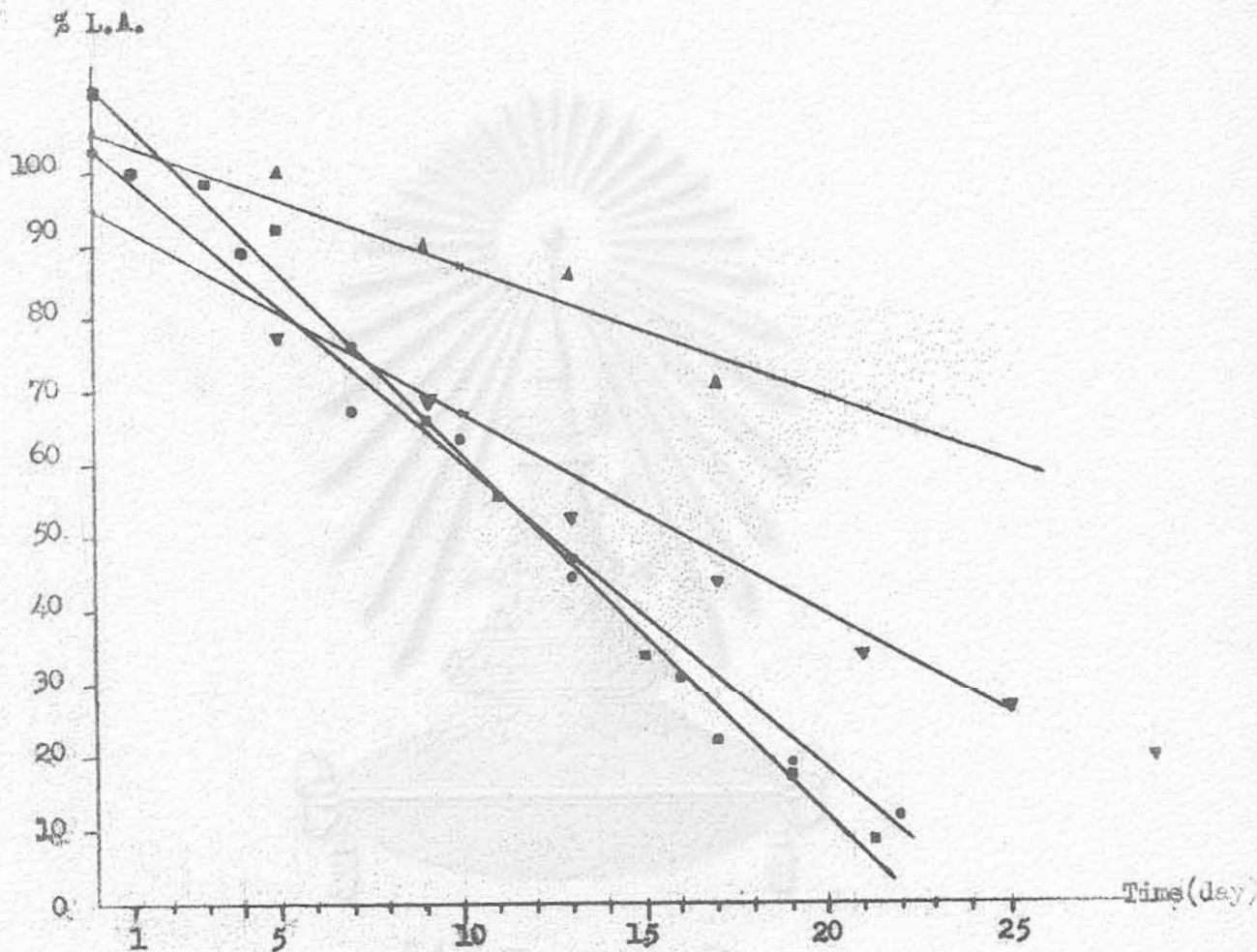
ของวิตามิน ซี

ในยาน้ำสำเร็จรูป ประเภทวิตามิน (Oral liquid Preparations)

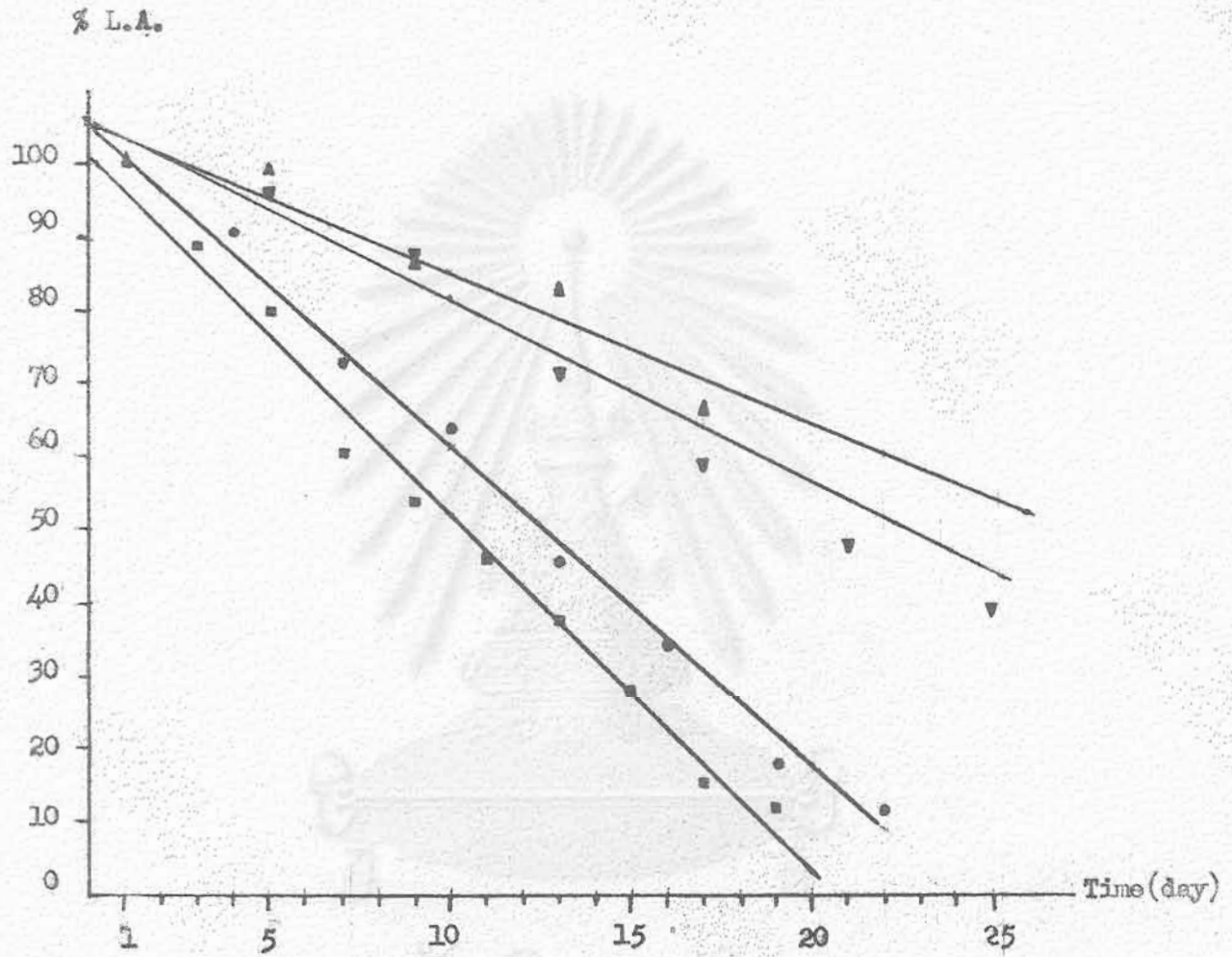
คำหรับที่	คำหรับ	ทะเบียนยา	Lot. No.	Preparation	% L.A.
1	A	1294/2516	7831	Syrup	200.0
2	B	2686/2520	735477	Suspension	101.0
3	C	2679/2520	70697	Suspension	141.1
4	D	619/2515	3000707 v	Syrup	123.4
5	E	1546/2517	12377 A	Syrup	90.06
6	F	1075/2518	22456	Syrup	104.7
7	G	1916/2519	735460	Suspension	101.9
8	H	4201/2518	841401	Syrup	104.6
9	I	2672/2517	103059	Syrup	108.4
10	J	1532/2520	74046	Syrup	108.1
11	K	2751/2518	780303	Syrup	100.0
12	L	1986/2516	80038	Syrup	114.2
13	M	-	102149	Suspension	96.15
14	N	-	3411	Suspension	120.8
15	O	4373/2518	782009	Syrup	147.1
16	P	272/2516	705012222	Syrup	104.4
17	Q	2435/2517	29-00053	Syrup	170.6
18	R	2428/2517	1-00234	Suspension	116.5
19	S	1181/2520	L/C 801001	Emulsion and Suspension	660.4
20	T	1769/2516	May	Solution	95.94
21	U	3127/2519	150321/142	Solution	92.49



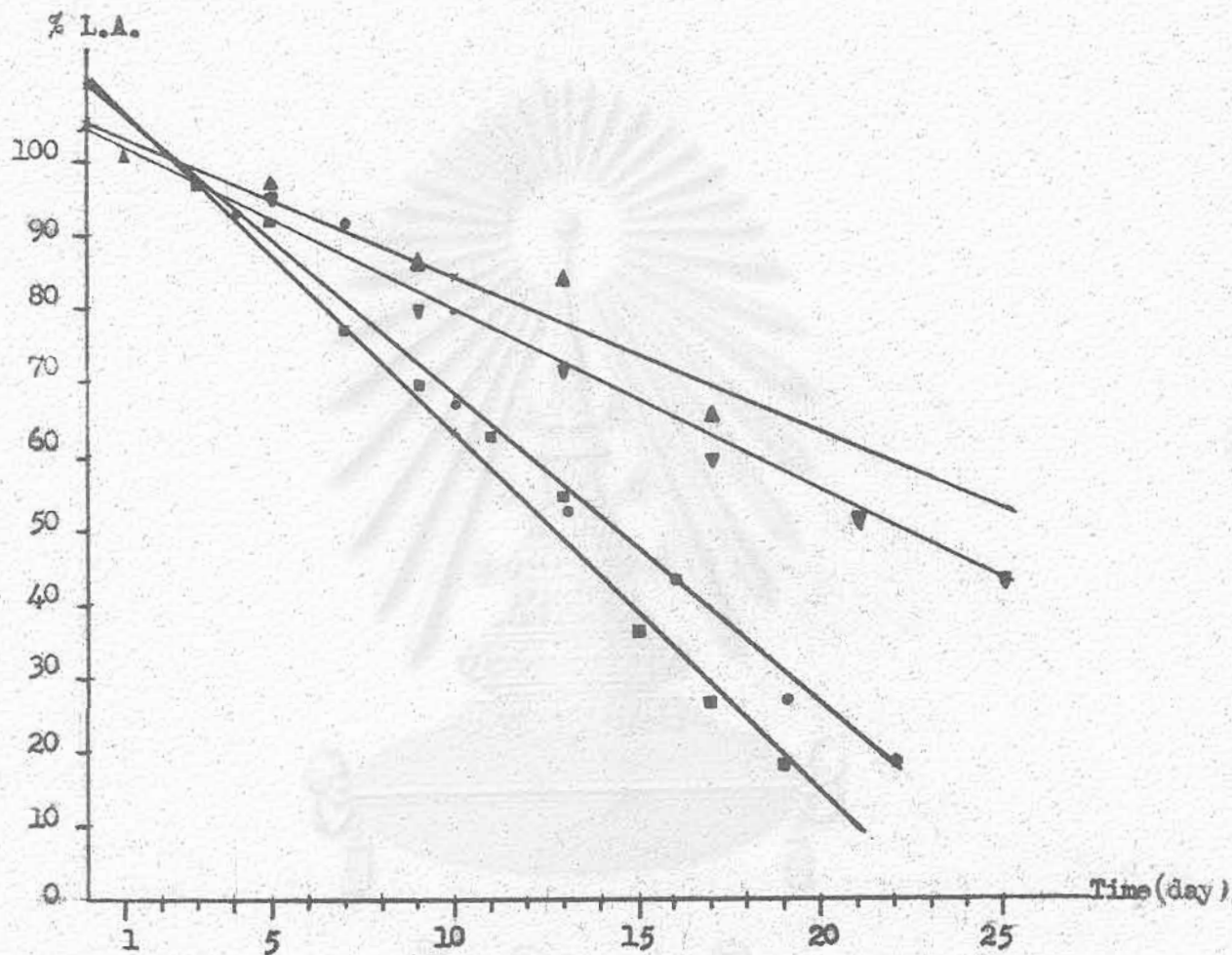
รูปที่ 1 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ A เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเข้มข้น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 2.05 ± 1.273 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.52 ± 0.408 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.73 ± 0.349 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 3.96 ± 0.706



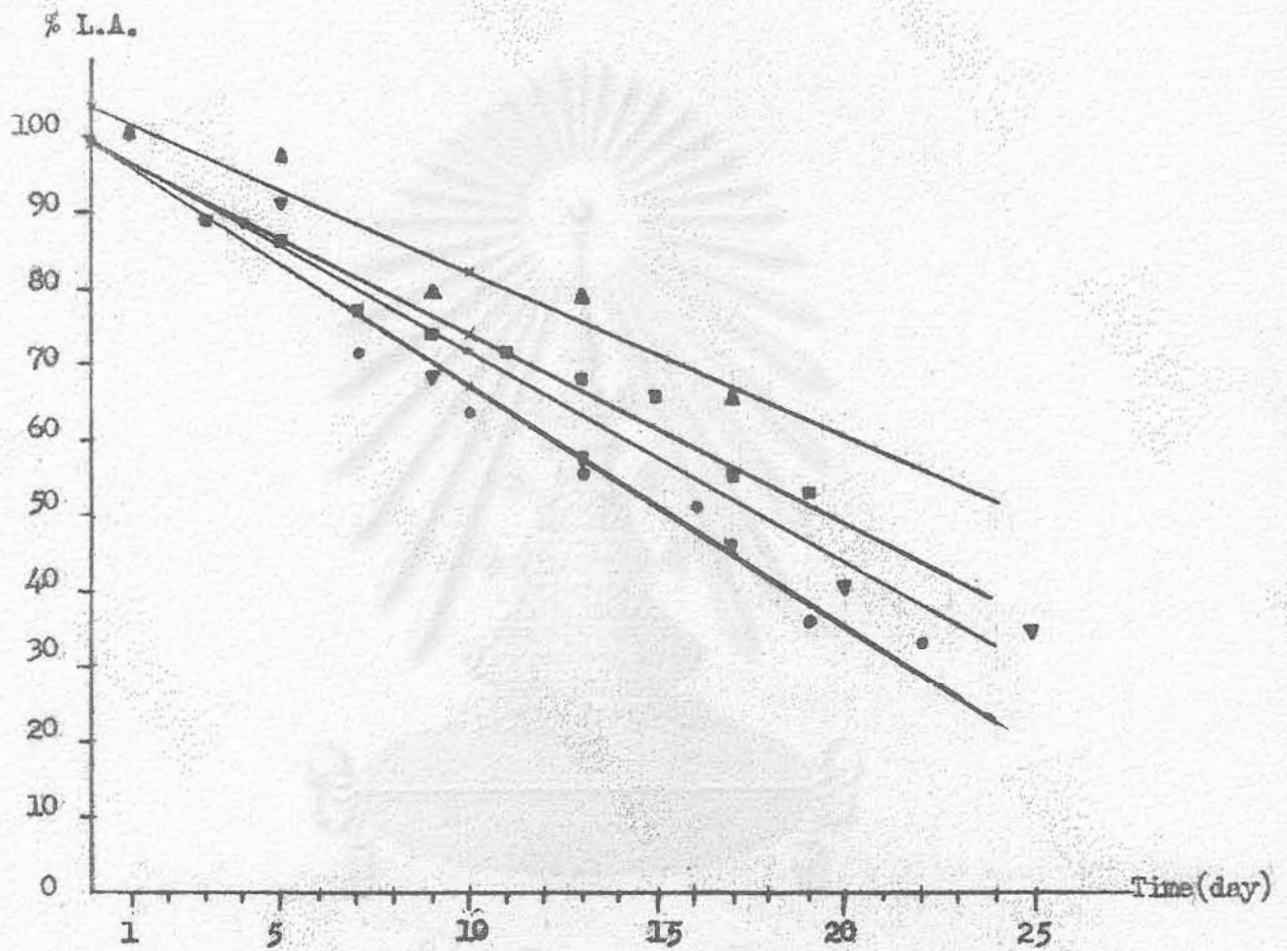
รูปที่ 2 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ B เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.797 ± 1.010 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.754 ± 0.462 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.344 ± 0.476 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 5.022 ± 0.449



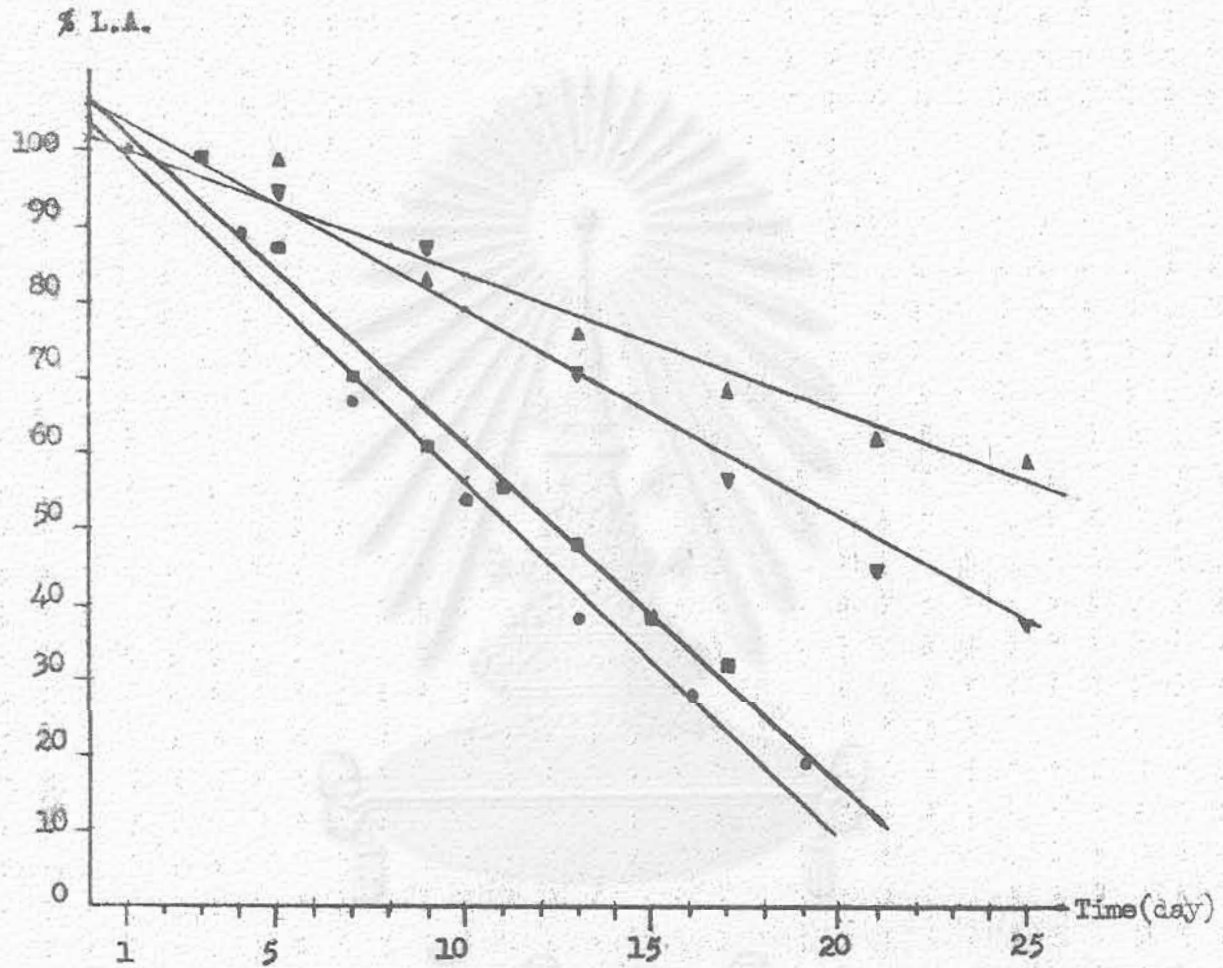
รูปที่ 3 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำนวณ C เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 2.057 ± 1.049 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.608 ± 0.323 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.431 ± 0.363 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 4.975 ± 0.489



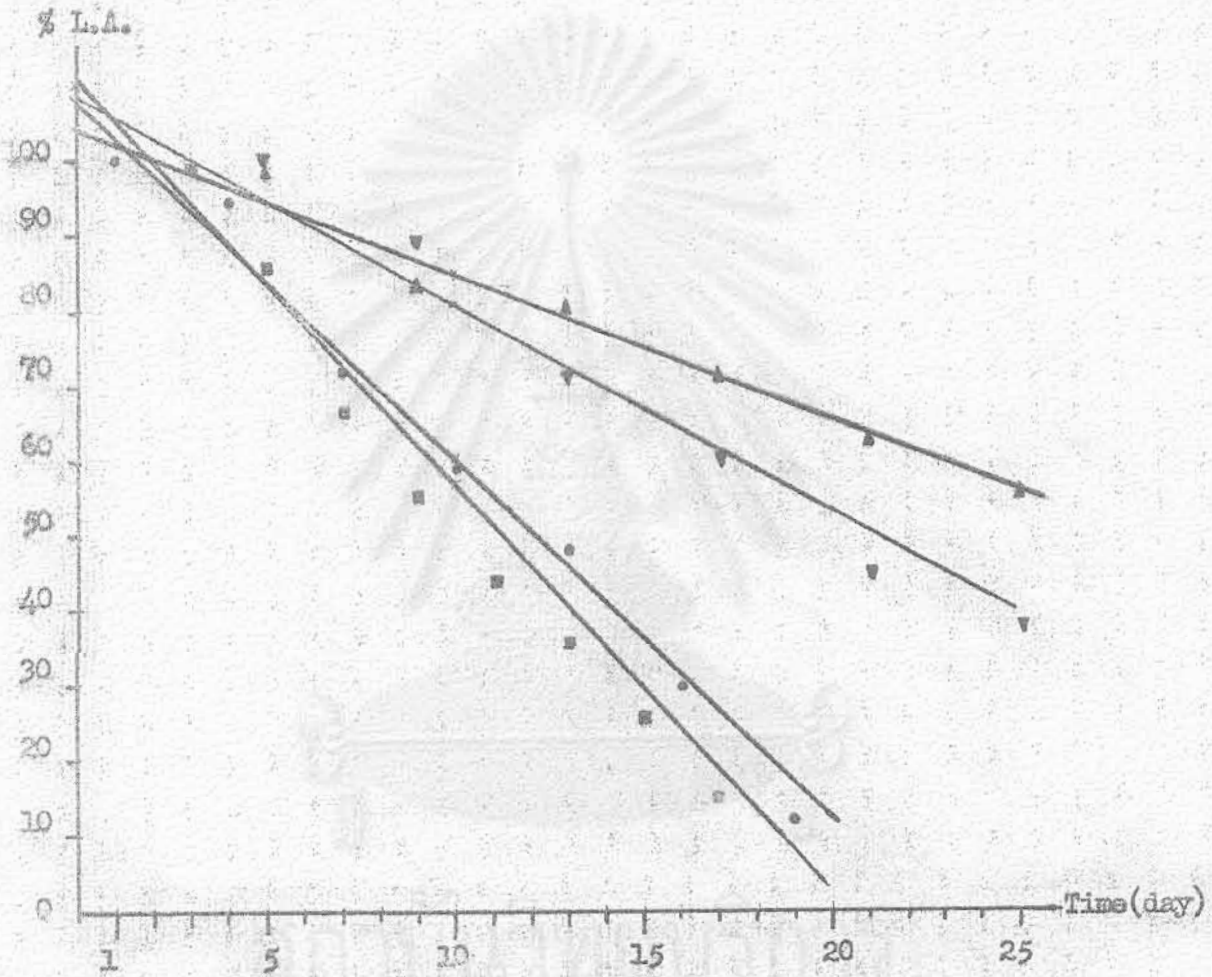
รูปที่ 4 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ D เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (\blacktriangle) เท่ากับ 2.046 ± 1.203 ที่ 55°C (\blacktriangledown) เท่ากับ 2.429 ± 0.271 ที่ 65°C (\bullet) เท่ากับ 4.183 ± 0.696 และที่ 70°C (\blacksquare) เท่ากับ 4.833 ± 0.467



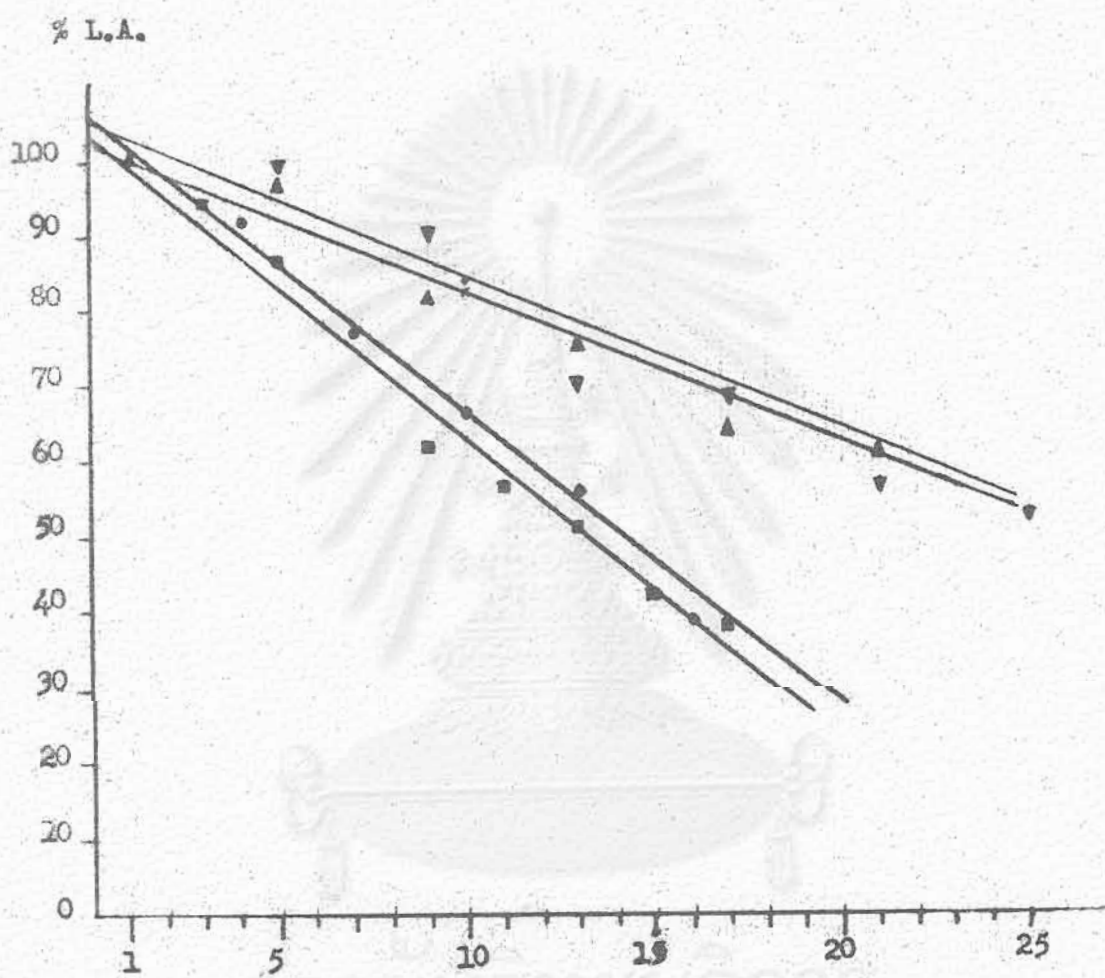
รูปที่ 5 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ E เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเข้มข้น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 2.192 ± 1.136 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.811 ± 0.713 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.179 ± 0.512 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 2.380 ± 0.365



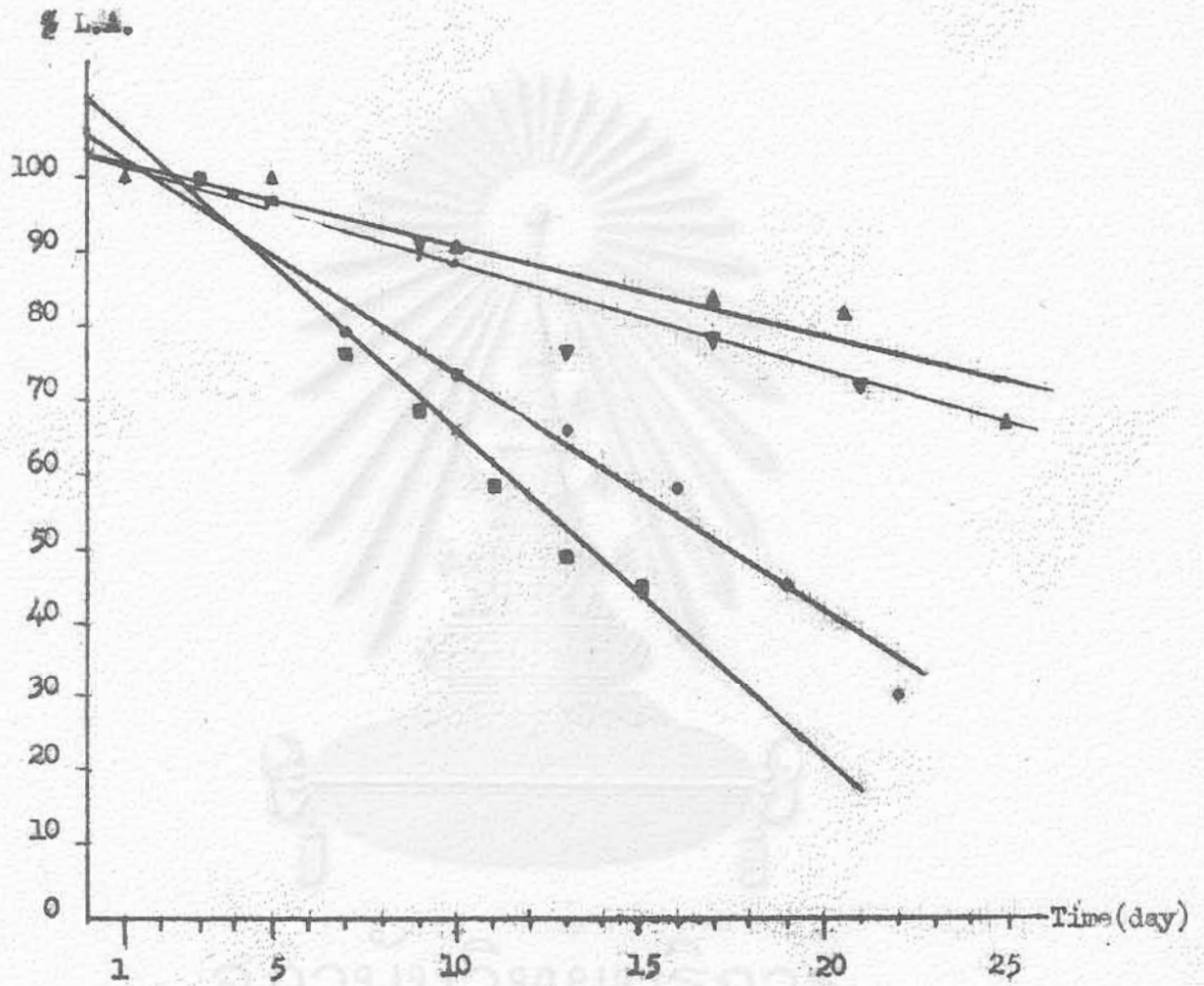
รูปที่ 6 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ F เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.841 ± 0.297 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.694 ± 0.375 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.703 ± 0.651 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 4.549 ± 0.618



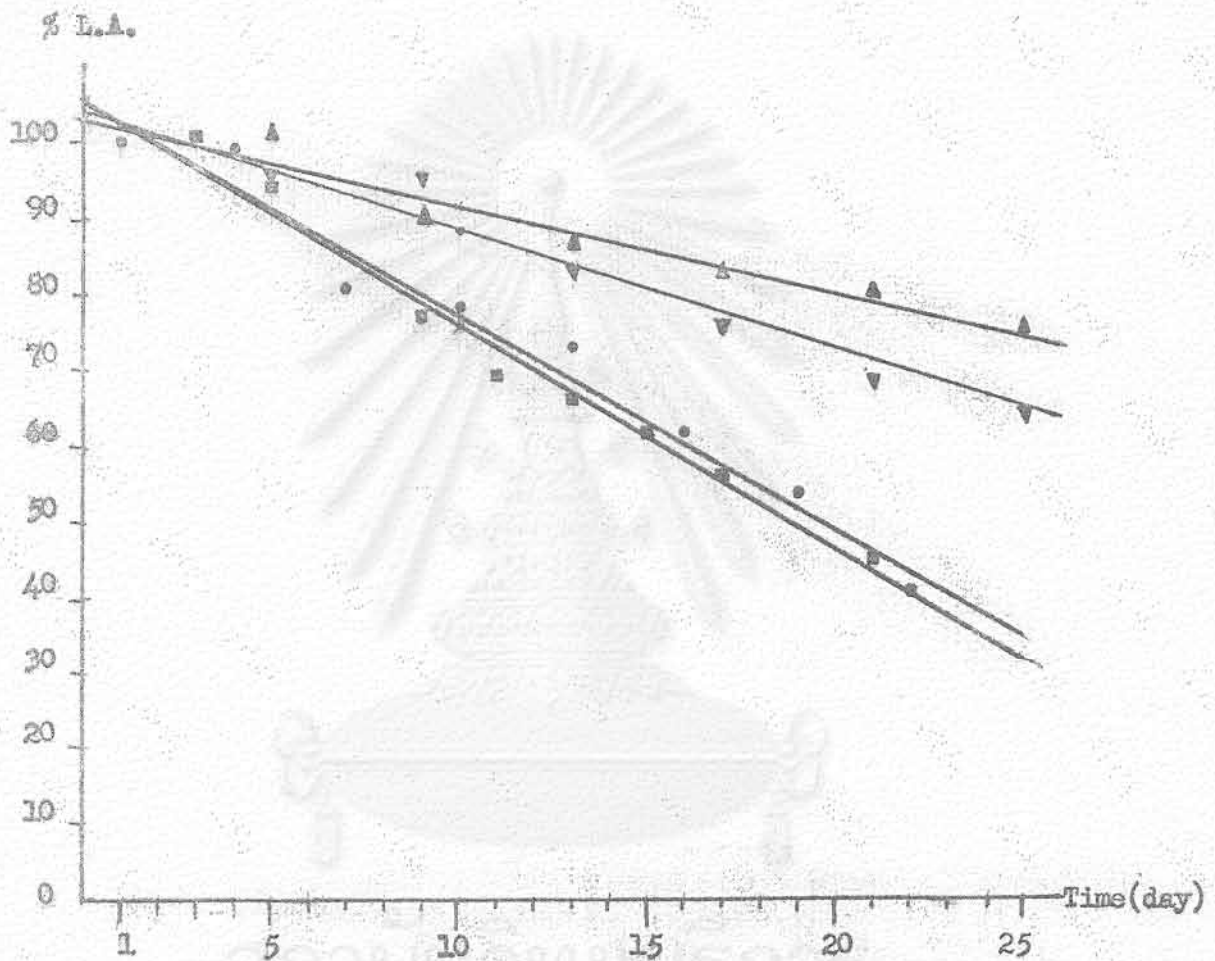
รูปที่ 7 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในหมาน้ำสำเร็จรูป กำหนดด้วย G เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.954 ± 0.231 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.798 ± 0.414 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.799 ± 0.579 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 5.680 ± 0.633



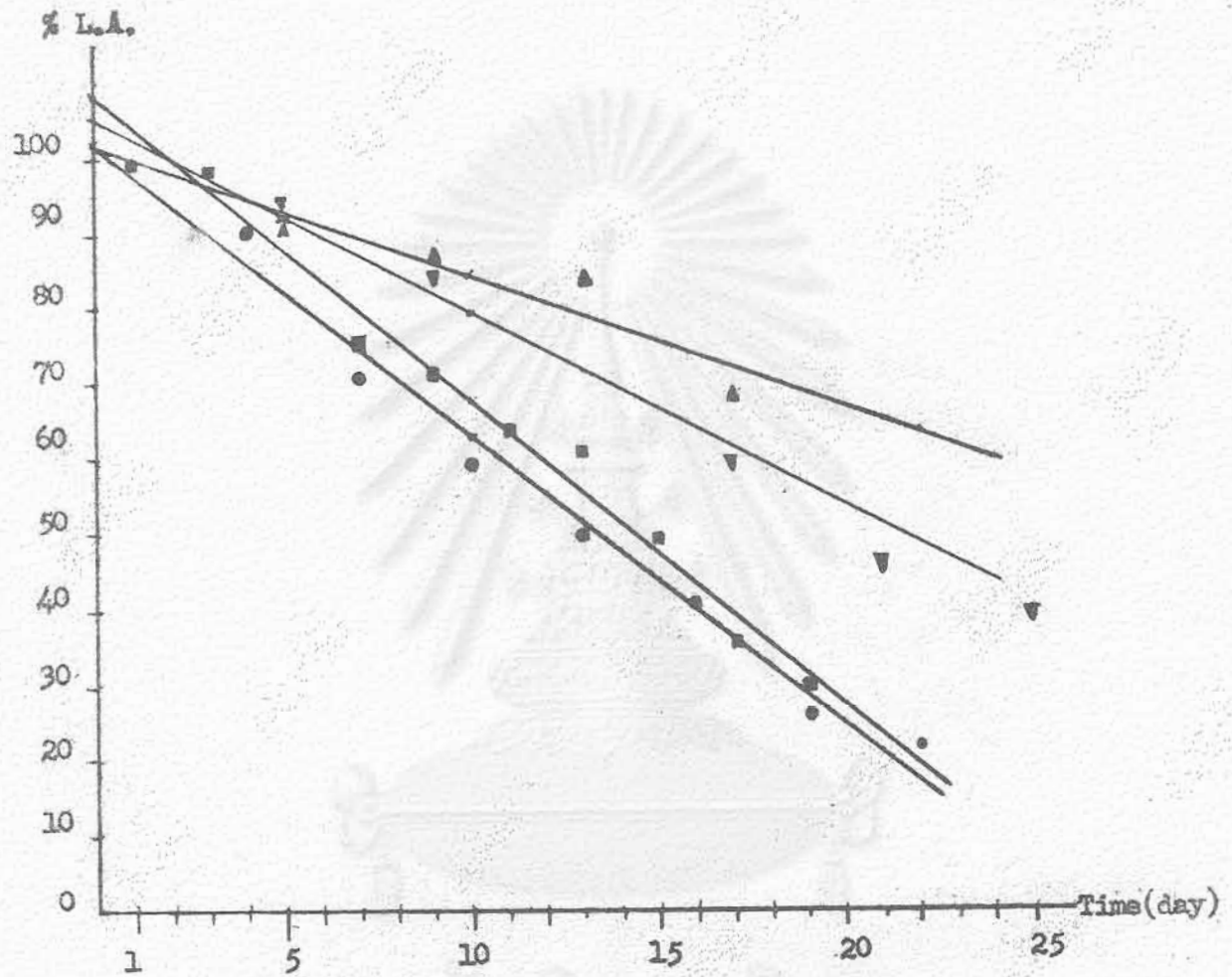
รูปที่ 8 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในนมฆ่าเชื้อรูป คำนวณ H เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.901 ± 0.295 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.093 ± 0.422 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.003 ± 0.482 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 3.990 ± 0.564



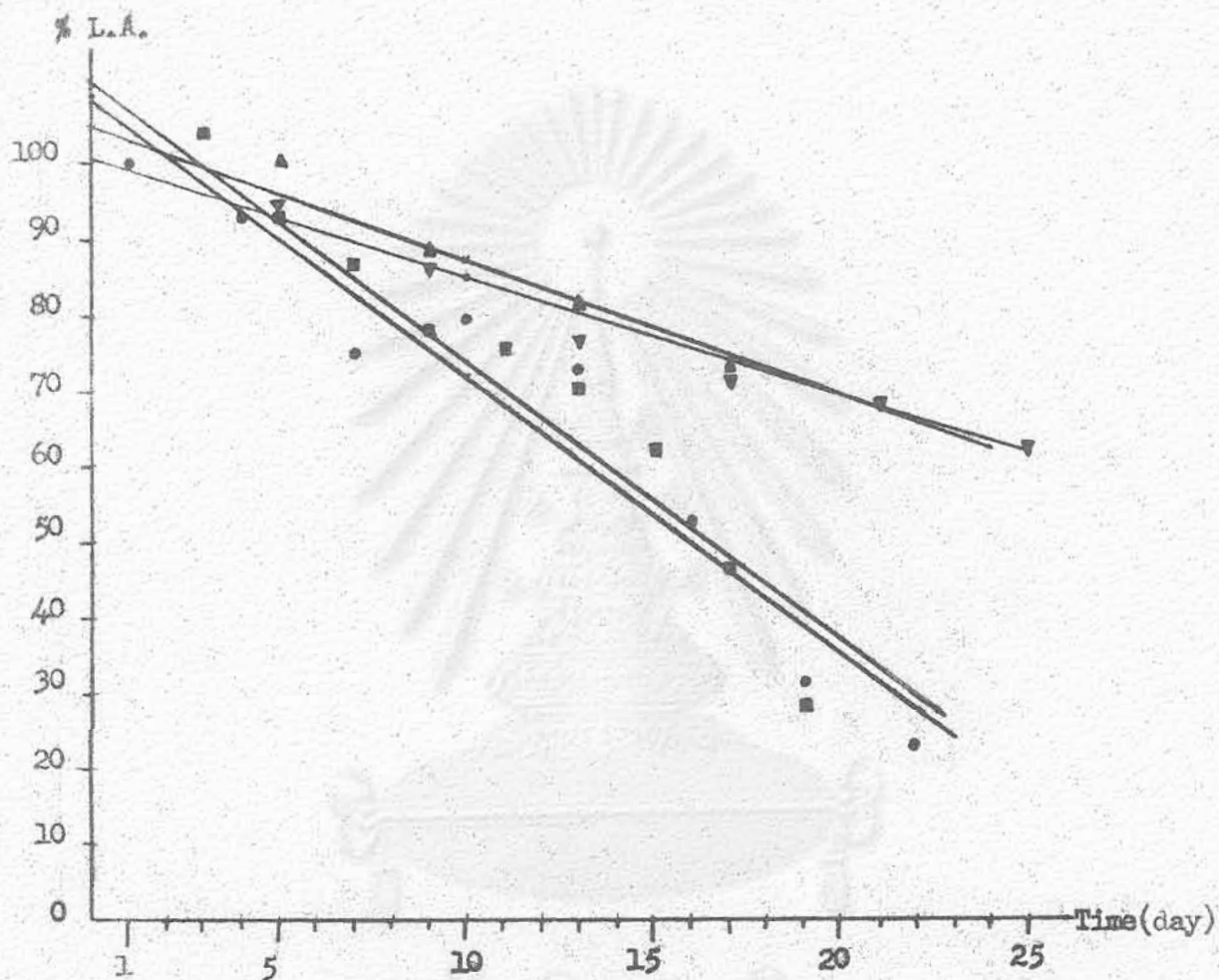
รูปที่ 9 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ I เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 $\% (k \pm t_{.05} S_k)$ ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.222±0.595 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 1.497±0.708 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.249±0.630 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 4.539±0.973



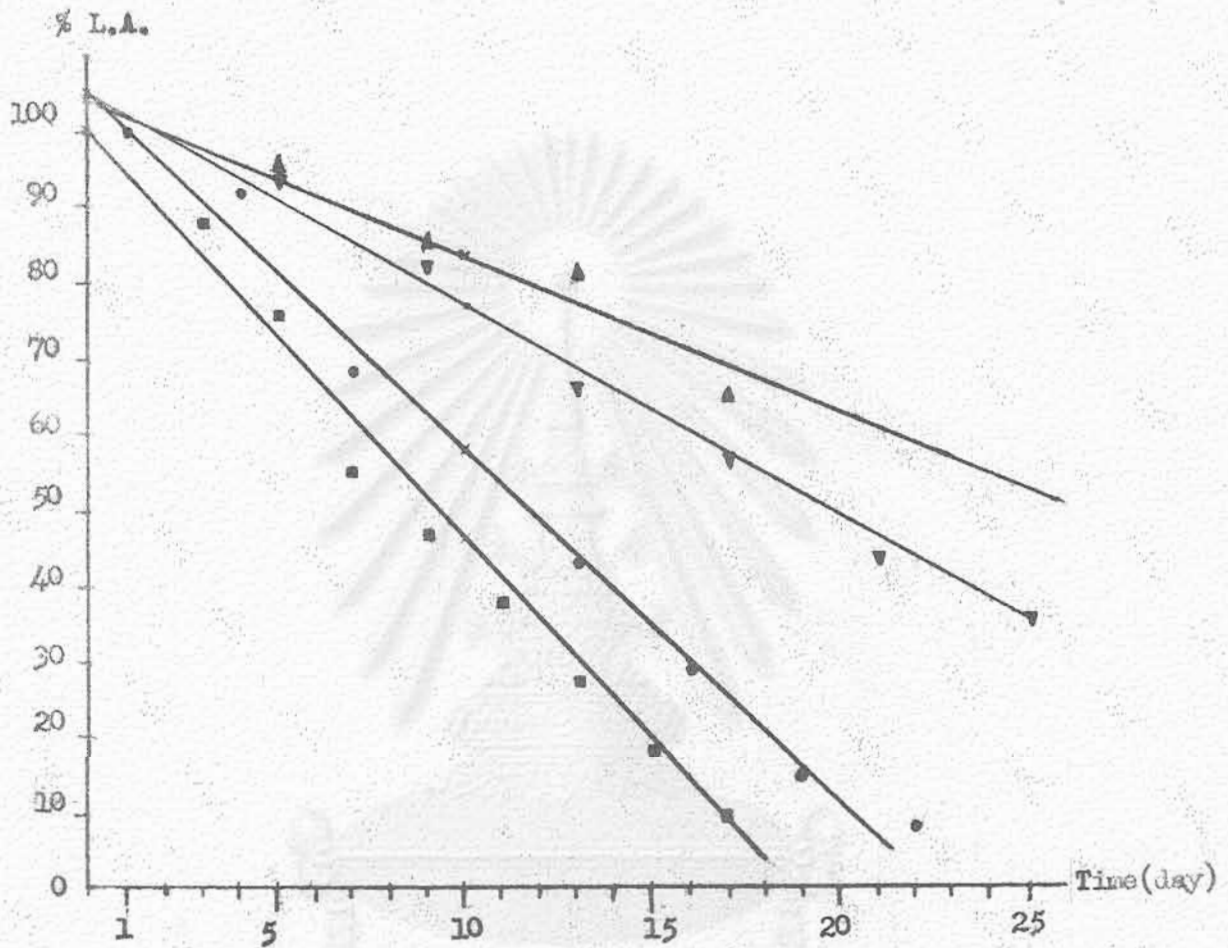
รูปที่ 10 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาฆ่าสาหร่ายรูป ทำหรับ J เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเข้มข้น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.092 ± 0.225 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 1.519 ± 0.277 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 2.842 ± 0.397 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 2.966 ± 0.360



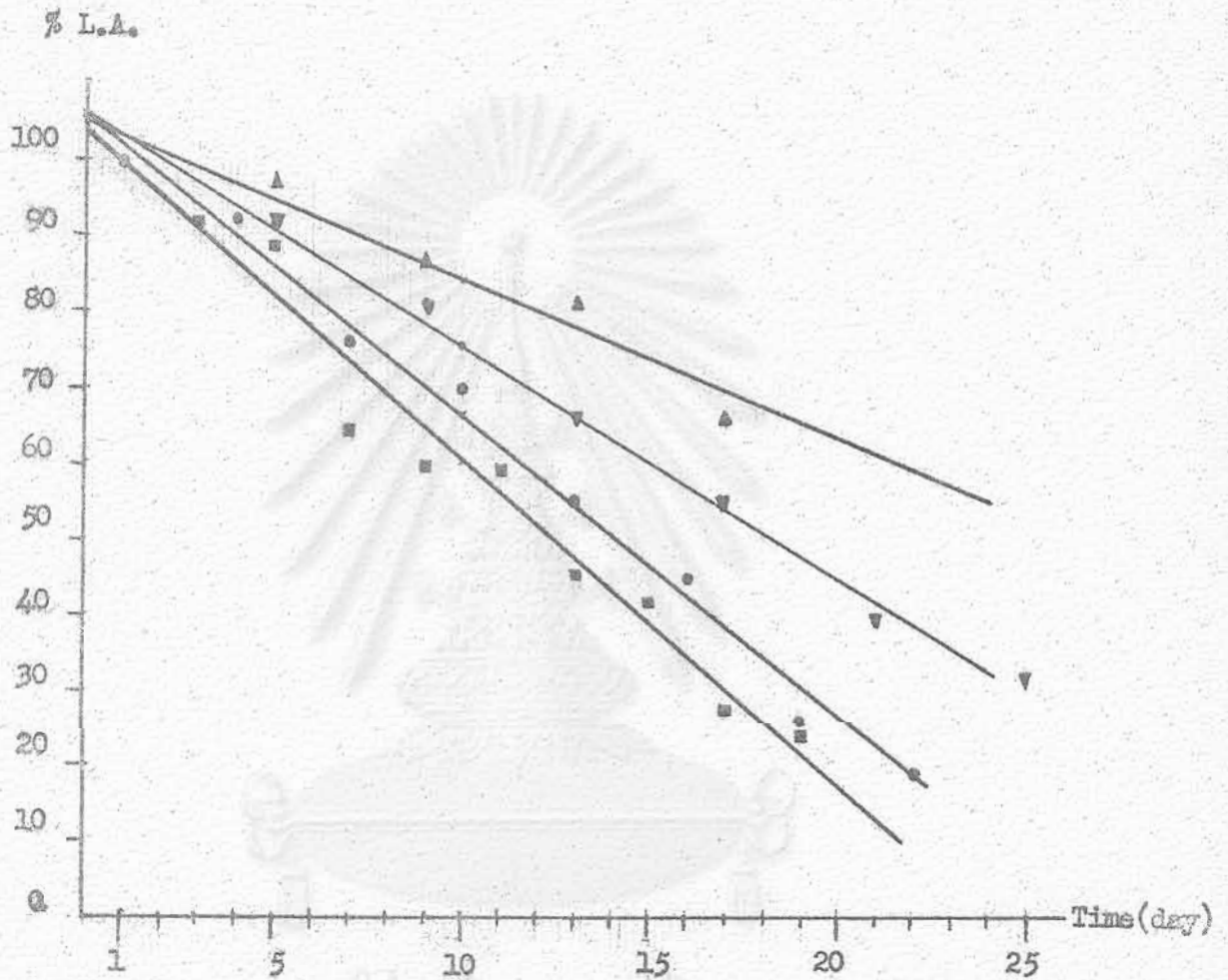
รูปที่ 11 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ K เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.750 ± 1.003 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.632 ± 0.264 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.866 ± 0.462 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 4.011 ± 0.443



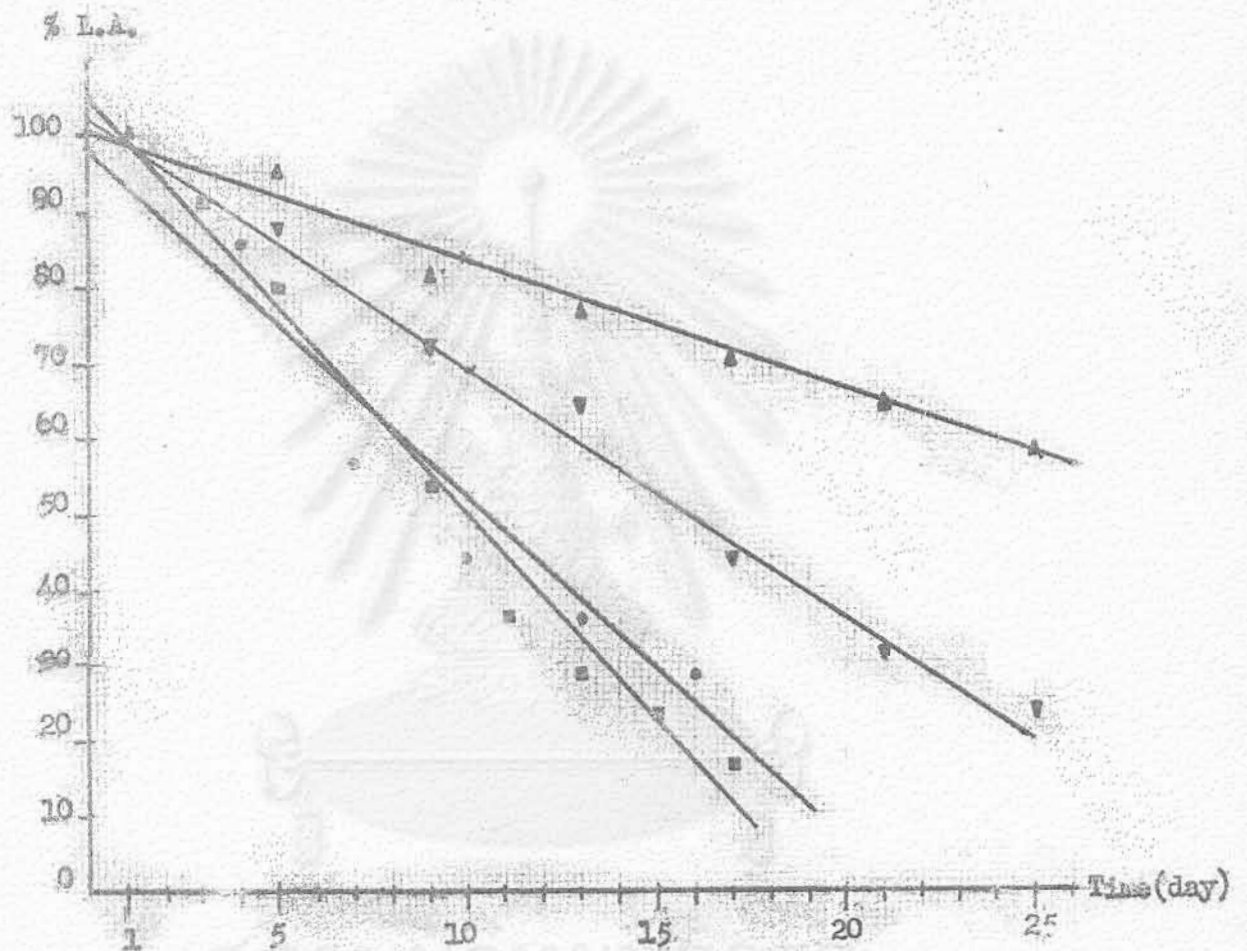
รูปที่ 12 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ L เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.741 ± 0.732 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 1.549 ± 0.167 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.662 ± 1.028 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 3.723 ± 0.853



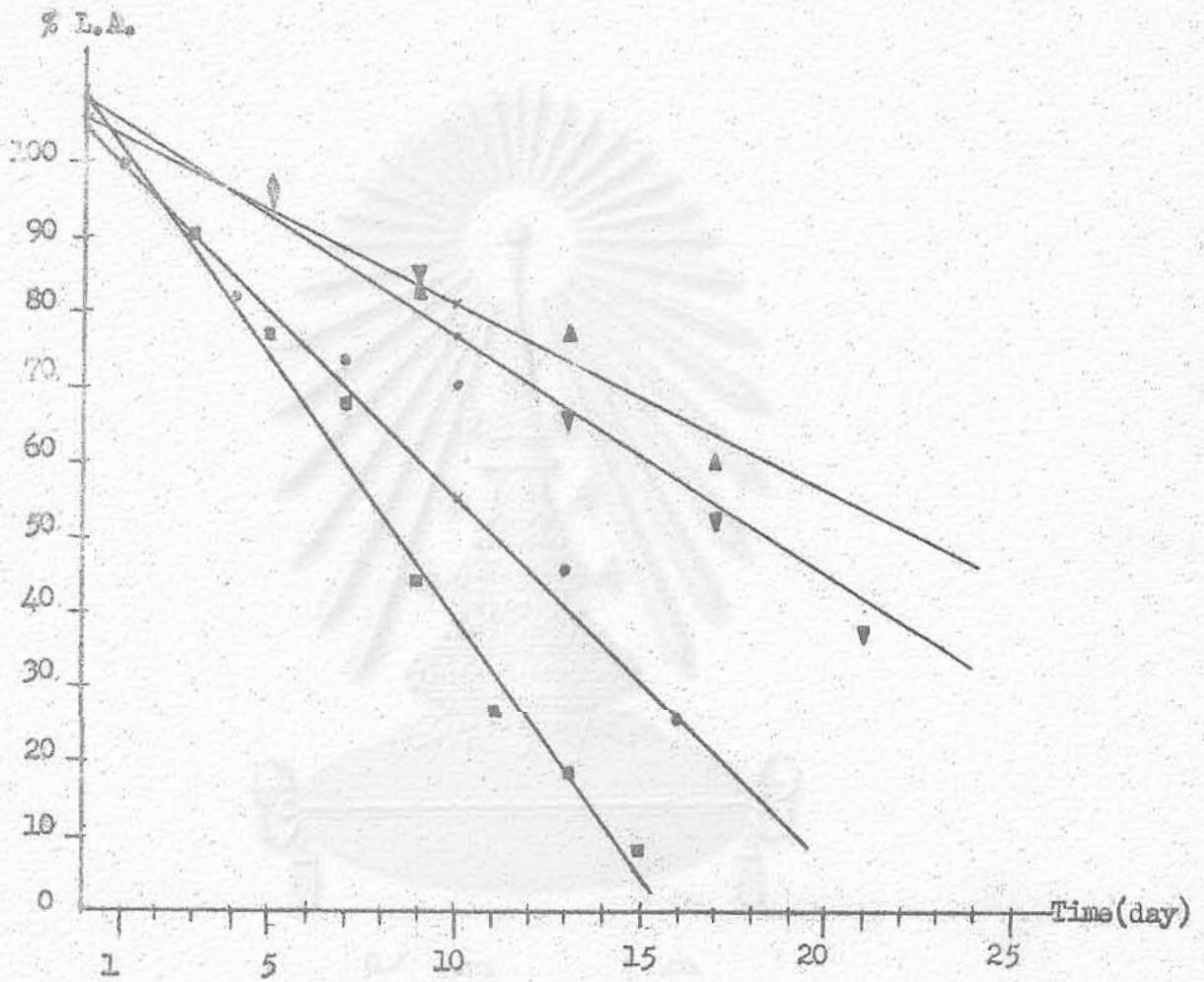
รูปที่ 13 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ M เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} s_k$) ที่ 50°C (\blacktriangle) เท่ากับ 2.126 ± 0.986 ที่ 55°C (\blacktriangledown) เท่ากับ 2.757 ± 0.295 ที่ 65°C (\bullet) เท่ากับ 4.591 ± 0.472 และที่ 70°C (\blacksquare) เท่ากับ 5.374 ± 0.638



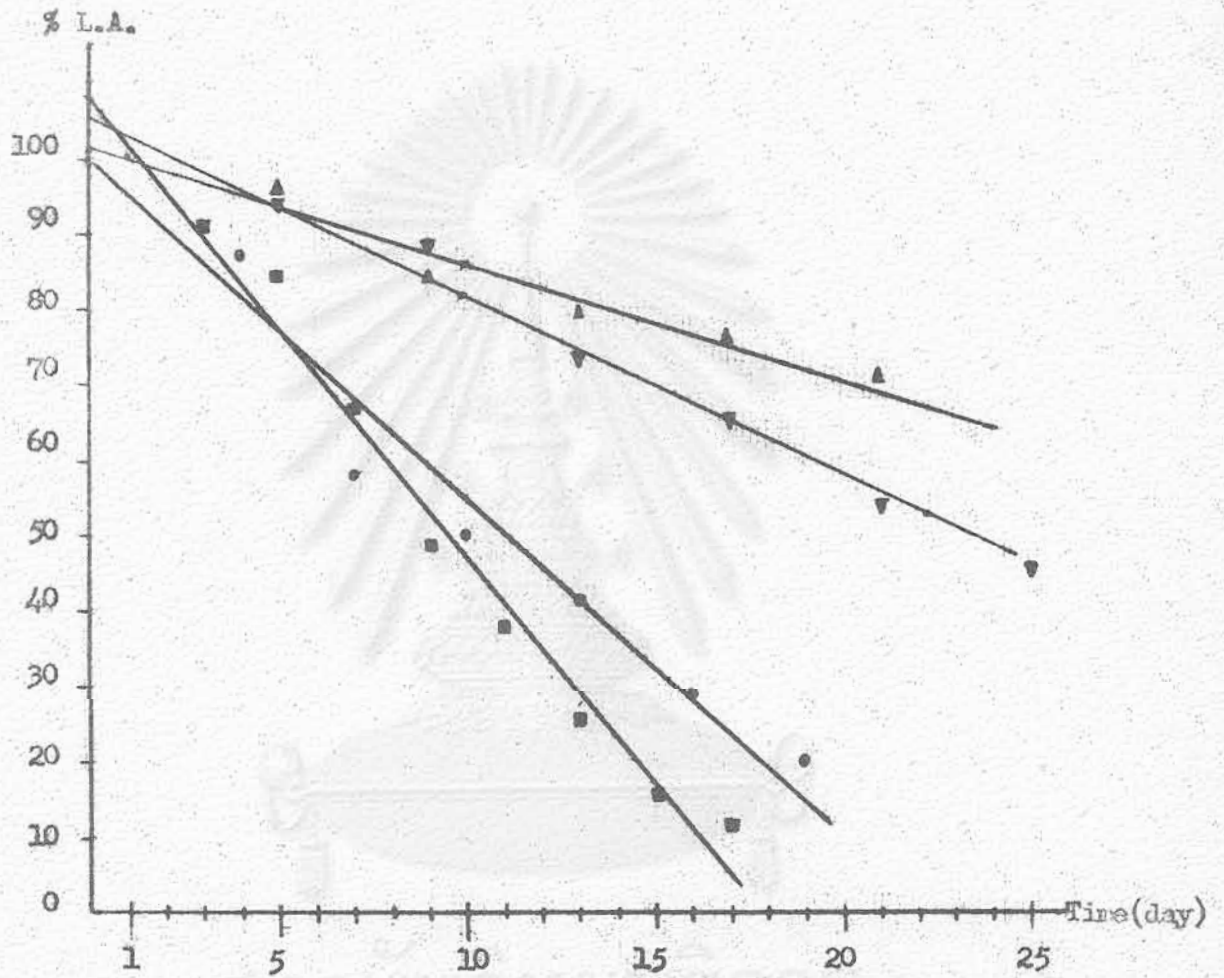
รูปที่ 14 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ N เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 2.107 ± 0.923 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 3.027 ± 0.210 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 3.979 ± 0.363 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 4.318 ± 0.633



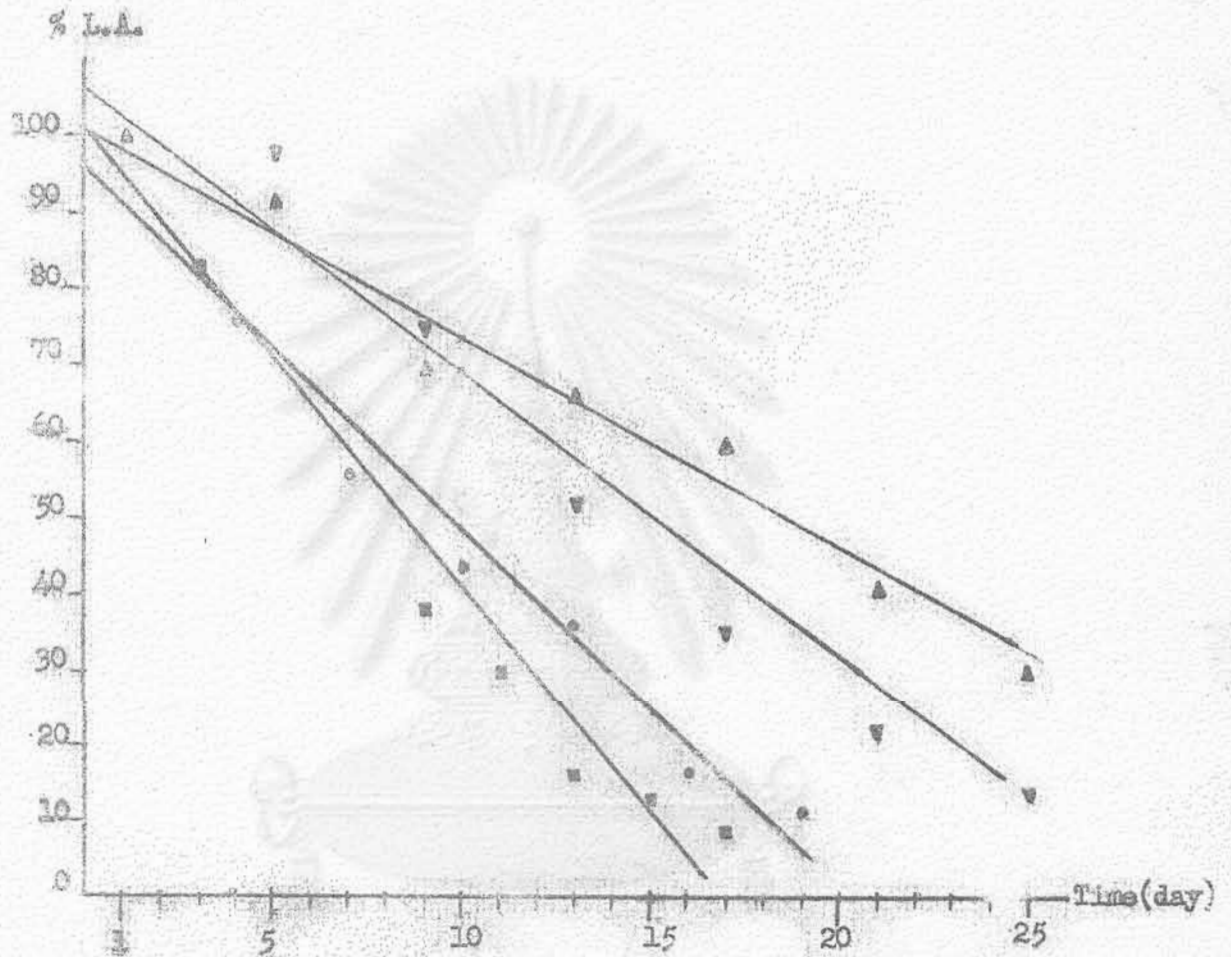
รูปที่ 15 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ 0 เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเร็วมัน 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (Δ) เท่ากับ 1.698 ± 0.268 ที่ 55°C (∇) เท่ากับ 3.267 ± 0.410 ที่ 65°C (\bullet) เท่ากับ 4.516 ± 1.274 และที่ 70°C (\blacksquare) เท่ากับ 5.528 ± 0.644



รูปที่ 16 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ P เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 2.484 ± 1.081 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 3.268 ± 0.527 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.910 ± 0.487 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 6.958 ± 0.643

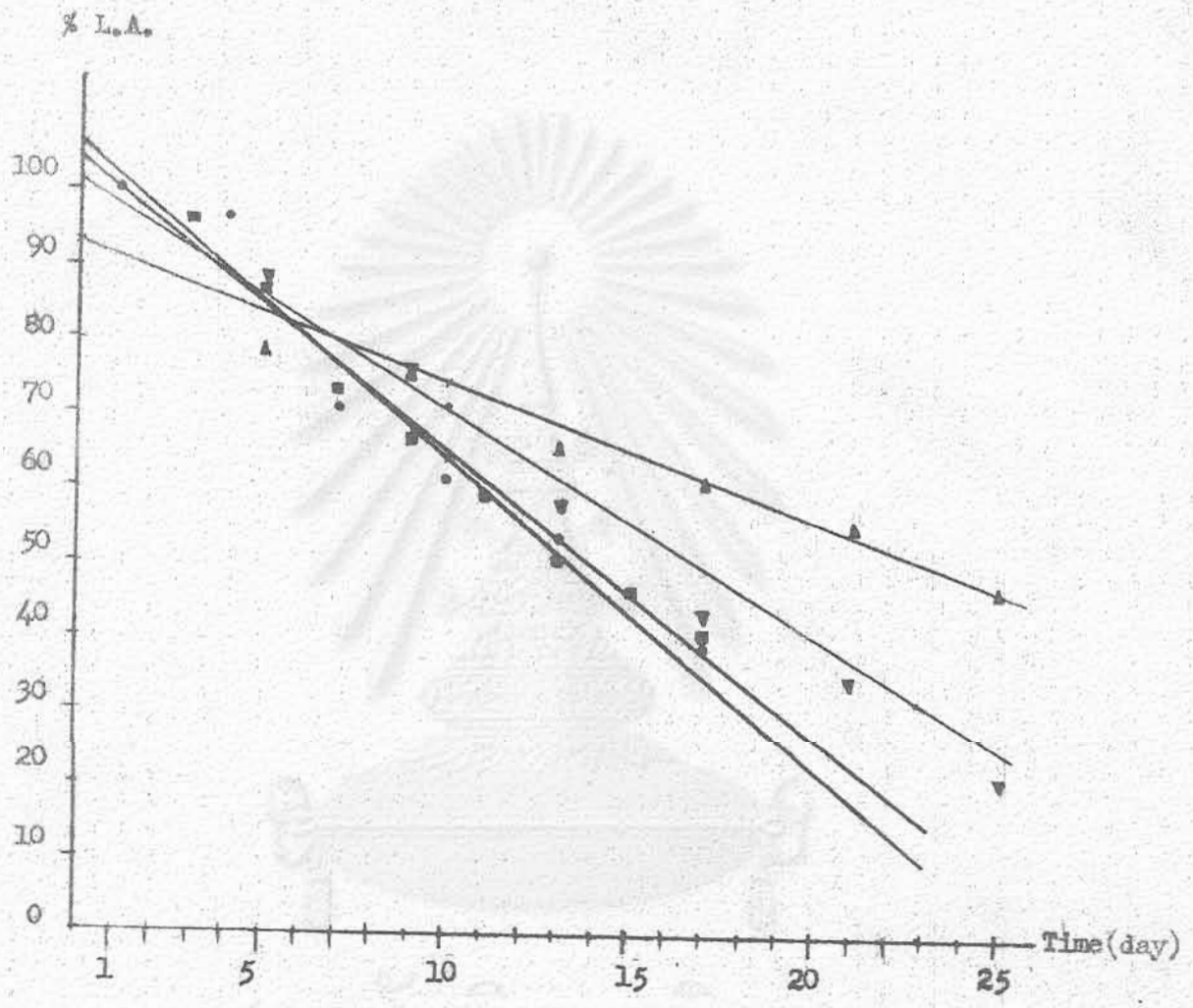


รูปที่ 17 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ Q เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.451 ± 0.398 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 2.358 ± 0.347 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.429 ± 1.080 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 6.016 ± 1.495

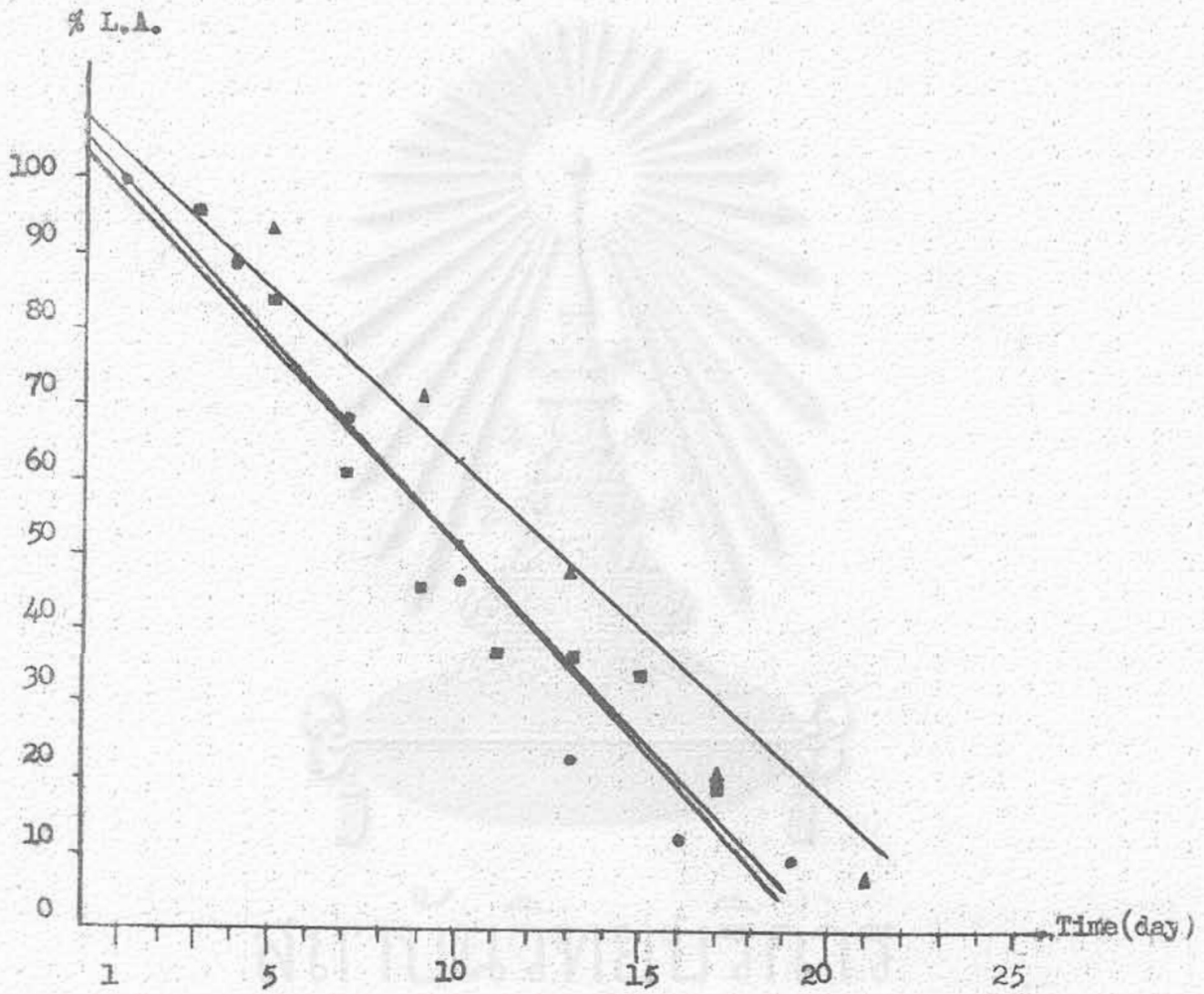


รูปที่ 18 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่าหาค่า R เป็นแนว

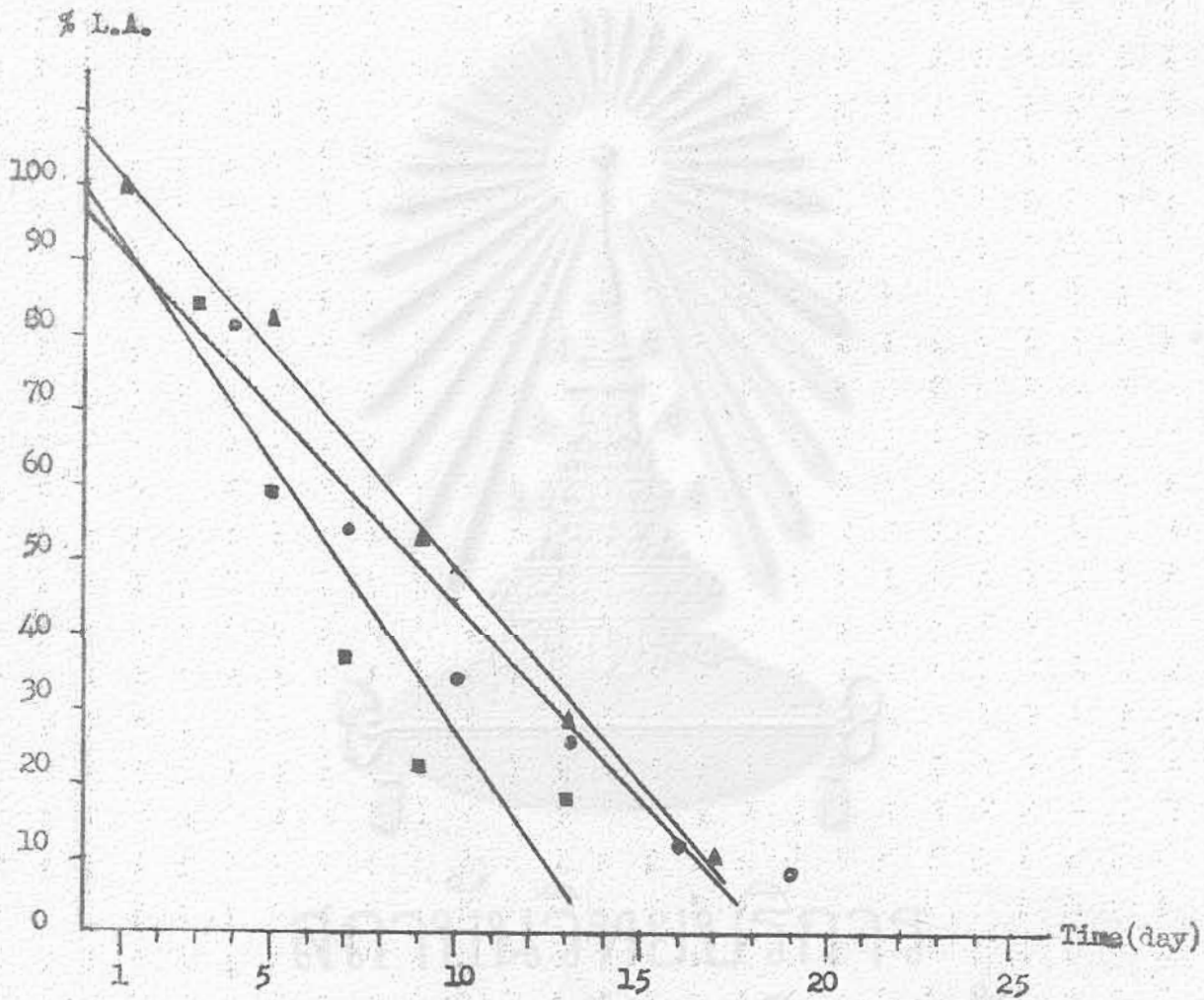
Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ
 ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (Δ) เท่ากับ
 2.779 ± 0.412 ที่ 55°C (∇) เท่ากับ 3.646 ± 0.769 ที่ 65°C (\bullet)
 เท่ากับ 4.805 ± 1.025 และที่ 70°C (\blacksquare) เท่ากับ 6.034 ± 0.151



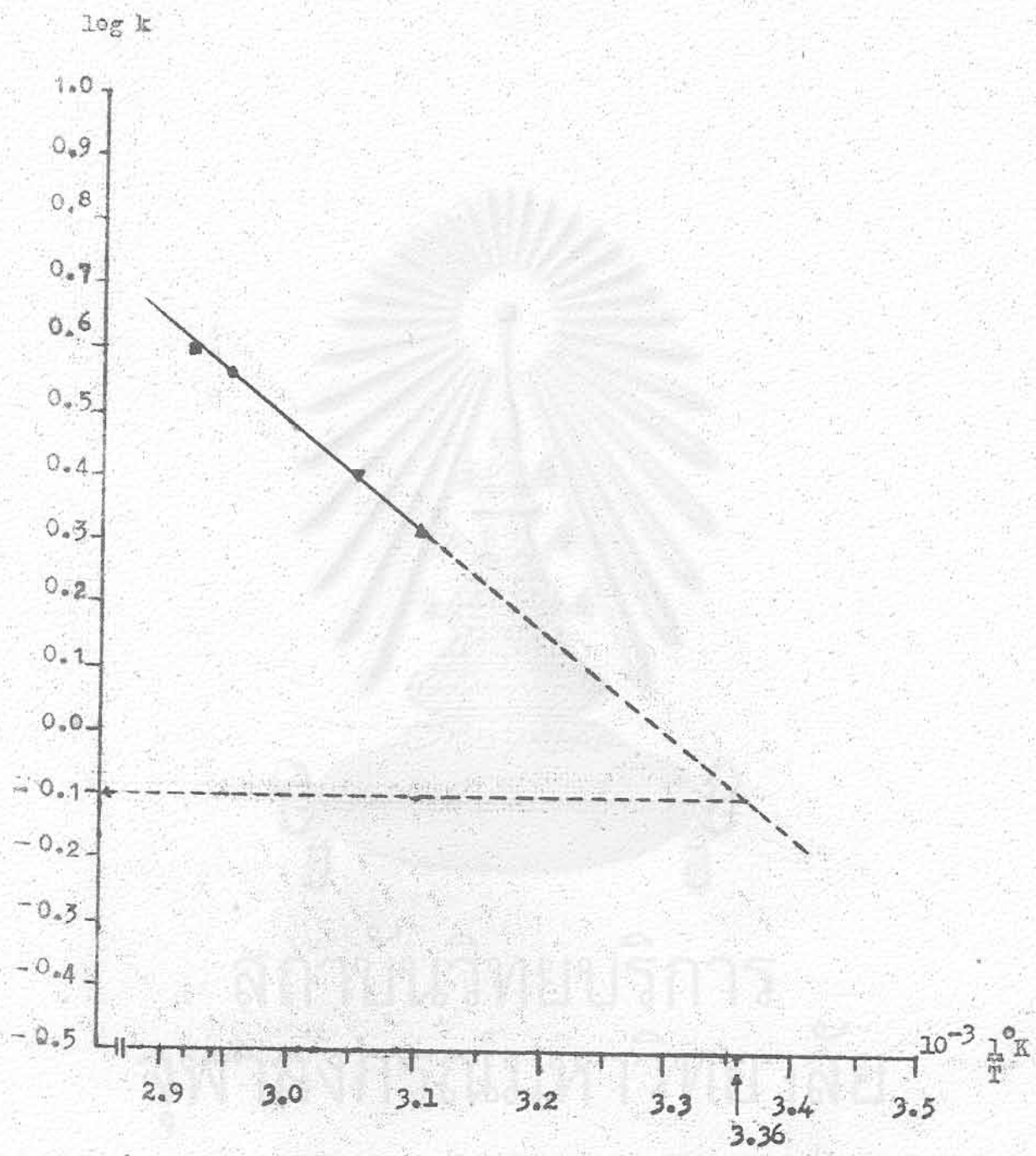
รูปที่ 19 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ S เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเข้มข้น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 1.815±0.469 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 3.066±0.447 ที่ 65°C (●) เท่ากับ 4.221±1.138 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 3.878±0.435



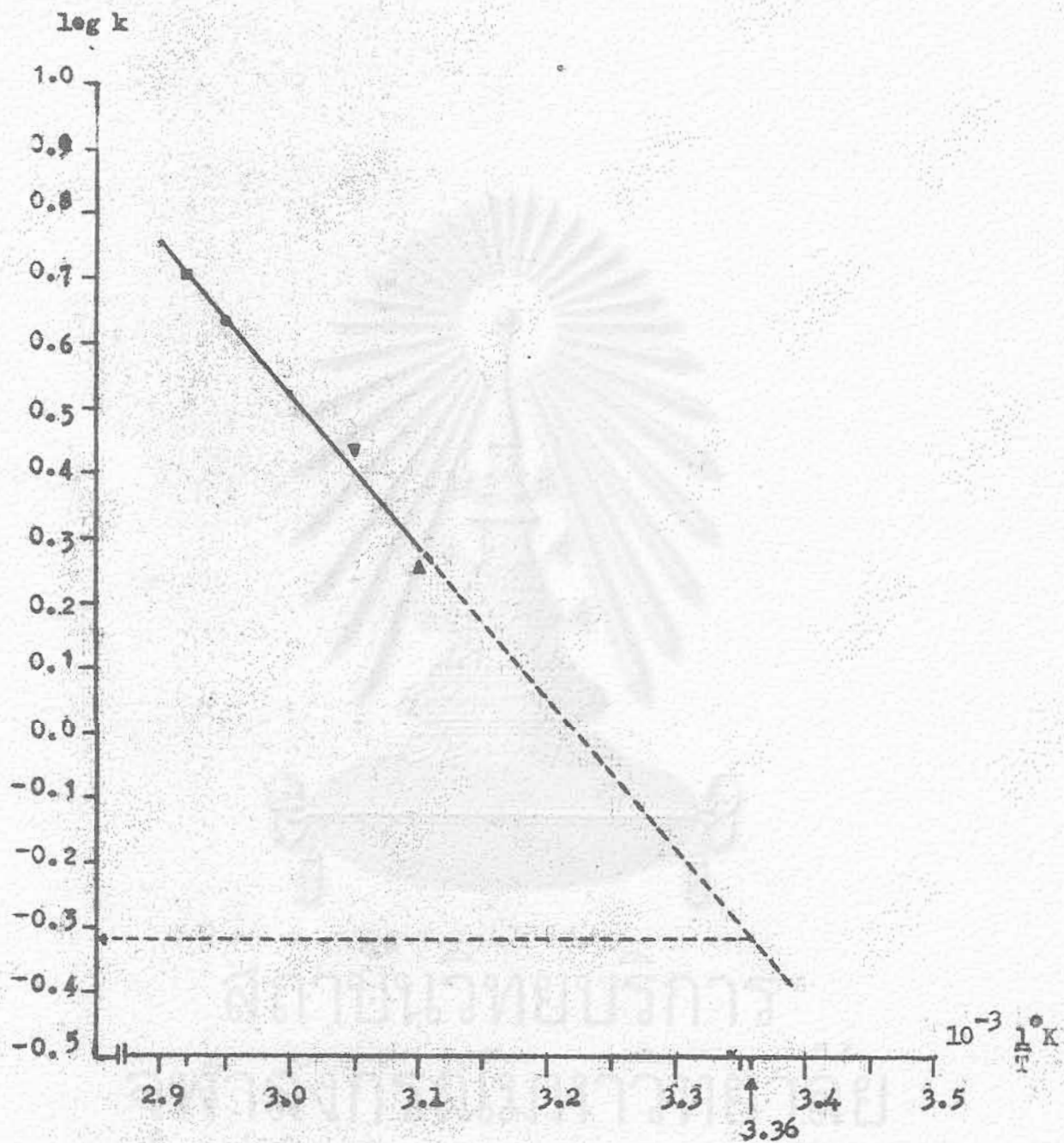
รูปที่ 20 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ T เป็นแบบ
Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ
ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{0.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ
 4.509 ± 1.01 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ — ที่ 65°C (●)
เท่ากับ 5.580 ± 1.187 และที่ 70°C (■) เท่ากับ 5.106 ± 1.174



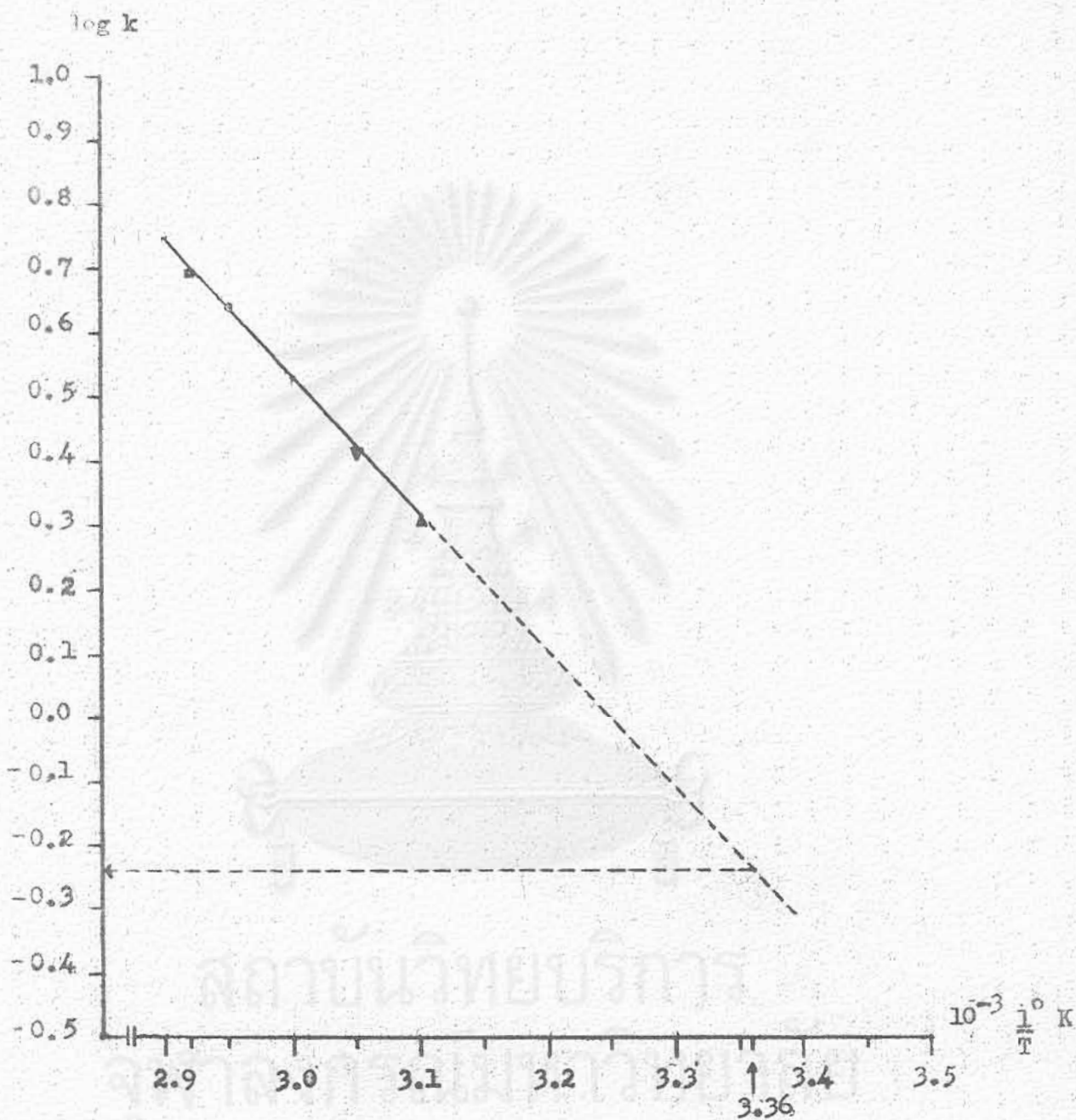
รูปที่ 21 แสดงการสลายตัวของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ทำการบีบ บี เป็นแบบ Pseudo zero order โดยมี อัตราการสลายตัวคงที่ (k) ในระดับ ความเชื่อมั่น 95 % ($k \pm t_{.05} S_k$) ที่ 50°C (▲) เท่ากับ 5.854 ± 0.883 ที่ 55°C (▼) เท่ากับ 7.281 ± 2.61 และที่ 65°C (●) เท่ากับ 5.276 ± 1.524



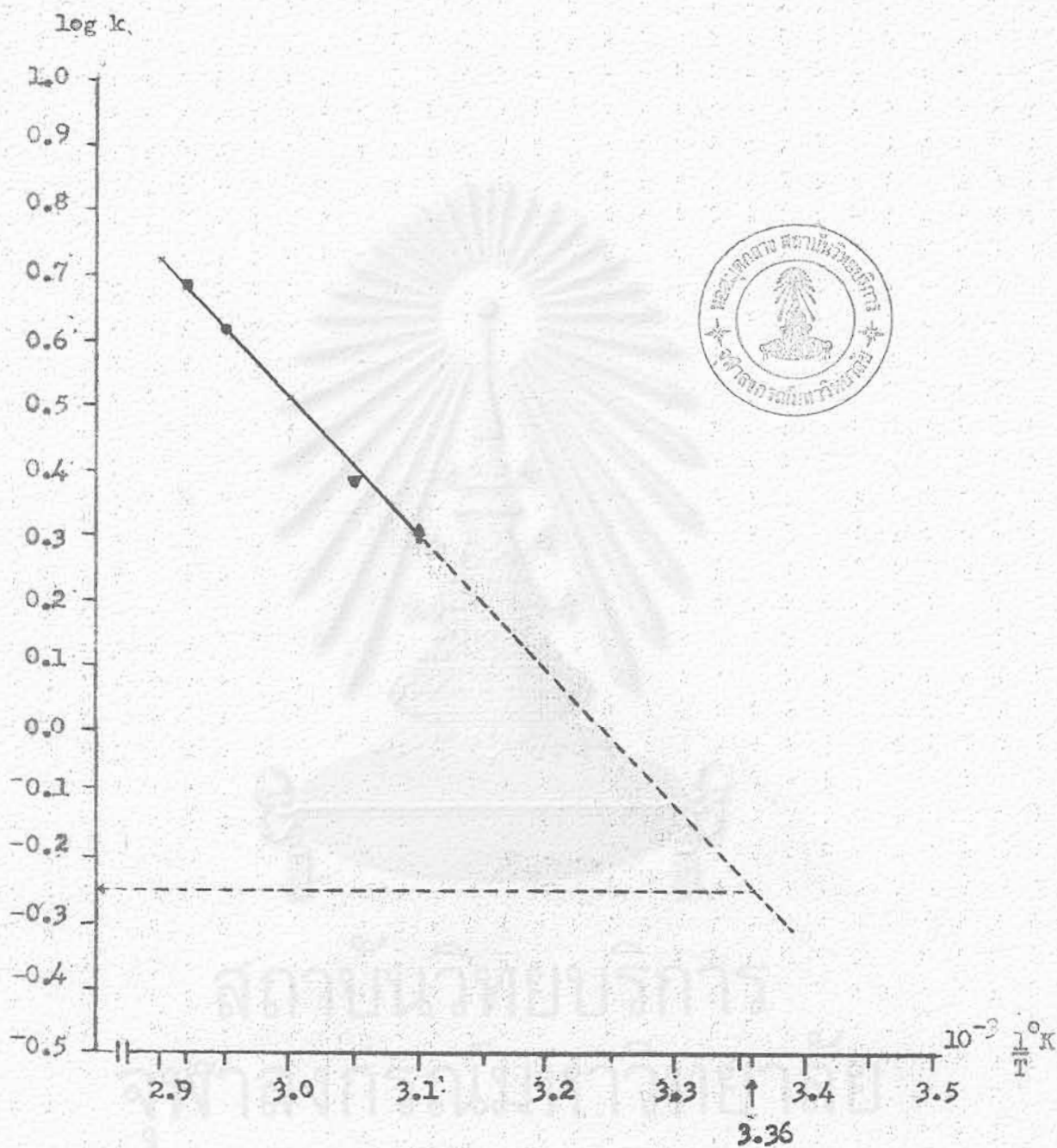
รูปที่ 22 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในน้ำสำเร็จรูป คำนวณ Δ ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (Δ), 55°C (∇), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare) ทำในตู้เย็นที่อุณหภูมิคงที่ ทำการวัดไปจนถึง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.1054 ± 0.1308 หรือ k เท่ากับ 0.7846



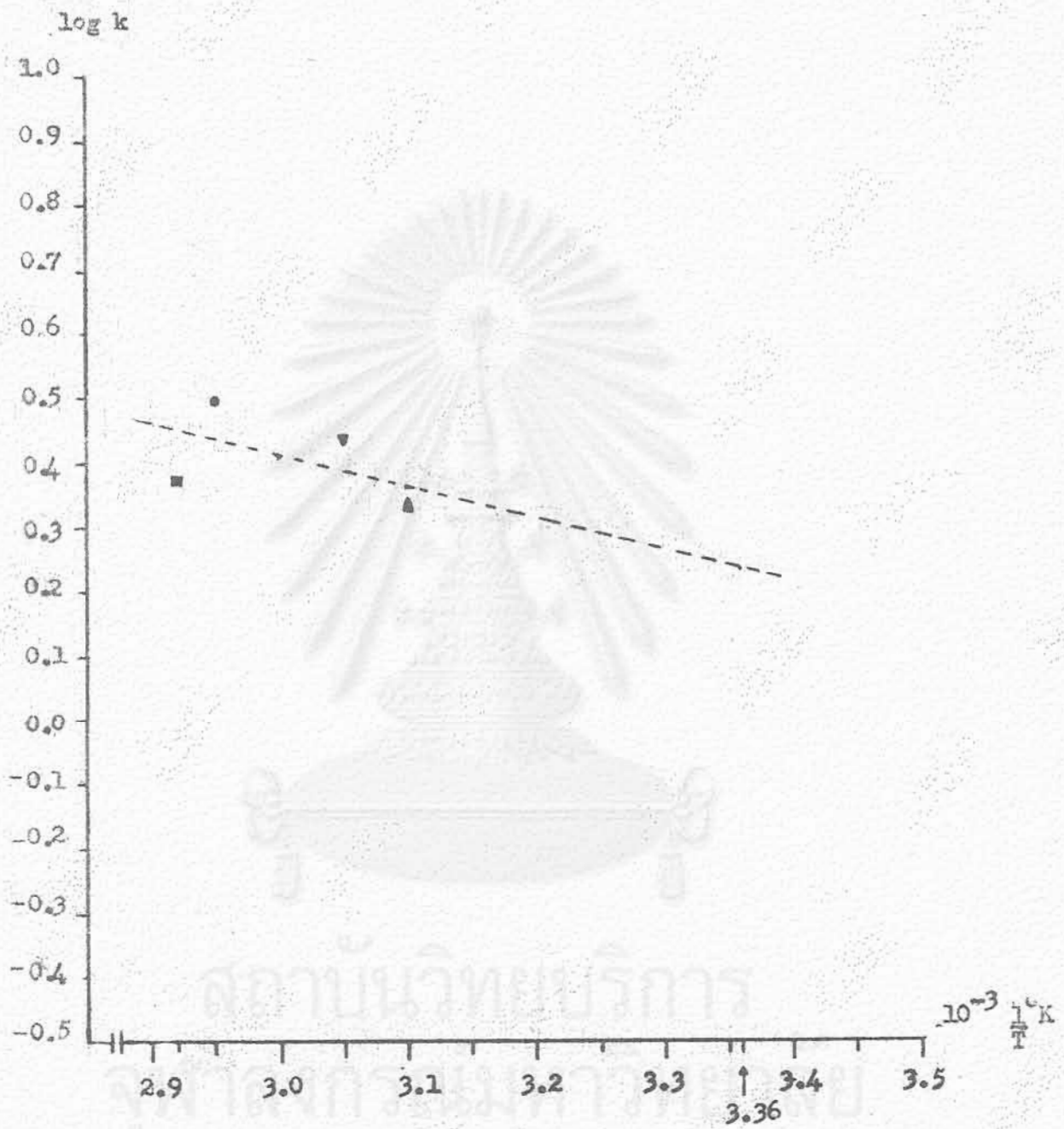
รูปที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ B
 ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (\blacktriangle), 55°C (\blacktriangledown), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare)
 ทำในตู้รักษาการสลายตัวคงที่ ที่ลดการไปบัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.3364 ± 0.3665
 หรือ k เท่ากับ 0.4609



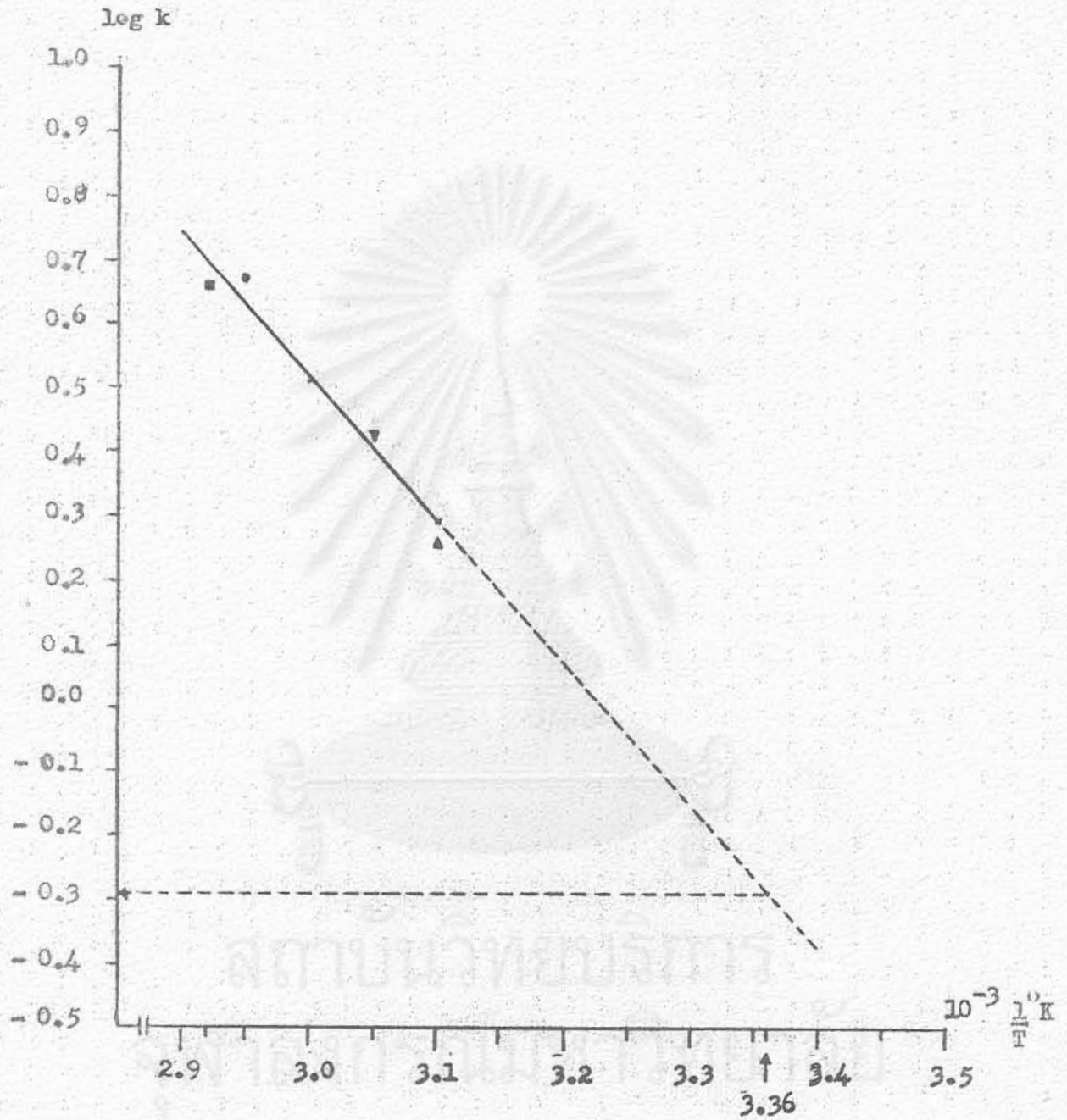
รูปที่ 24 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำกับ C
 ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■)
 ทำในได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx 0.05$ เท่ากับ -0.2533 ± 0.2970
 หรือ k เท่ากับ 0.5581



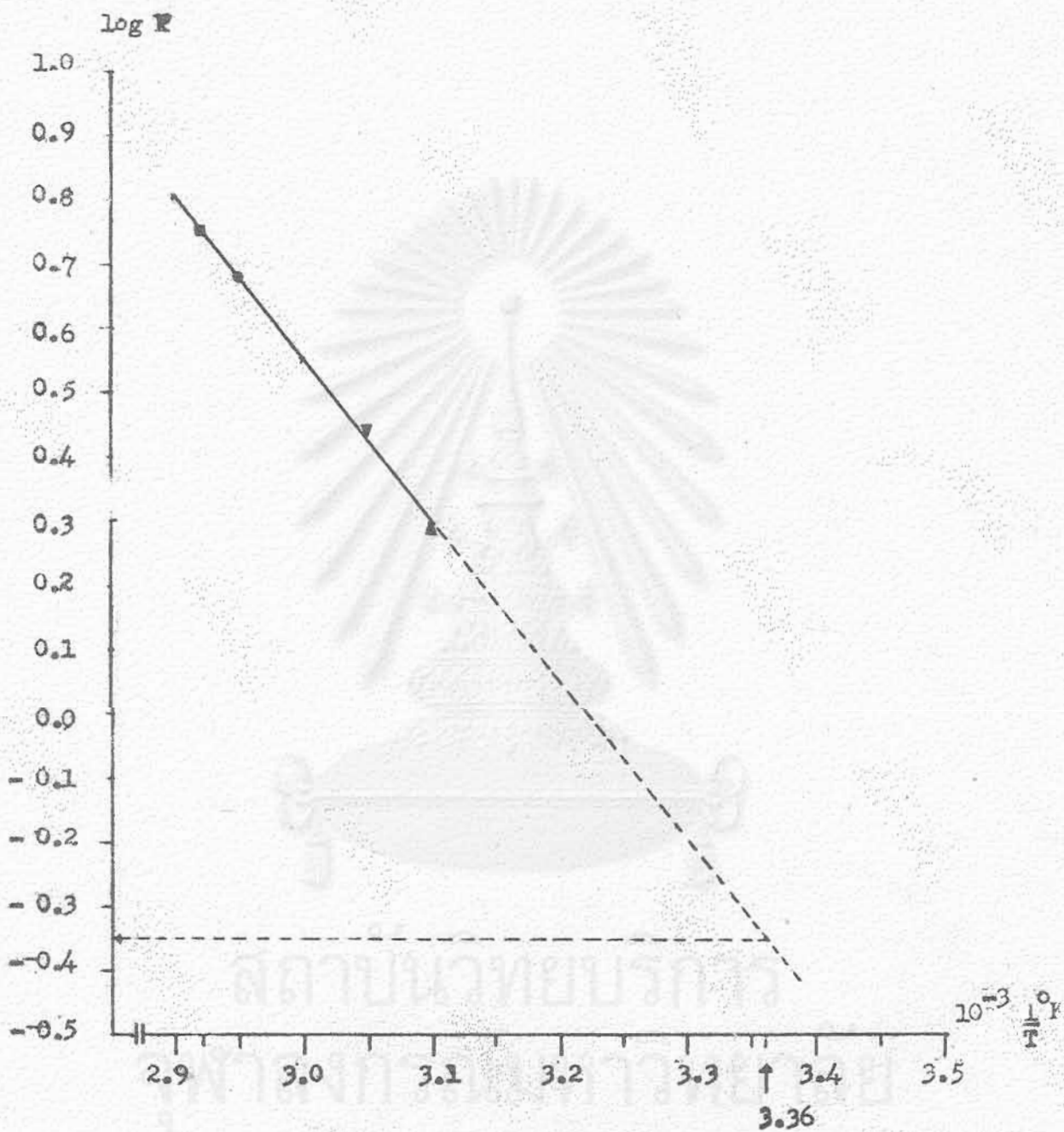
รูปที่ 25 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในขนาน้ำสำเร็จรูป คำหรับ D
 ต่อ $\frac{1}{T}$ ที่ $50^{\circ}C$ (▲) , $55^{\circ}C$ (▼) , $65^{\circ}C$ (●) , และ $70^{\circ}C$ (■)
 ทำในโถ้อัการการสลายตัวคงที่ ที่การการไปยัง อุณหภูมิห้อง ($25^{\circ}C$ หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.2572 ± 0.1784
 หรือ k เท่ากับ 0.5531



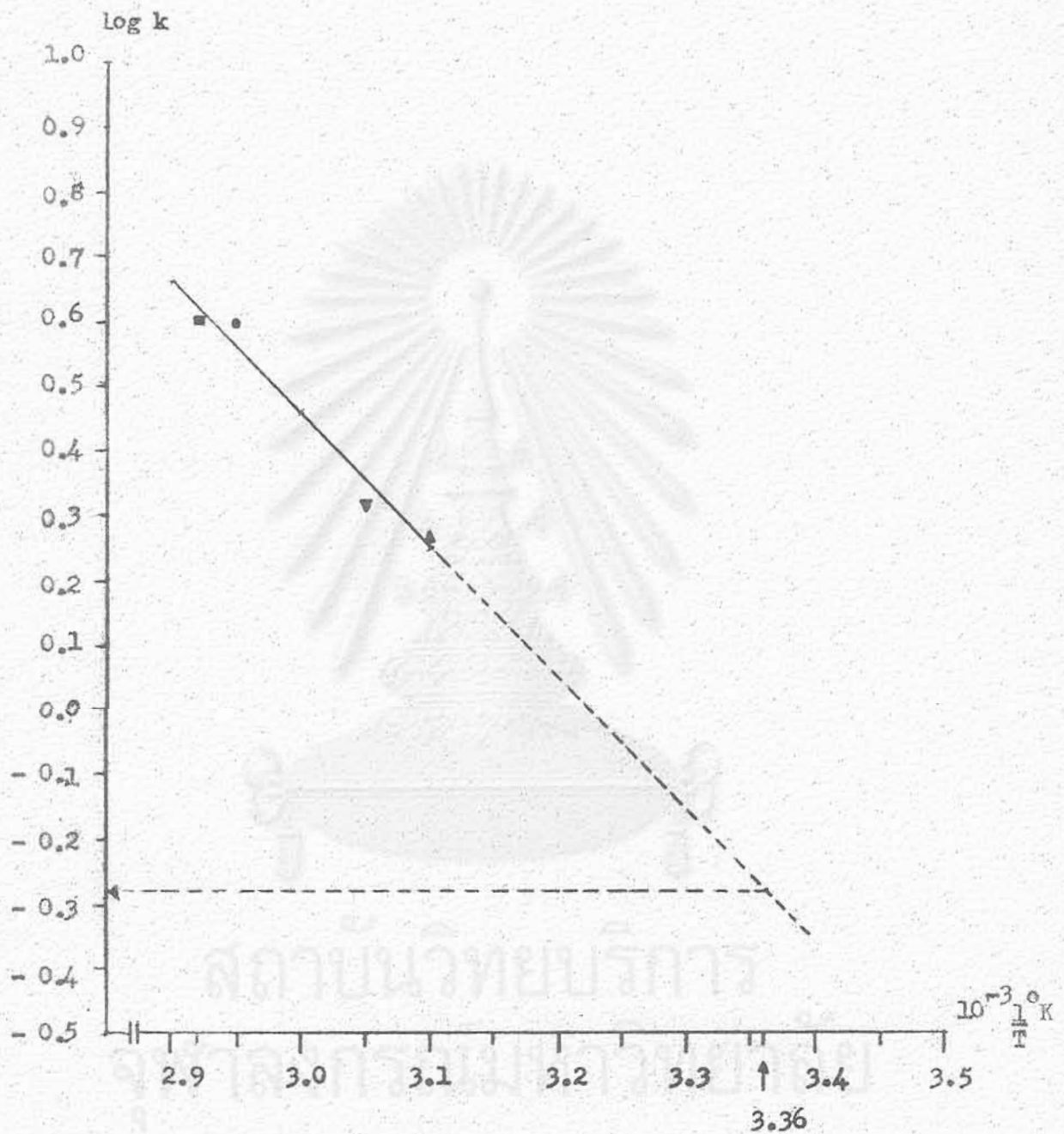
รูปที่ 26 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ E ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲) , 55°C (▼) , 65°C (●) , และ 70°C (■) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ _____ หรือ k เท่ากับ _____



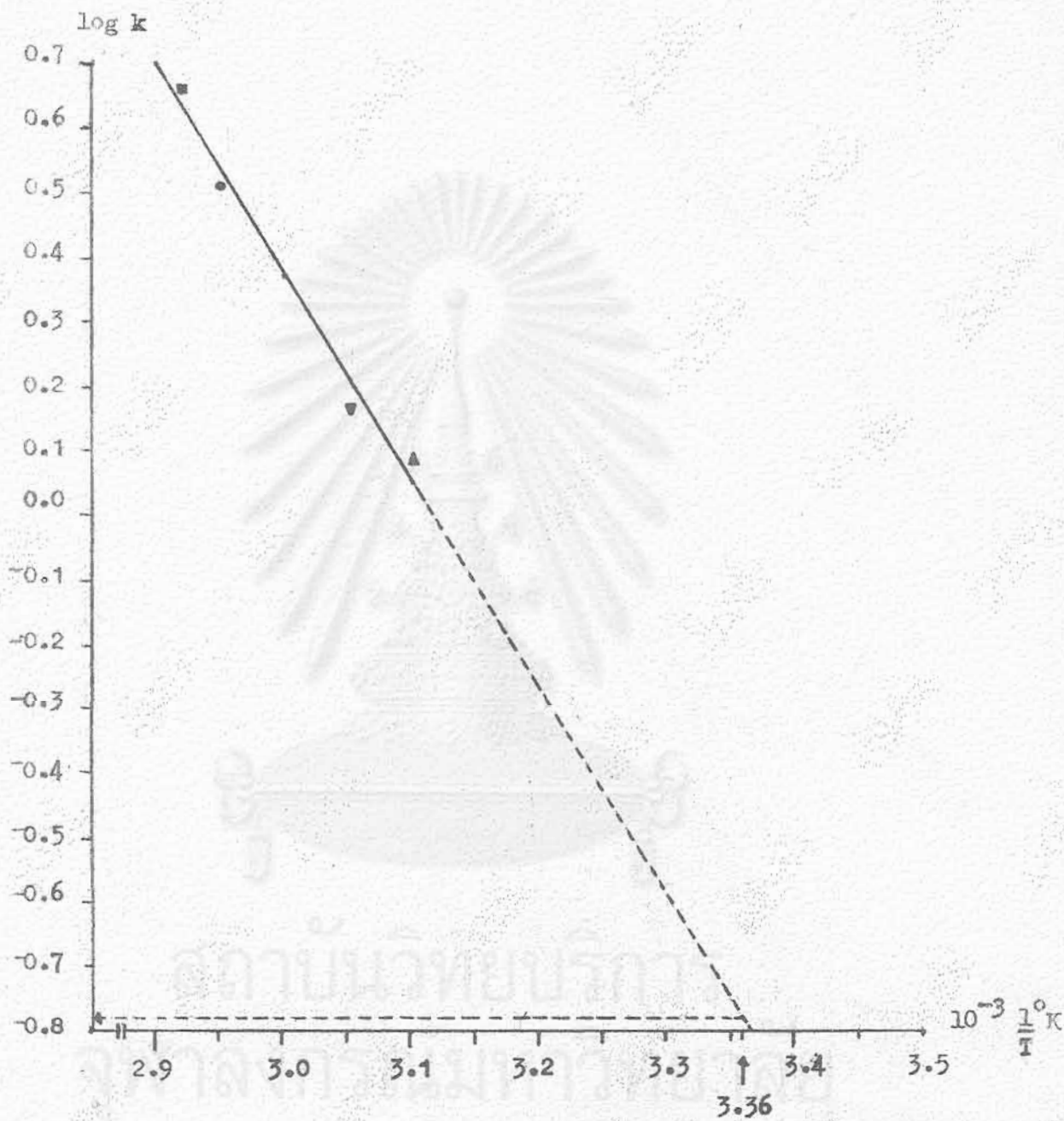
รูปที่ 27 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ F คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.2995 ± 0.5201 หรือ k เท่ากับ 0.5018



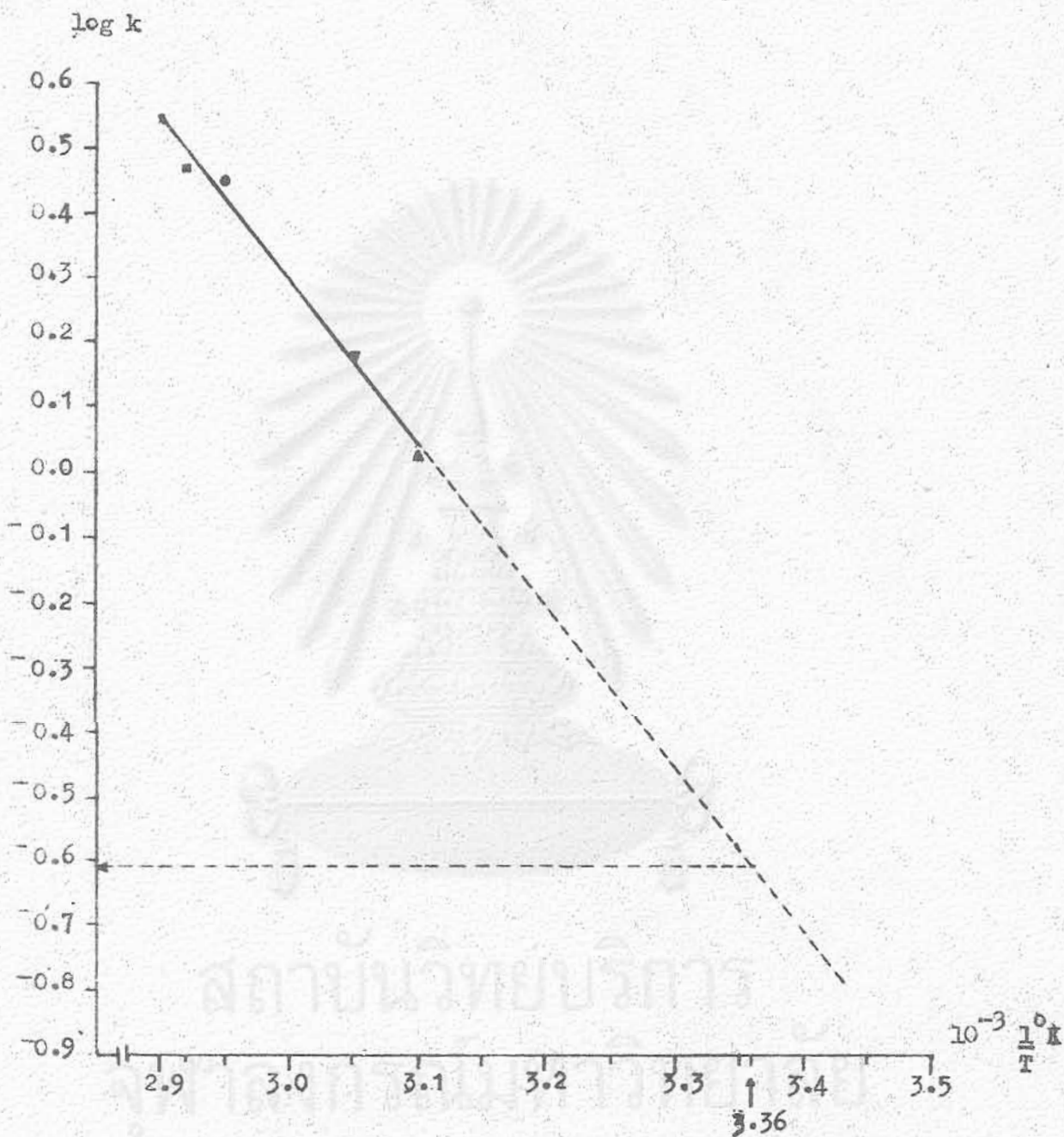
รูปที่ 28 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ G ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (Δ), 55°C (∇), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare)
 ทำในตู้เย็นที่การสลายตัวคงที่ ที่ค่าการไปยั้ง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx -0.35$ เท่ากับ -0.3542 ± 0.1620
 หรือ k เท่ากับ 0.4424



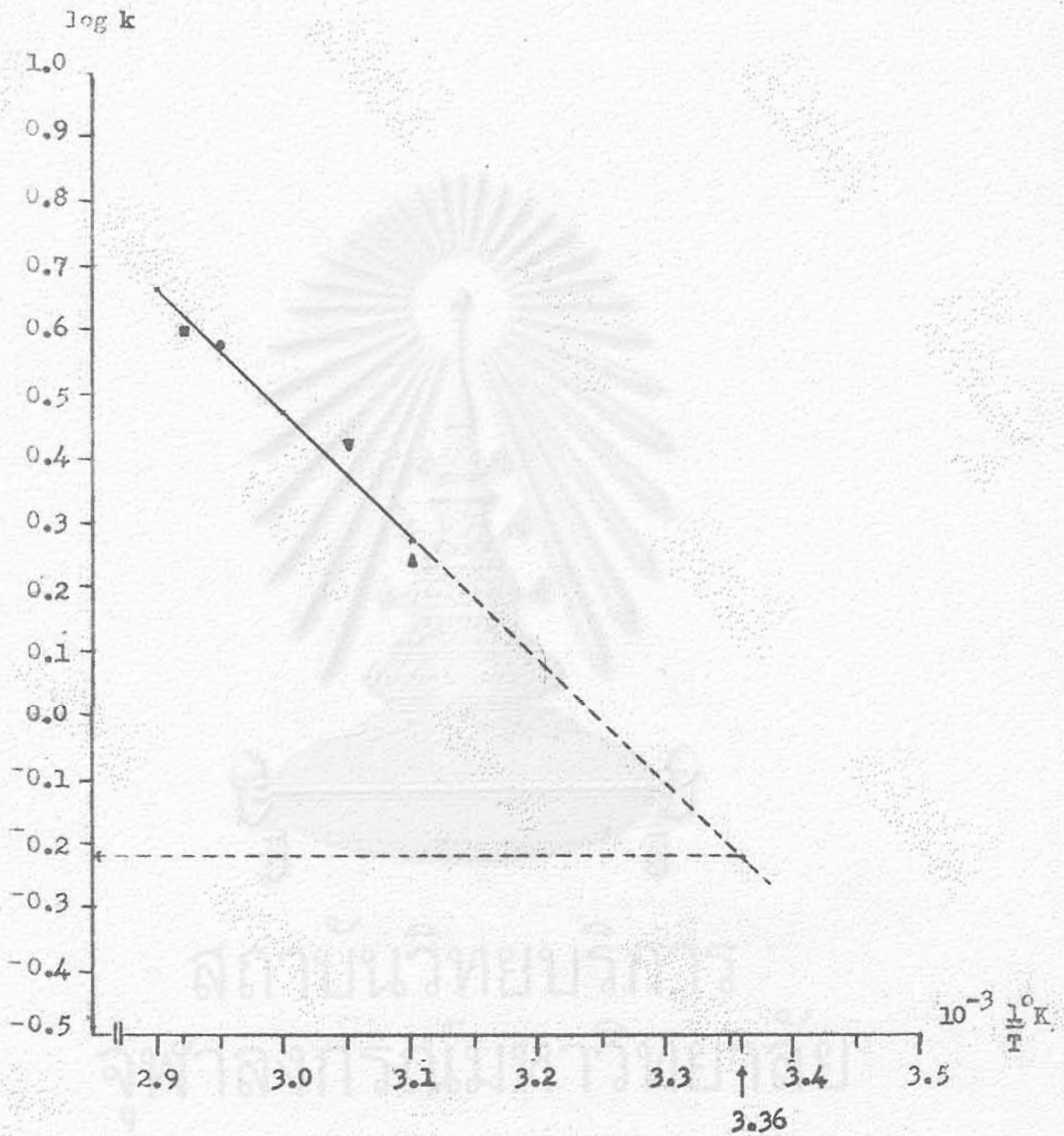
รูปที่ 29 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ H ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲) , 55°C (▼) , 65°C (●) , และ 70°C (■) ทำในโถ้อุณหภูมิคงที่ ที่ทำการไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx 0.05$ เท่ากับ -0.2707 ± 0.4786 หรือ k เท่ากับ 0.5362



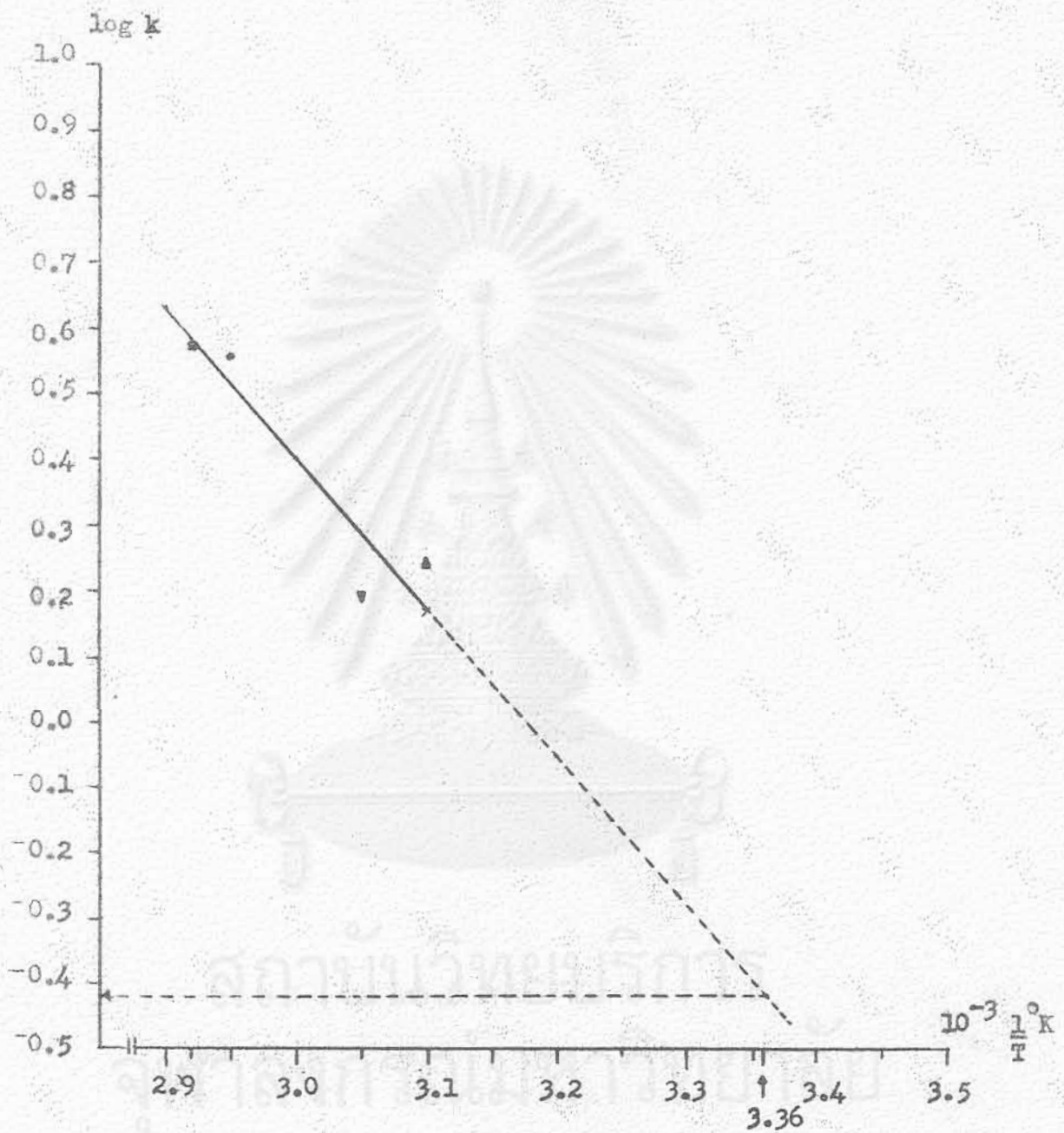
รูปที่ 30 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ I
 ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲) , 55°C (▼) , 65°C (●) , และ 70°C (■)
 ทำให้ได้กราฟการสลายตัววงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx 0.05$ เท่ากับ -0.7727 ± 0.4681
 หรือ k เท่ากับ 0.1688



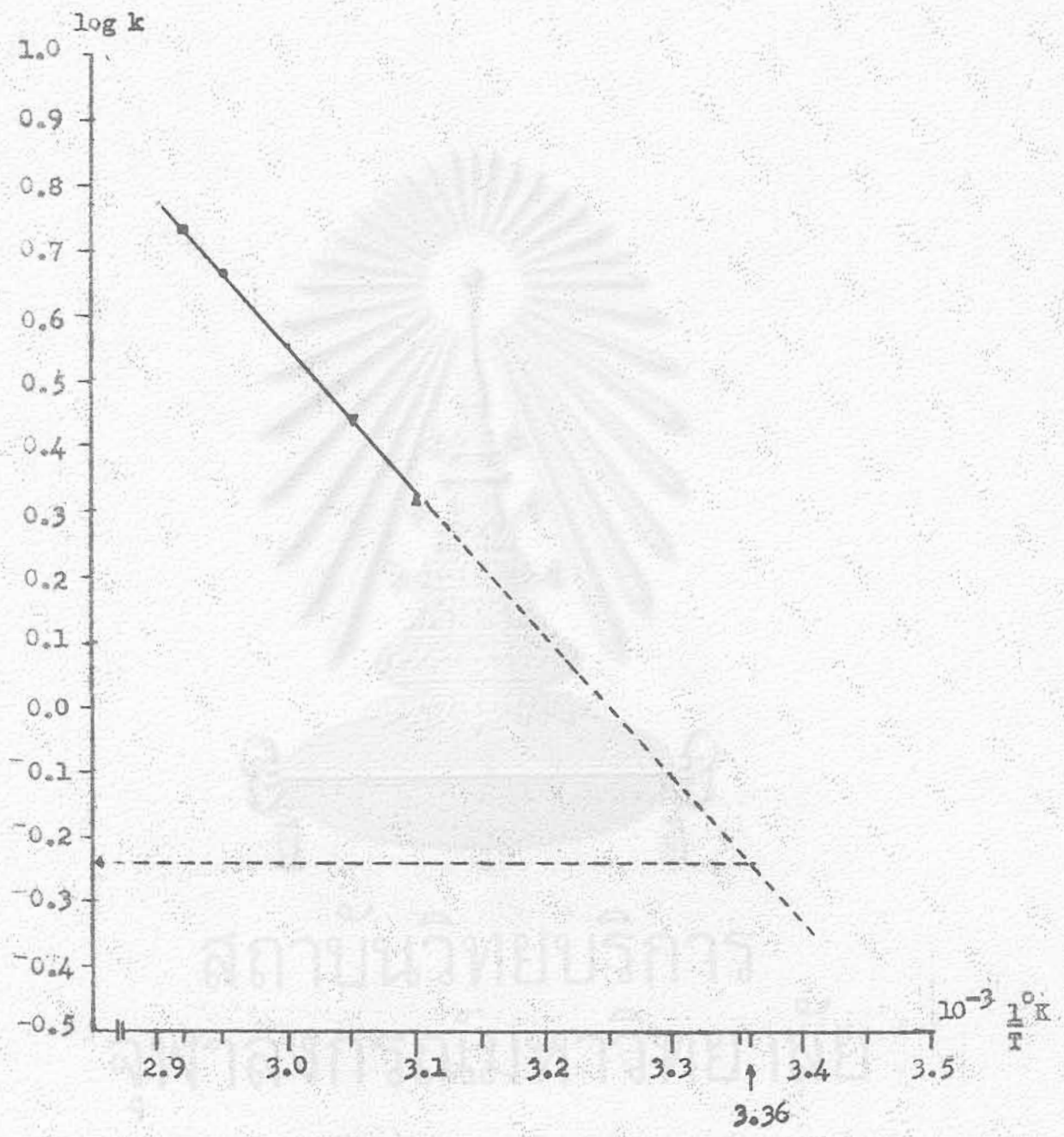
รูปที่ 31 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ J คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.6019 ± 0.3187 หรือ k เท่ากับ 0.2501



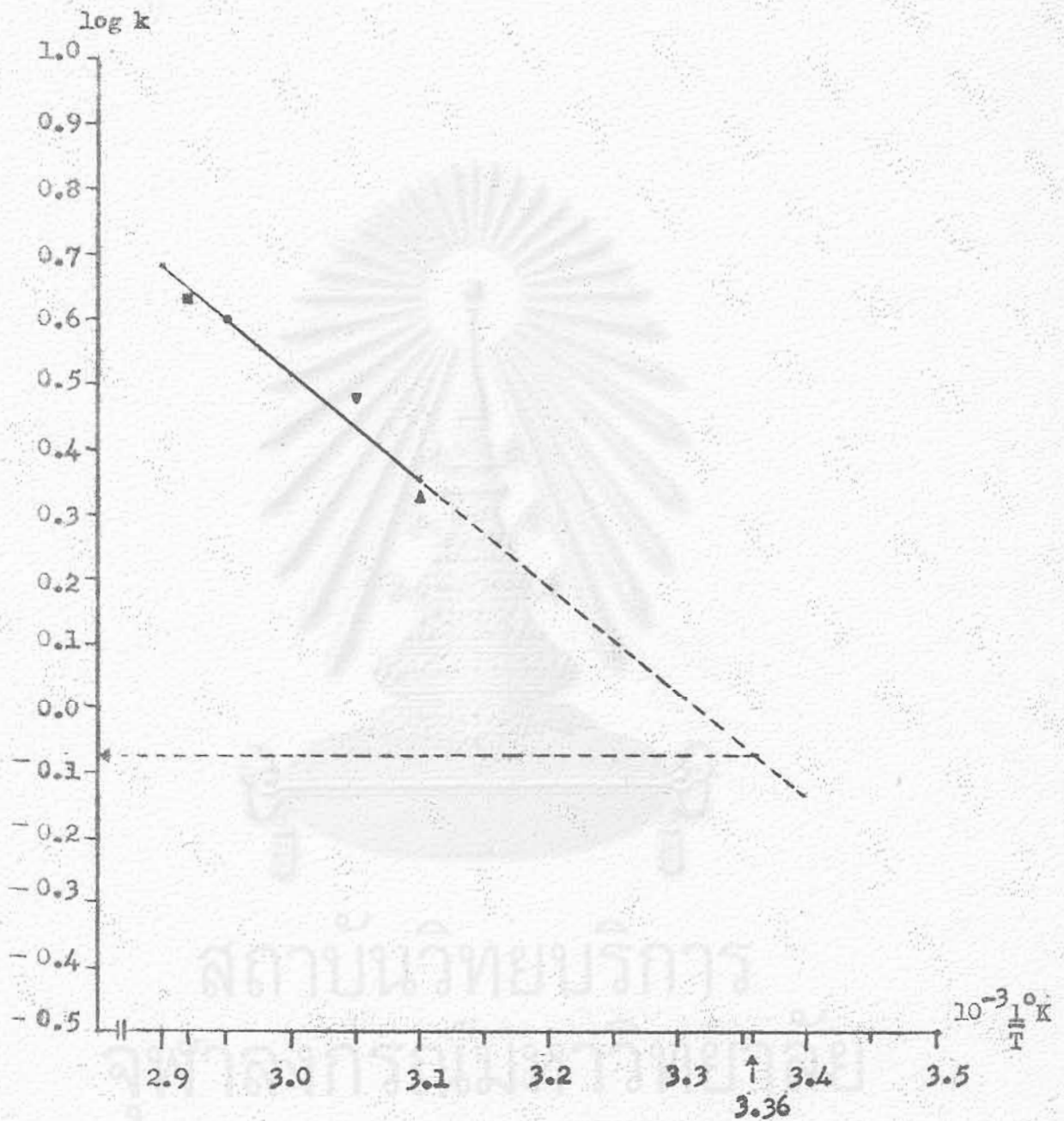
รูปที่ 32 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่าหับ K คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำในได้อุณหภูมิการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.2293 ± 0.4872 หรือ k เท่ากับ 0.5898



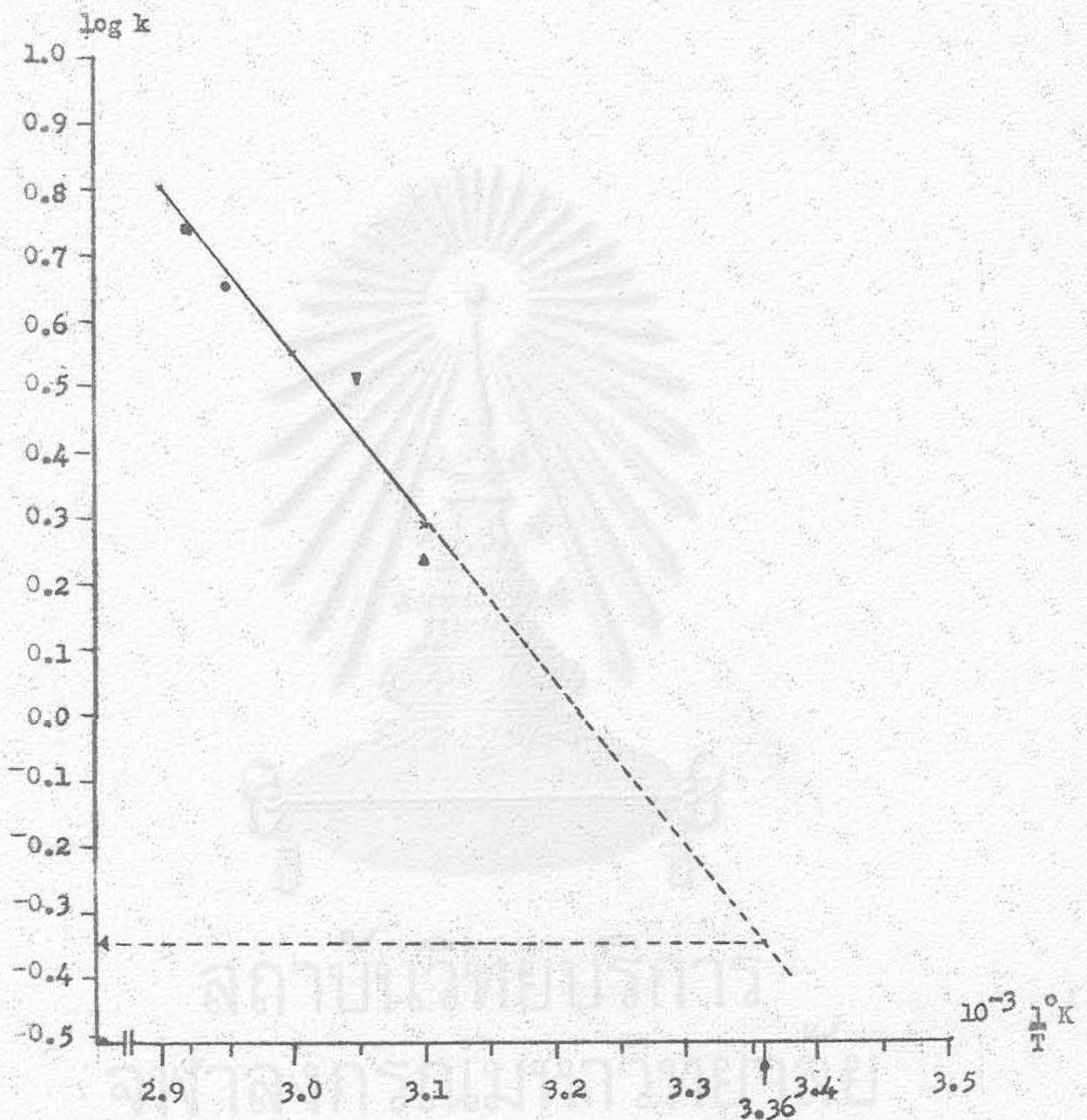
รูปที่ 33 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ L คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำในโคอีตราการสลายตัวของที่ทำการไปนึ่ง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.4106 ± 0.9701 หรือ k เท่ากับ 0.3885



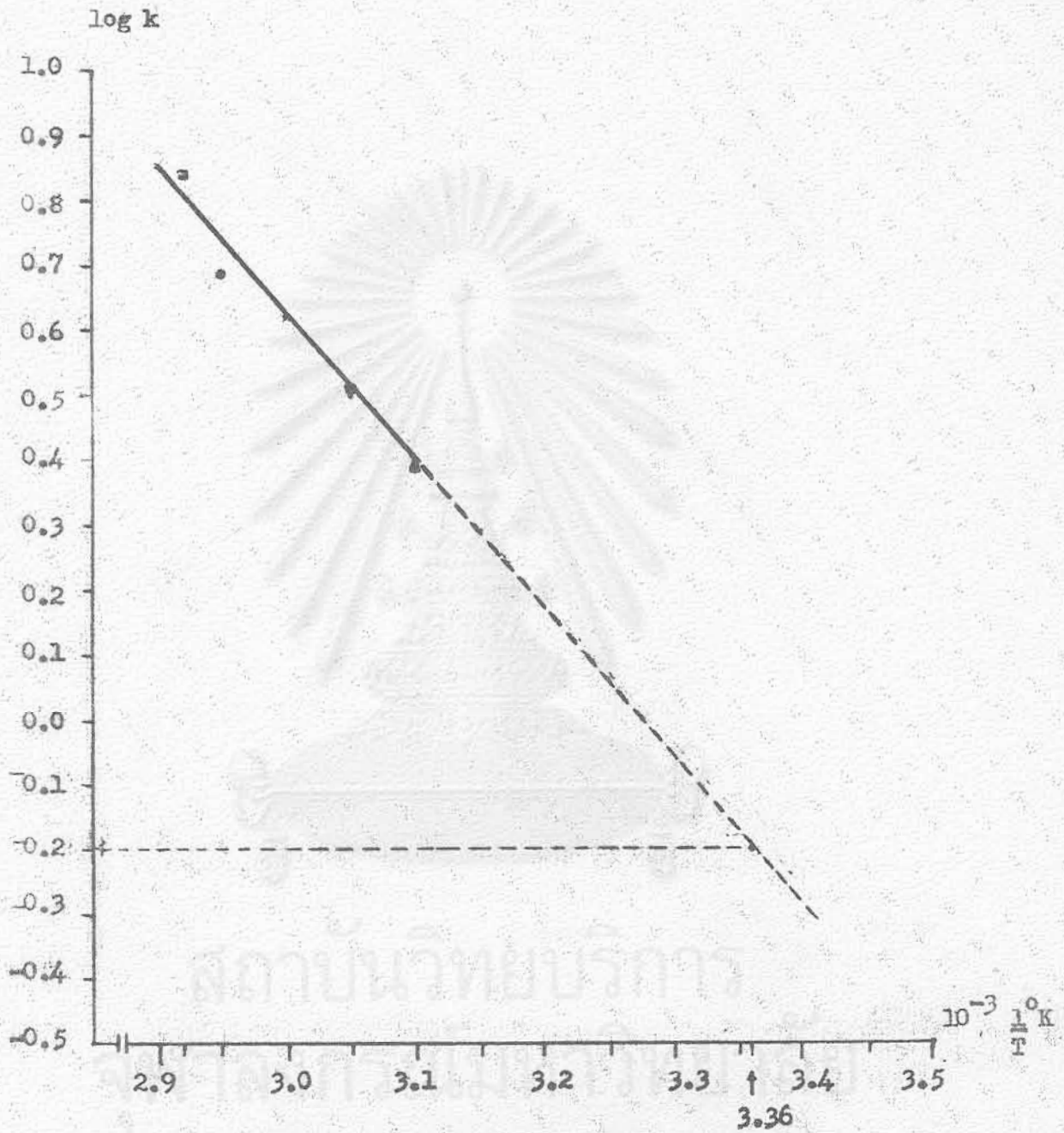
รูปที่ 34 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ M ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (\blacktriangle), 55°C (\blacktriangledown), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare) ทำให้ได้กราฟการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.2525 ± 0.0106 หรือ k เท่ากับ 0.5591



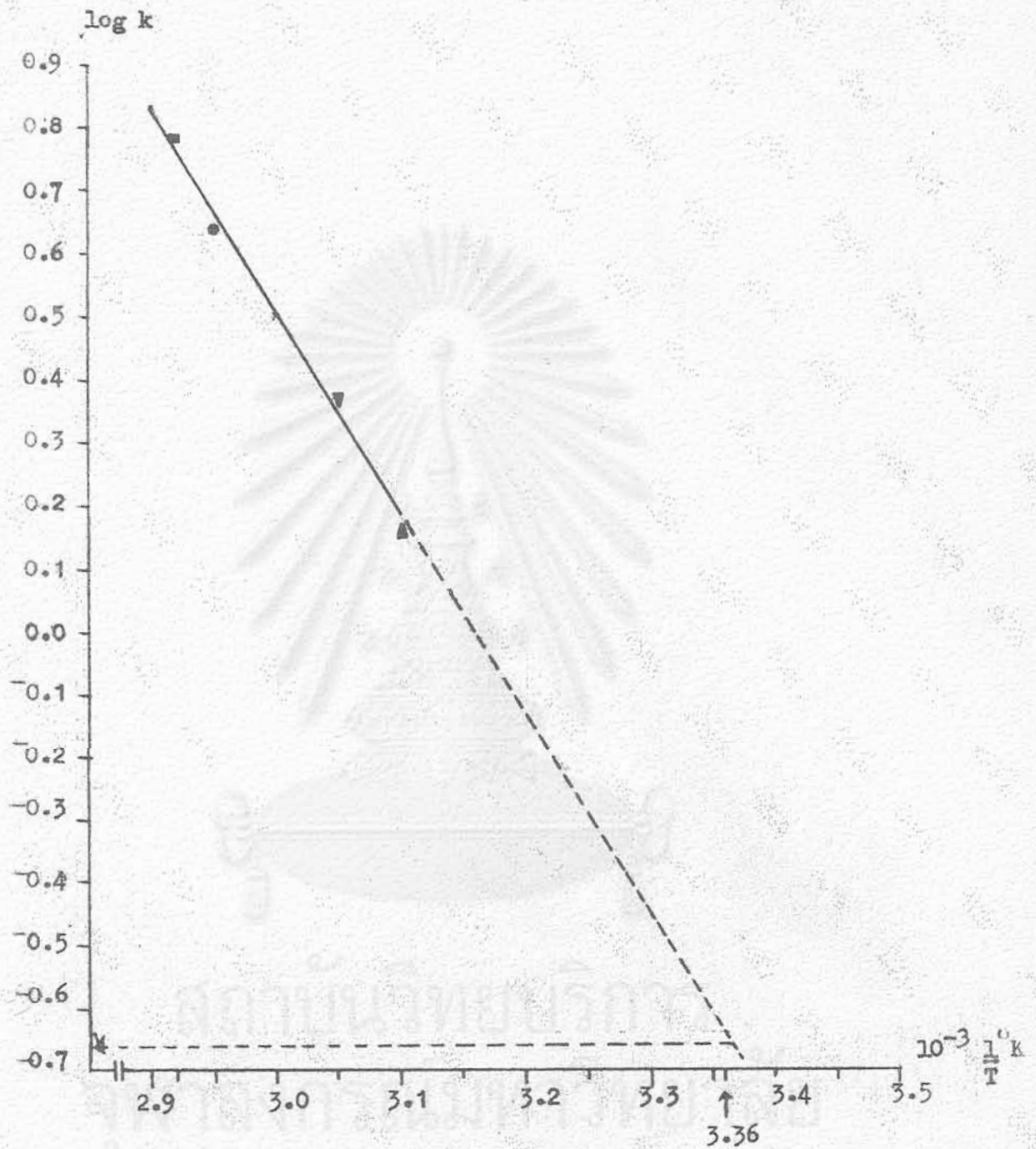
รูปที่ 35 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ที่ได้รับ N
 ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (\blacktriangle), 55°C (\blacktriangledown), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare)
 ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx -0.05$ เท่ากับ -0.0665 ± 0.4220
 หรือ k เท่ากับ 0.8580



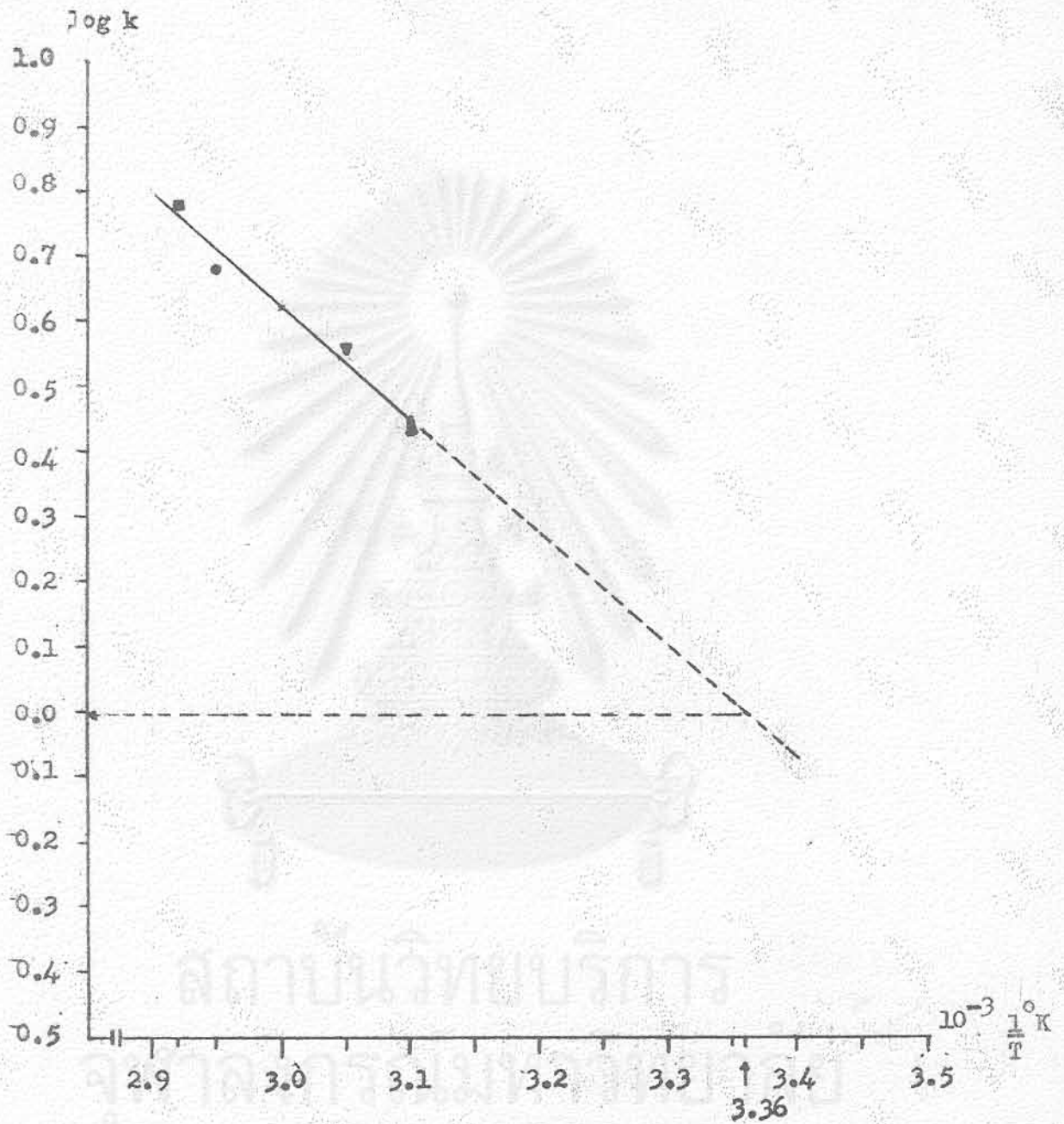
รูปที่ 36 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำนวณ 0
 ต่อ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■)
 ทำในโถ้อุณหภูมิหลายตัวคงที่ ที่ทำการไปนึ่ง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.3690 ± 0.8666
 หรือ k เท่ากับ 0.4276



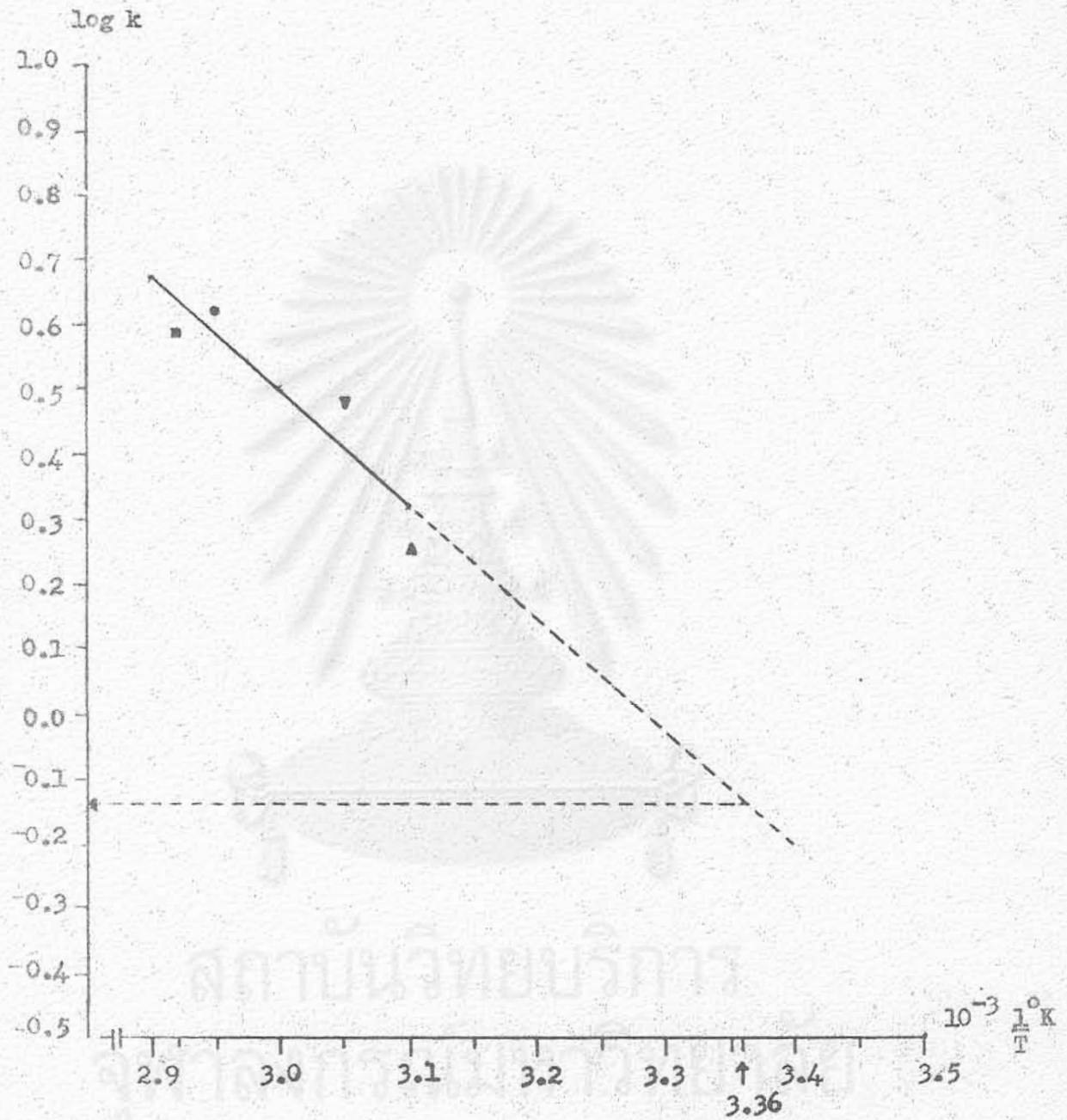
รูปที่ 37 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป คำกับ P ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (\blacktriangle), 55°C (\blacktriangledown), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare) ทำให้ได้กราฟการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.2050 ± 0.4469 หรือ k เท่ากับ 0.6237



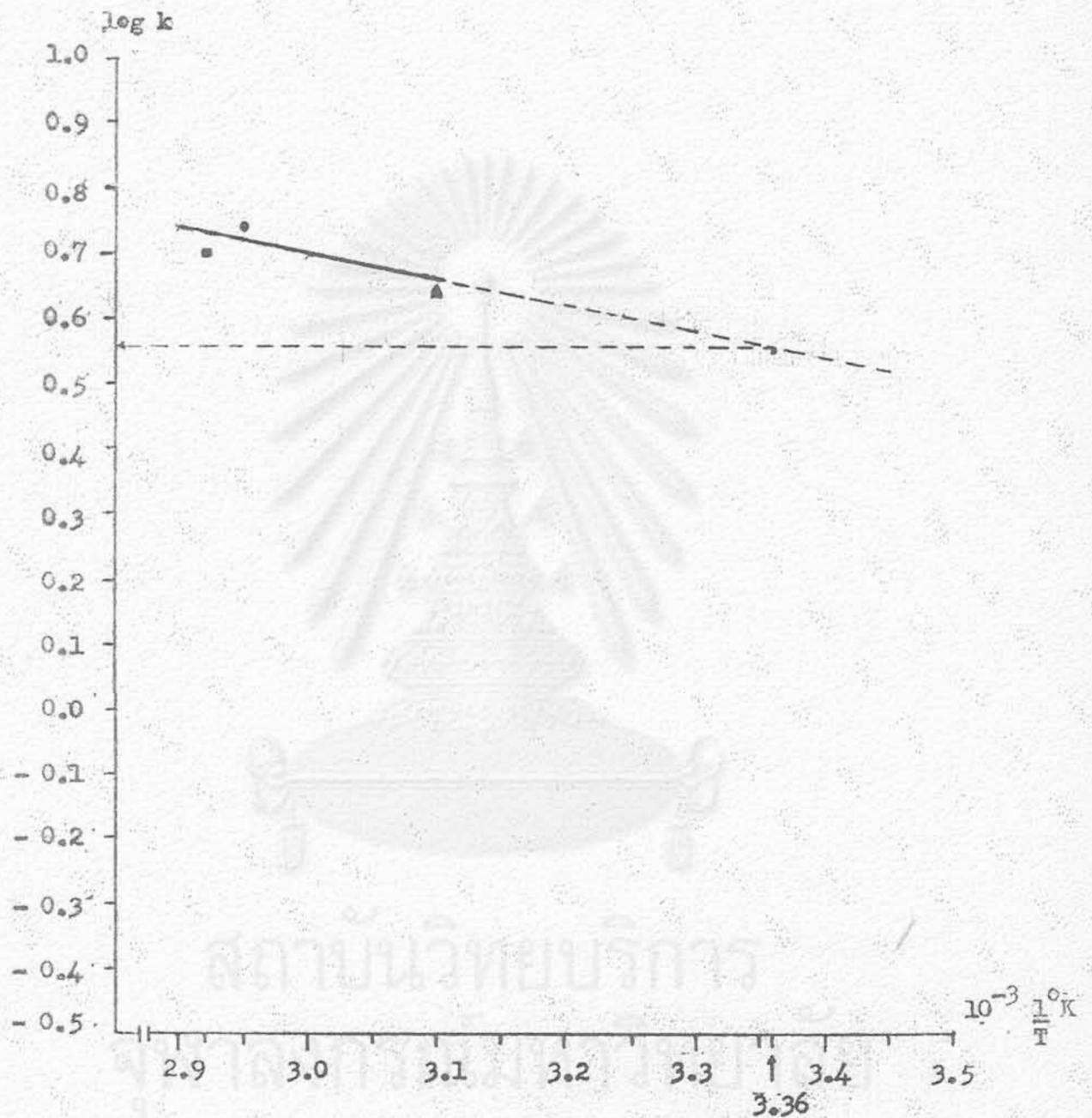
รูปที่ 38 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป สำหรับ Q
 คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■)
 ทำในโคอ์คราการสอบทั่วคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ
 $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.6712 ± 0.3276
 หรือ k เท่ากับ 0.2132



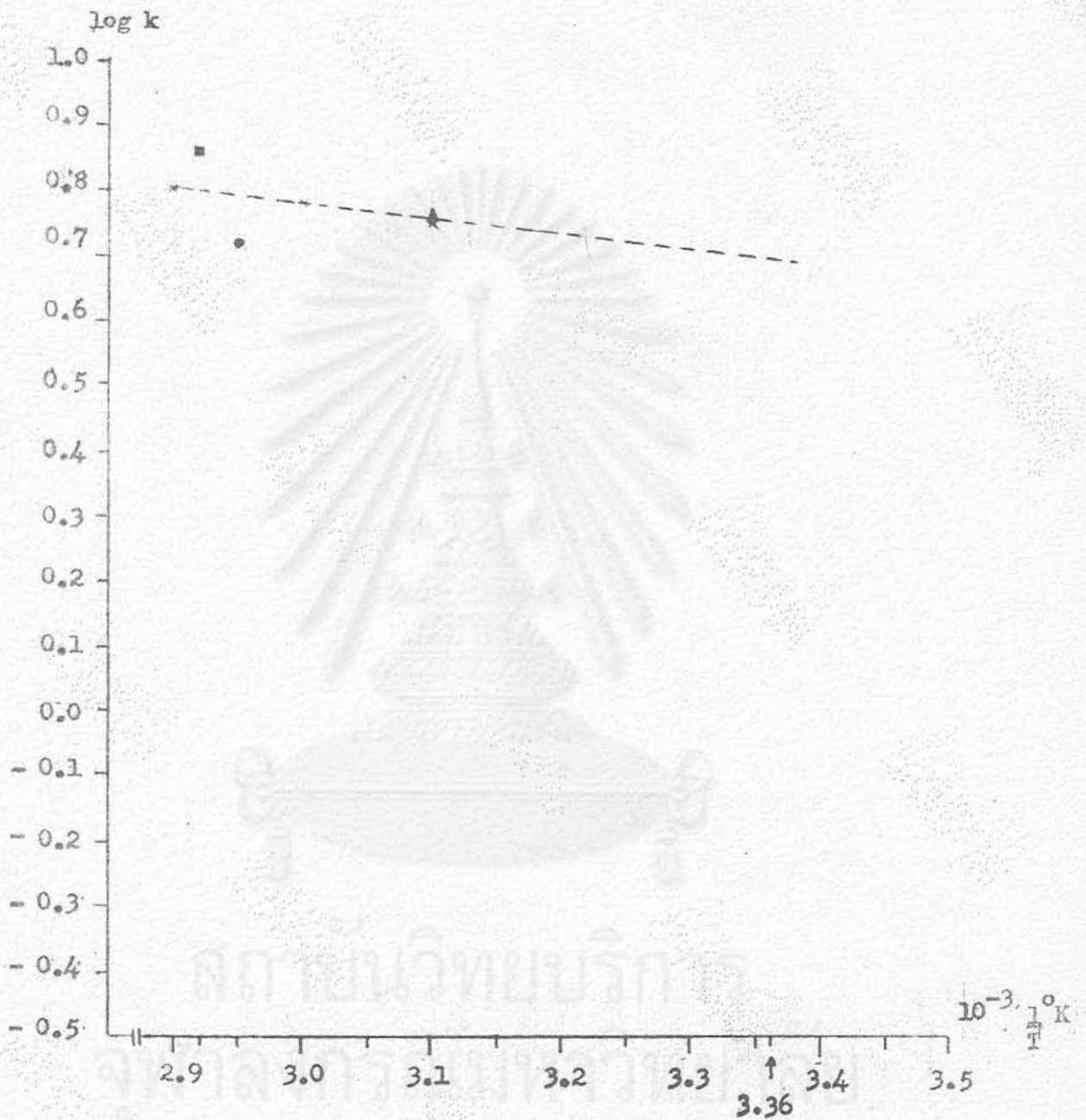
รูปที่ 39 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ R คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲) , 55°C (▼) , 65°C (●) , และ 70°C (■) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx 0.05$ เท่ากับ $+0.0107 \pm 0.3187$ หรือ k เท่ากับ 1.0249



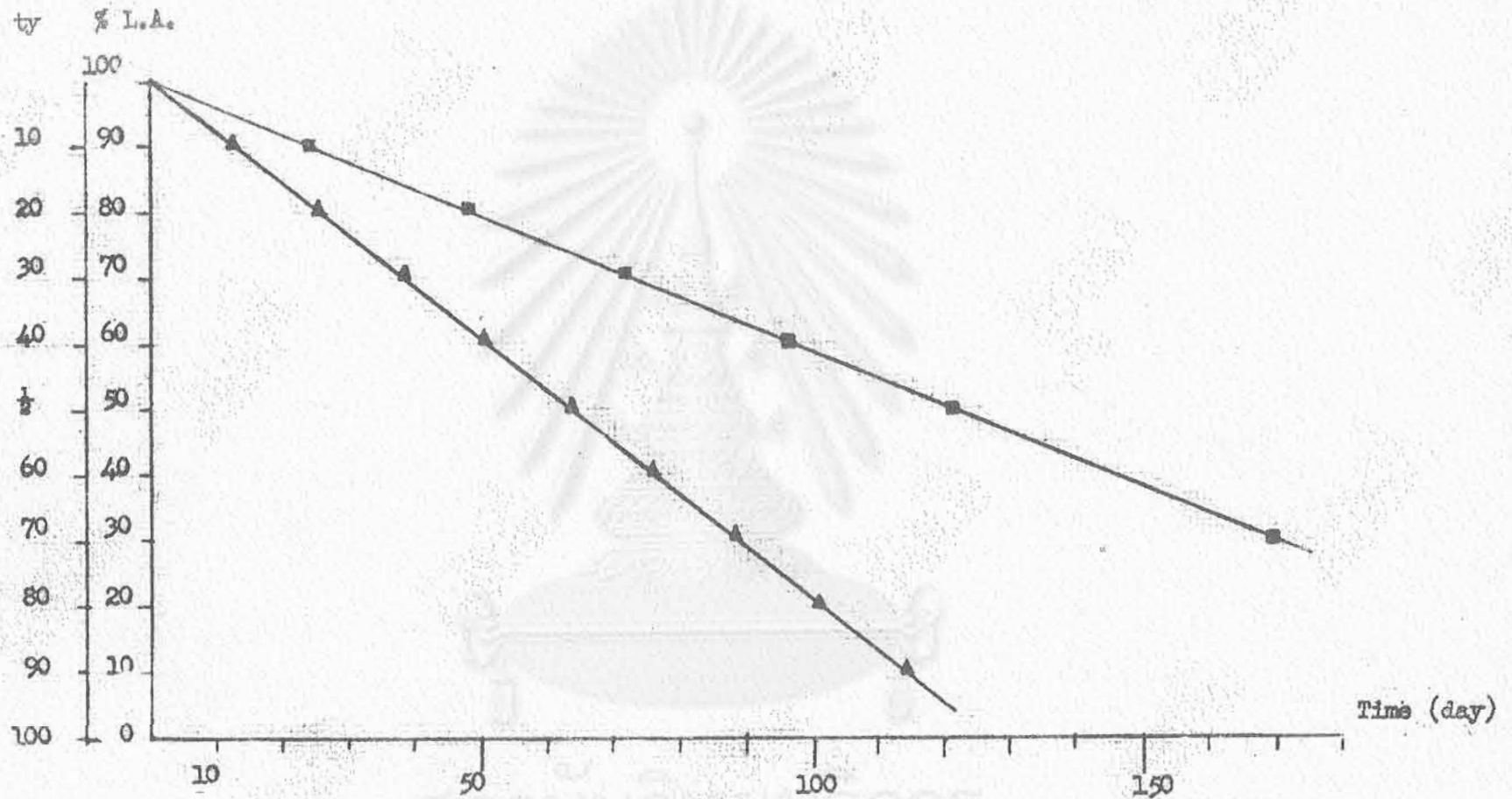
รูปที่ 40 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่ากับ S ที่ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำในโคอีตราการสลายตัวคงที่ ที่ค่าการไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ -0.1425 ± 0.8906 หรือ k เท่ากับ 0.7203



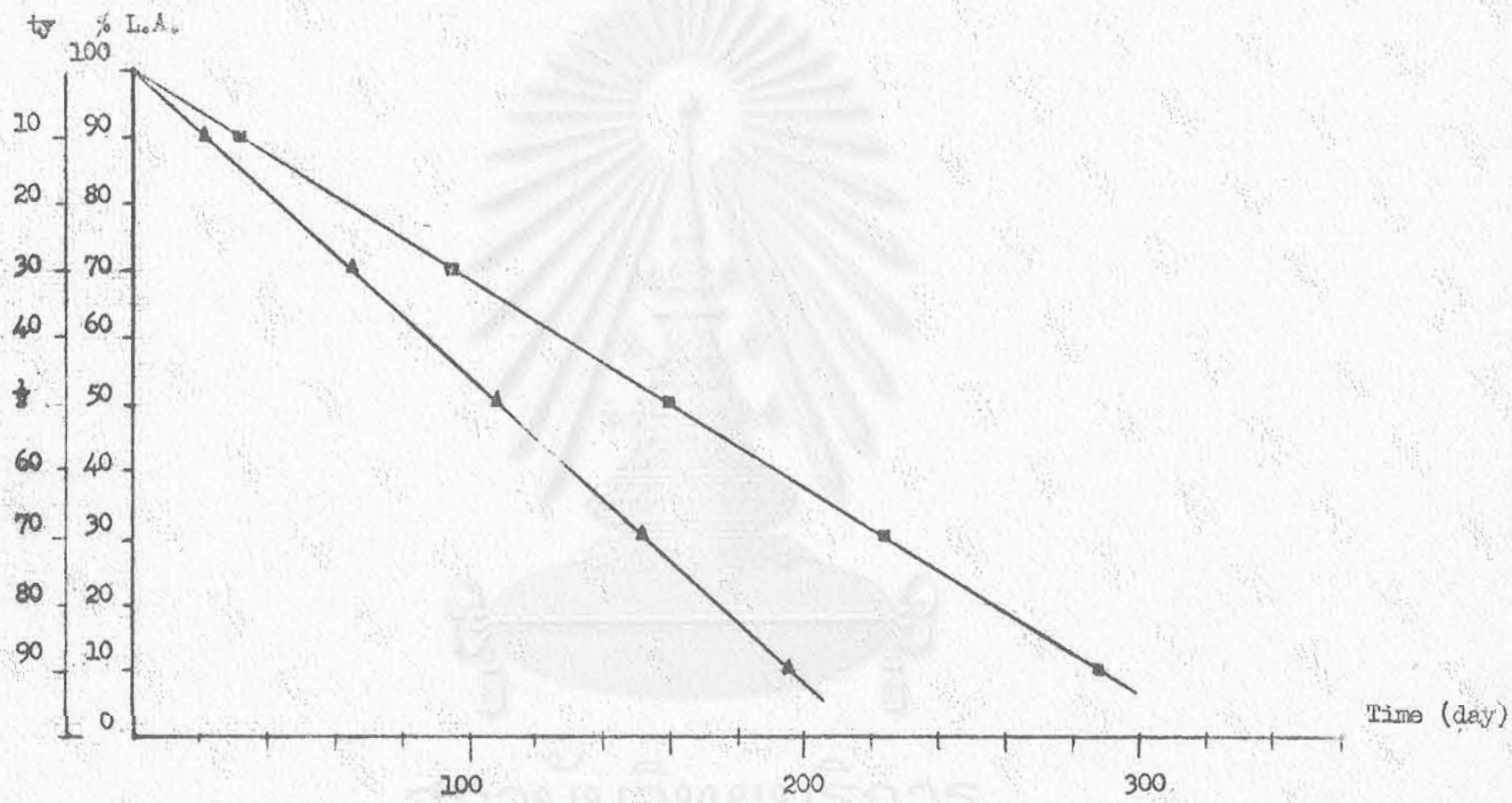
รูปที่ 41 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่าหับ T คือ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (\blacktriangle), 55°C (\blacktriangledown), 65°C (\bullet), และ 70°C (\blacksquare) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \pm 0.05$ เท่ากับ 0.5541 ± 0.3867 หรือ k เท่ากับ 3.5818



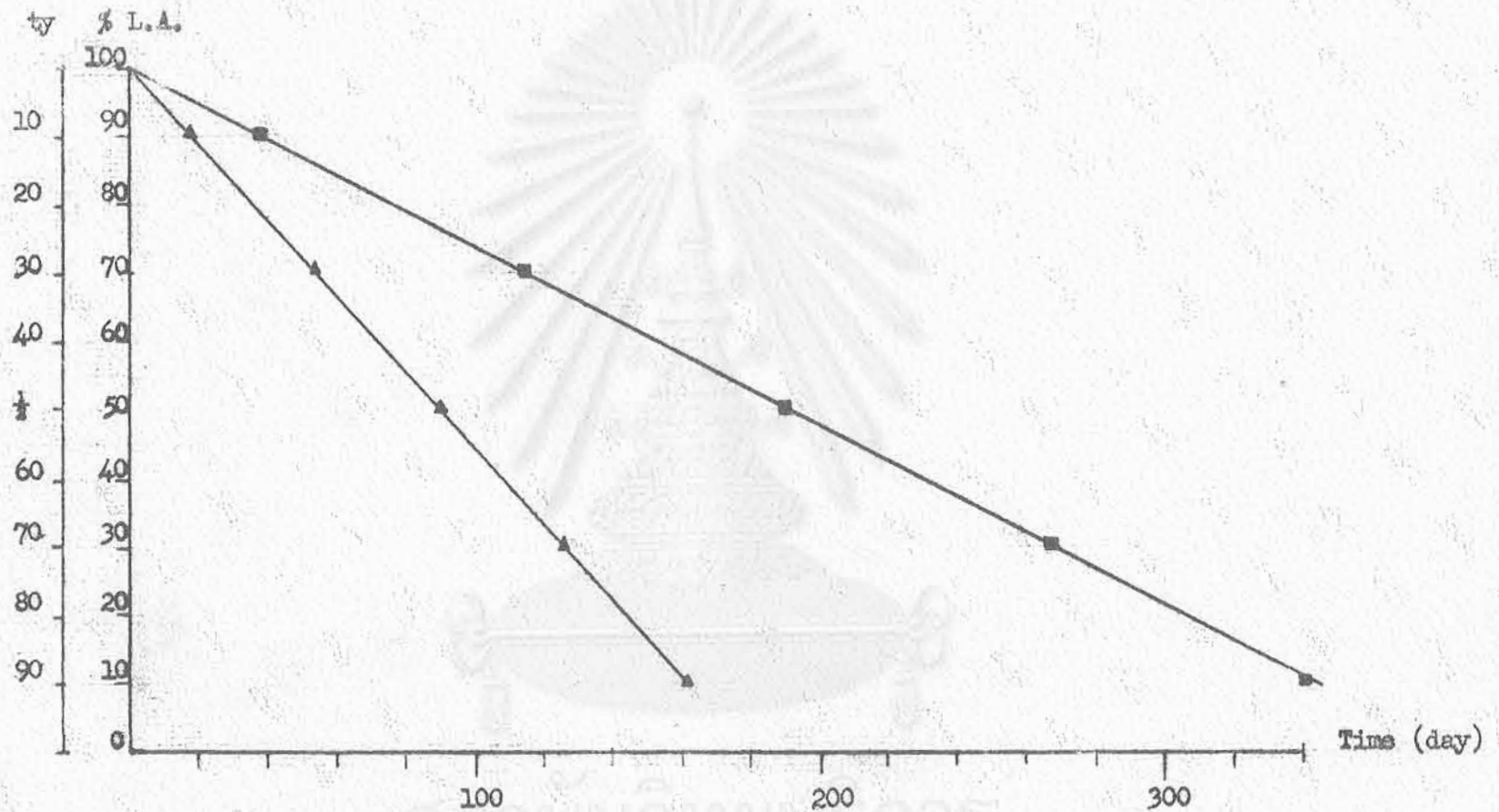
รูปที่ 42 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง $\log k$ ของวิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูป ค่าหับ $\frac{1}{T}$ ที่ 50°C (▲), 55°C (▼), 65°C (●), และ 70°C (■) ทำให้ได้อัตราการสลายตัวคงที่ ที่คาดการณ์ไปยัง อุณหภูมิห้อง (25°C หรือ $\frac{1}{T} = 3.36 \times 10^{-3}$) มีค่า $\log k \approx 0.05$ เท่ากับ — หรือ k เท่ากับ —



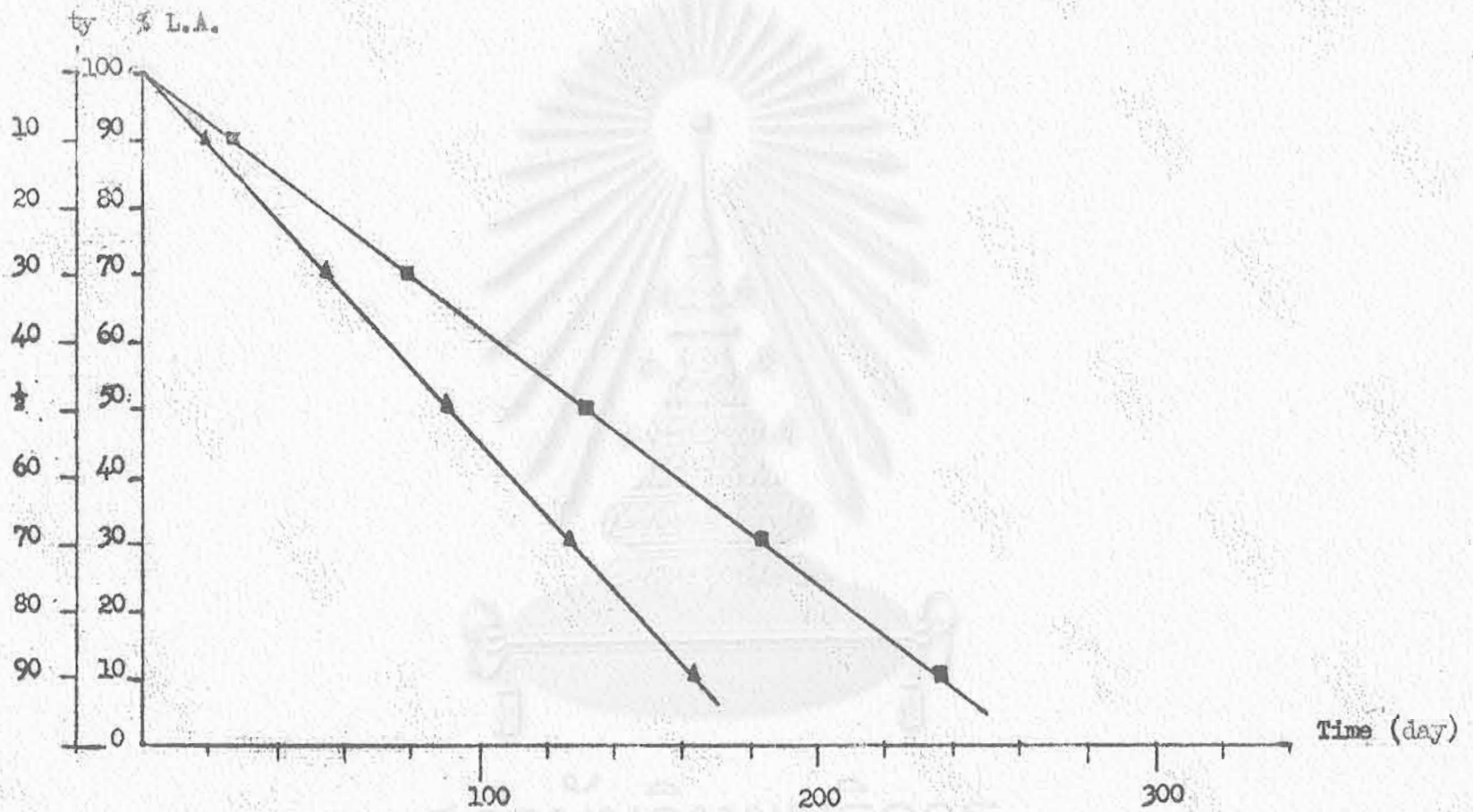
รูปที่ 43 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยอน้ำสำเร็จรูปสำหรับ A จากค่าที่คาดการณ
 โดยขบวนการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.7846$, $t_{1/2} = 63.7$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.4121$
 $t_{1/2} = 121.3$ วัน



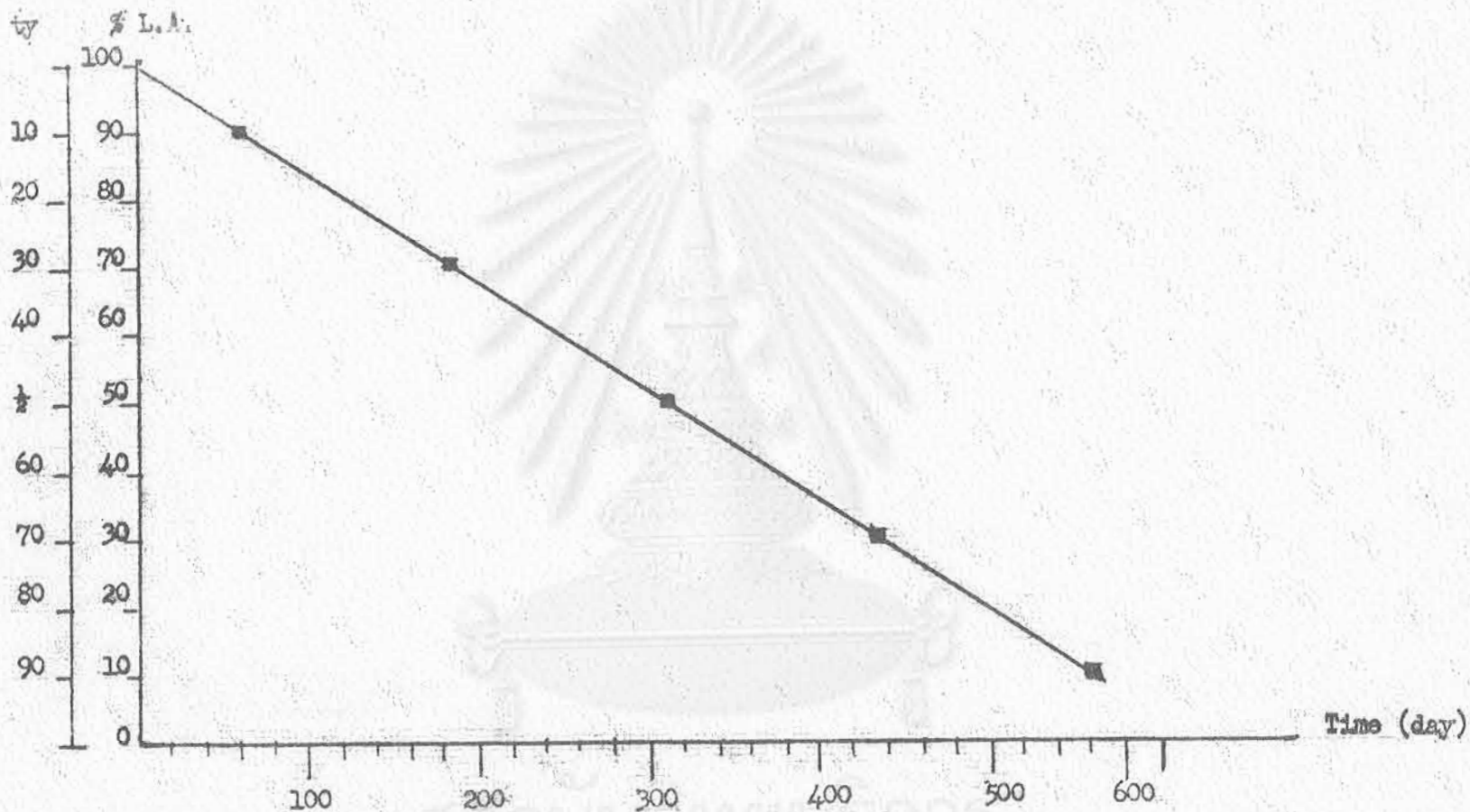
รูปที่ 44 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปค่าหรับ B จากค่าที่ตกการณั
 โดยขบวนการเร่งรัก(▲) มี $k = 0.4609$, $t_{1/2} = 108.5$ วัน
 และค่าที่ไ้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.3112$
 $t_{1/2} = 160.7$ วัน



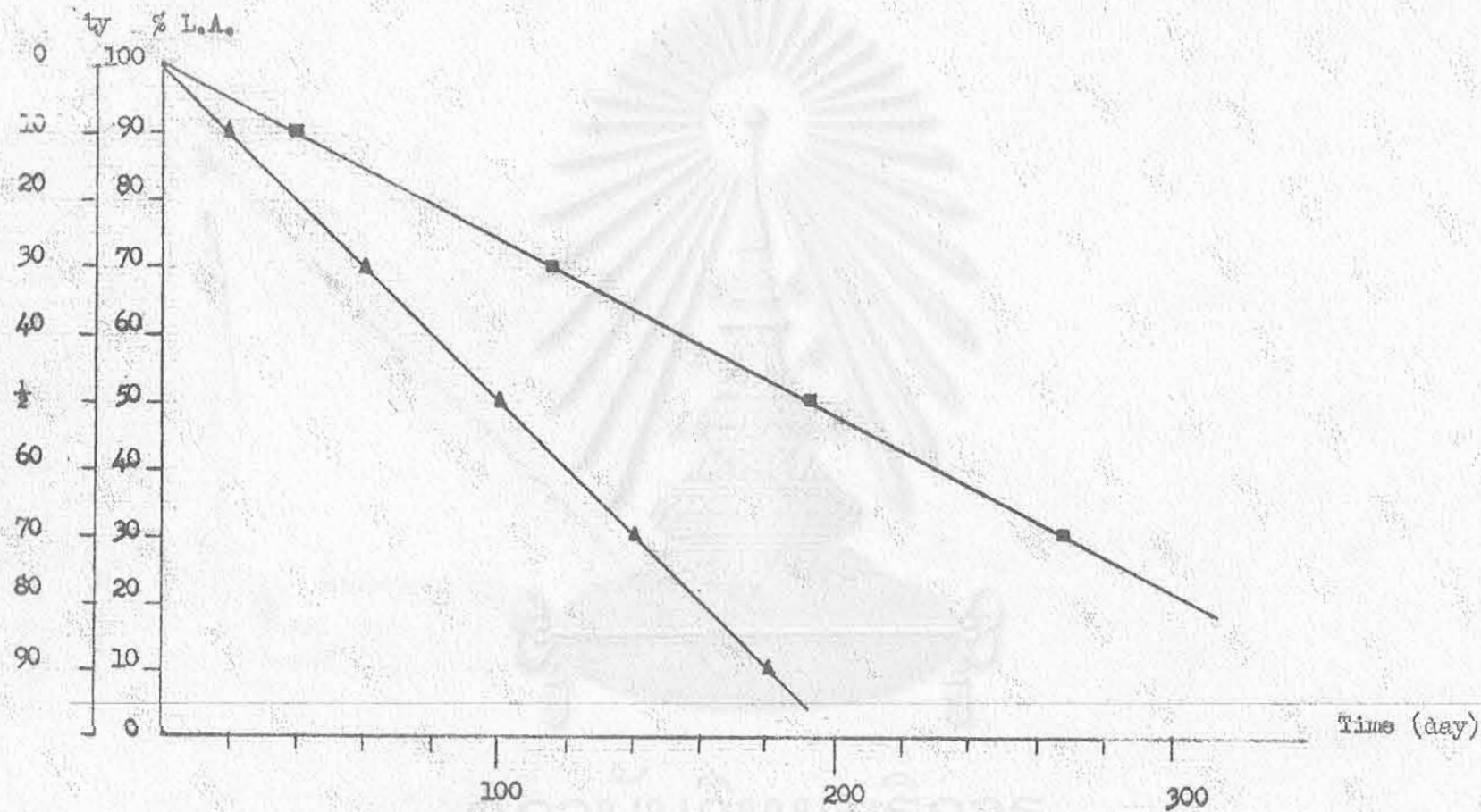
รูปที่ 45 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ c จากค่าที่ลาคการณ
 โภชนนาการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5581$, $t_{1/2} = 89.6$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.2634$
 $t_{1/2} = 189.8$ วัน



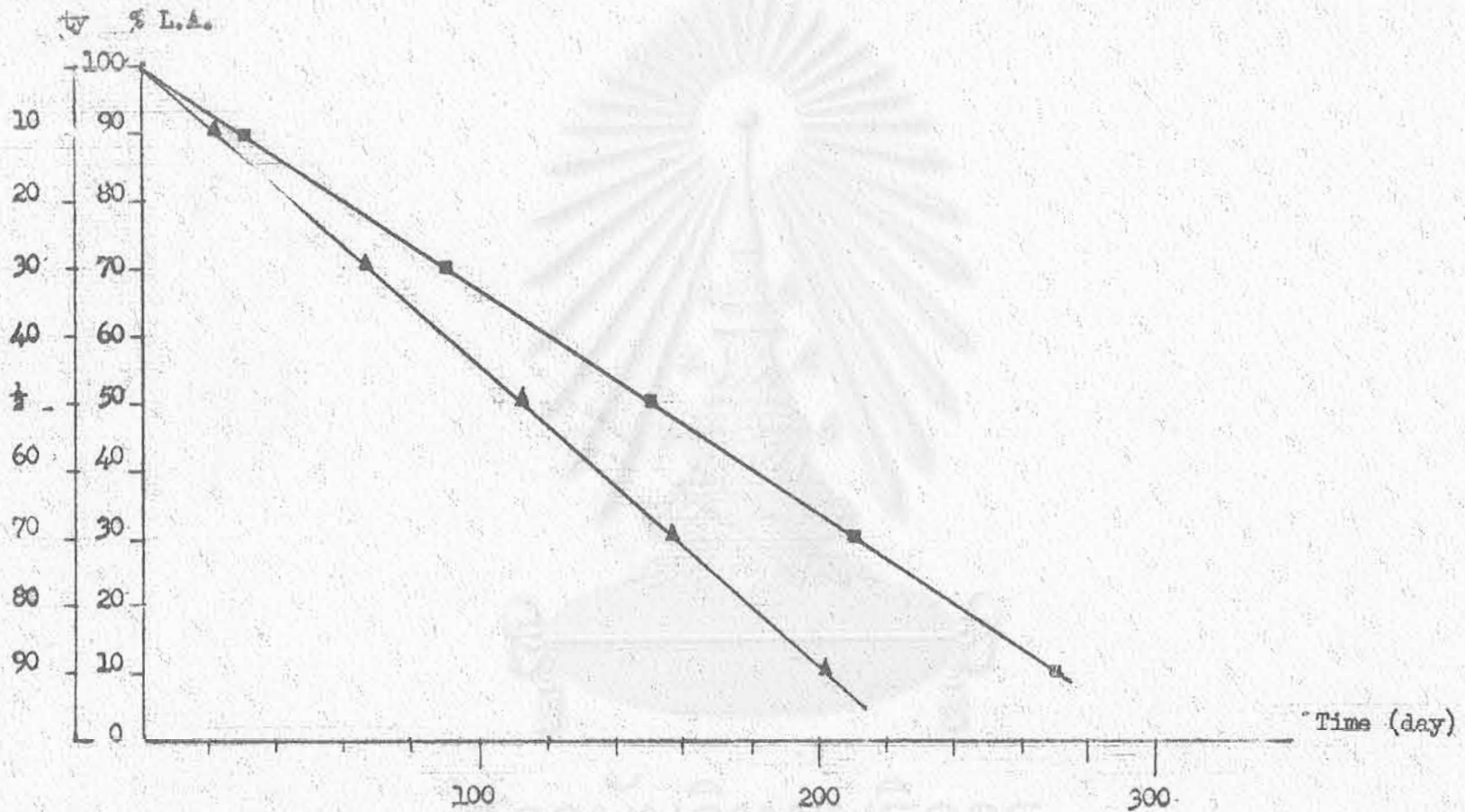
รูปที่ 46 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ D จากค่าที่คาดการณ
 โดยขบวนการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5531$, $t_{\frac{1}{2}} = 90.4$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.3813$
 $t_{\frac{1}{2}} = 131.1$ วัน



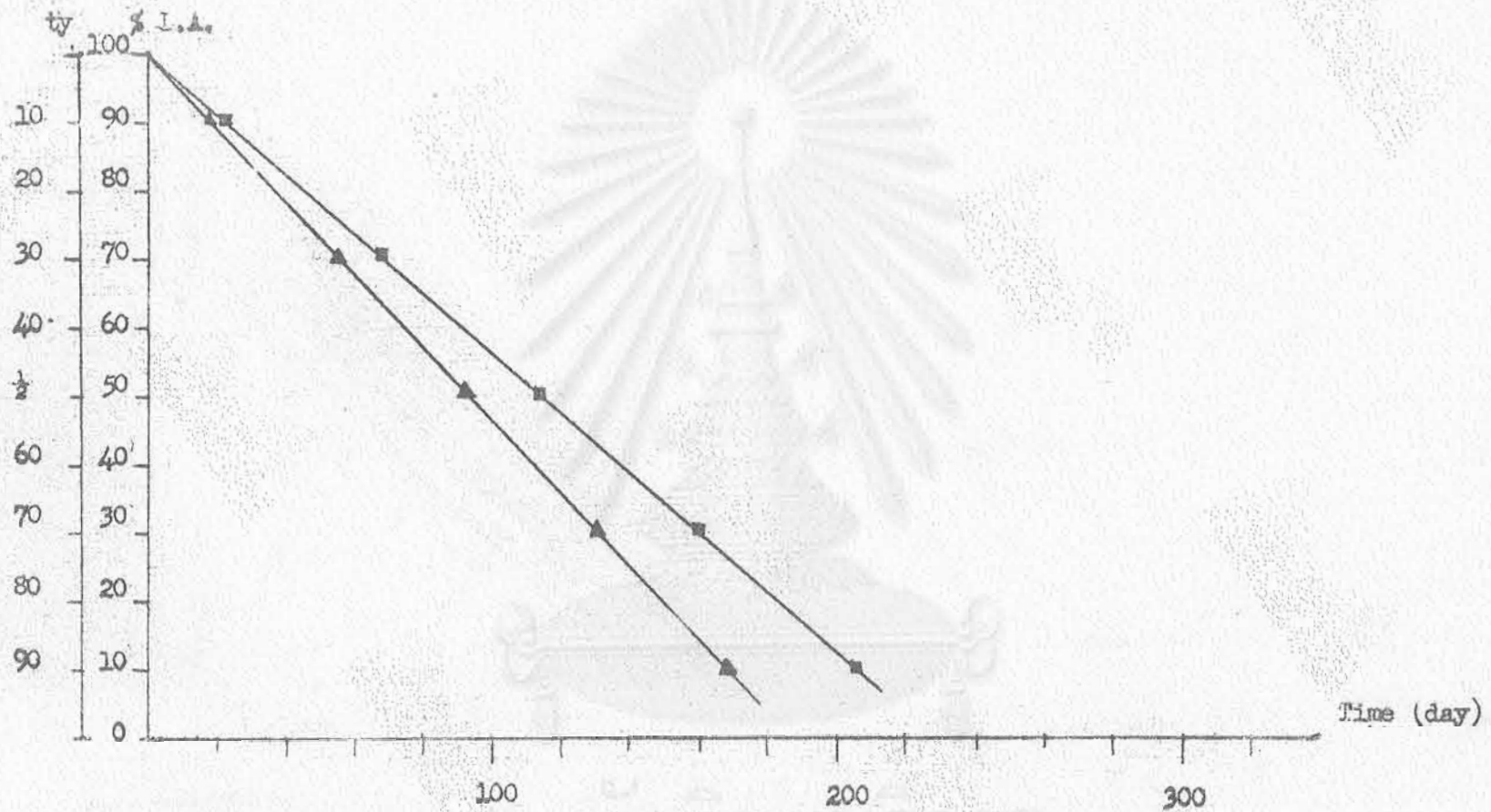
รูปที่ 47 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ ๕ จากค่าที่ลาคการณ์
 โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = \text{---}$ $t_{1/2} = \text{---}$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองความสลายปกติ (■) มี $k = 0.1609$
 $t_{1/2} = 310.8$ วัน



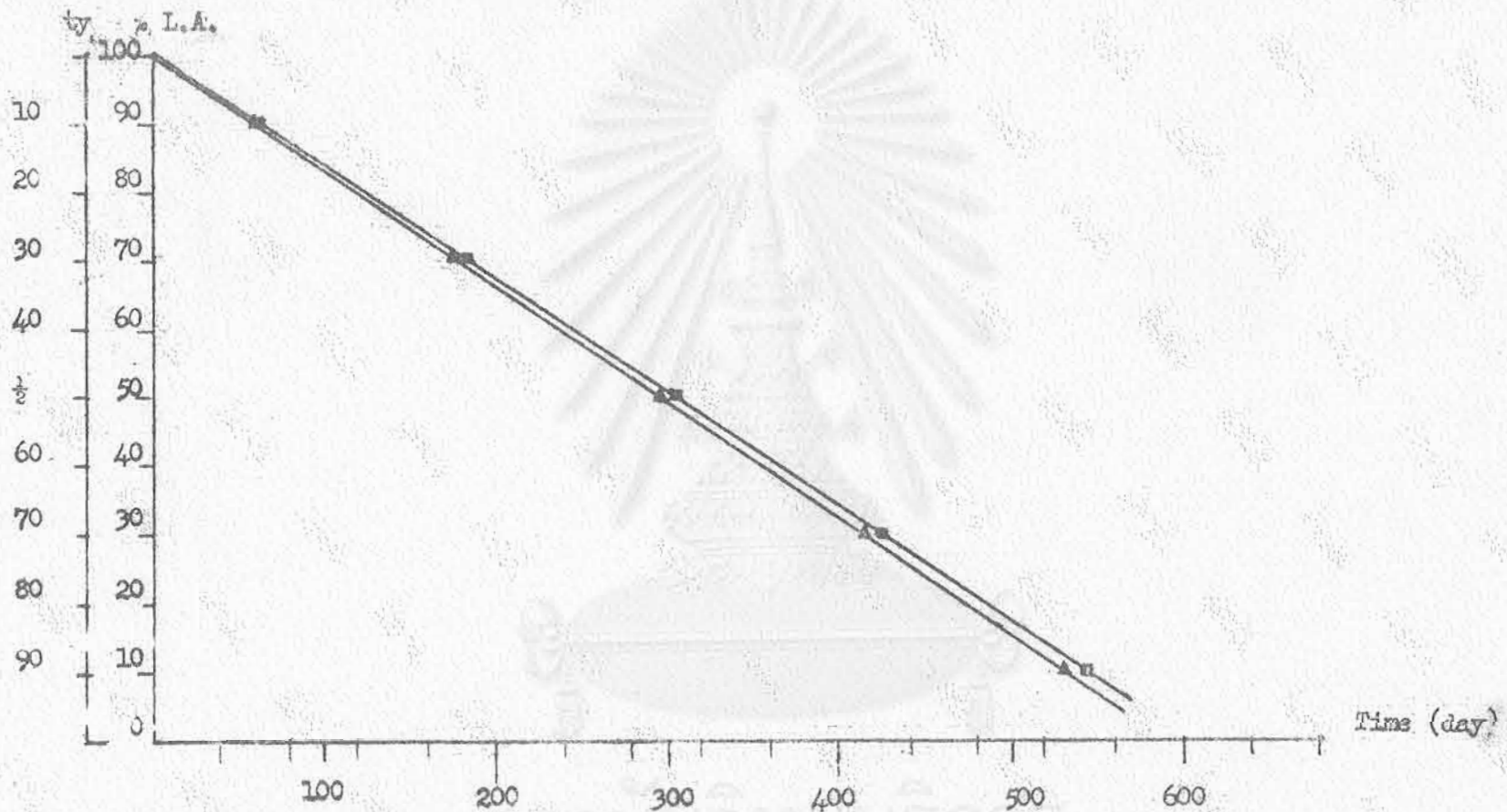
รูปที่ 48 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ F จากค่าที่คาดหมาย โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5018$, $t_{1/2} = 99.6$ วัน และค่าที่ได้จากกรวดกรองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.2567$ $t_{1/2} = 194.8$ วัน



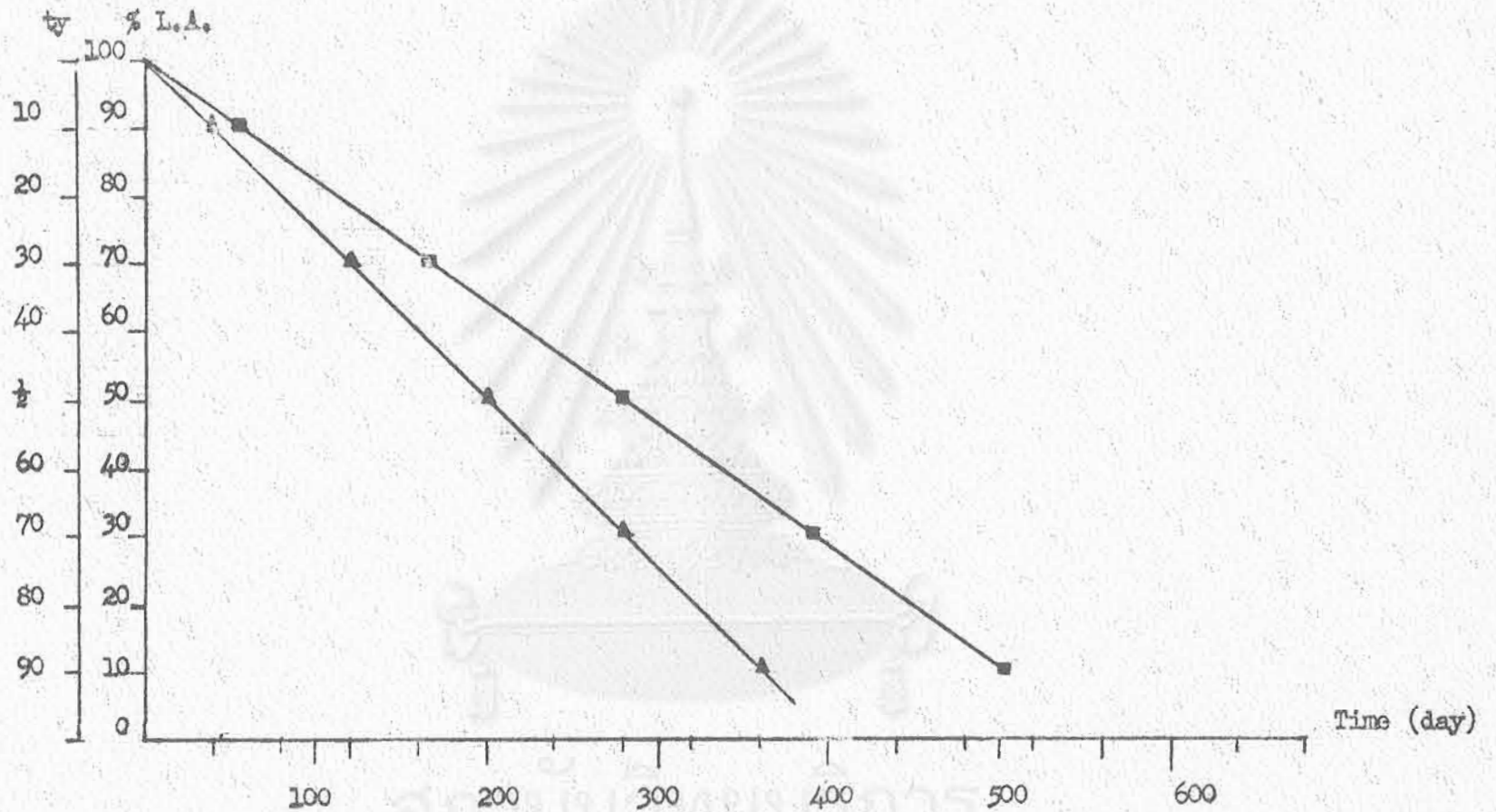
รูปที่ 49 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปเท่ากับ G จากค่าที่ได้อากการณ์ โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.4424$, $t_{1/2} = 113.0$ วัน และค่าที่ได้จากกราฟทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.3344$ $t_{1/2} = 149.5$ วัน



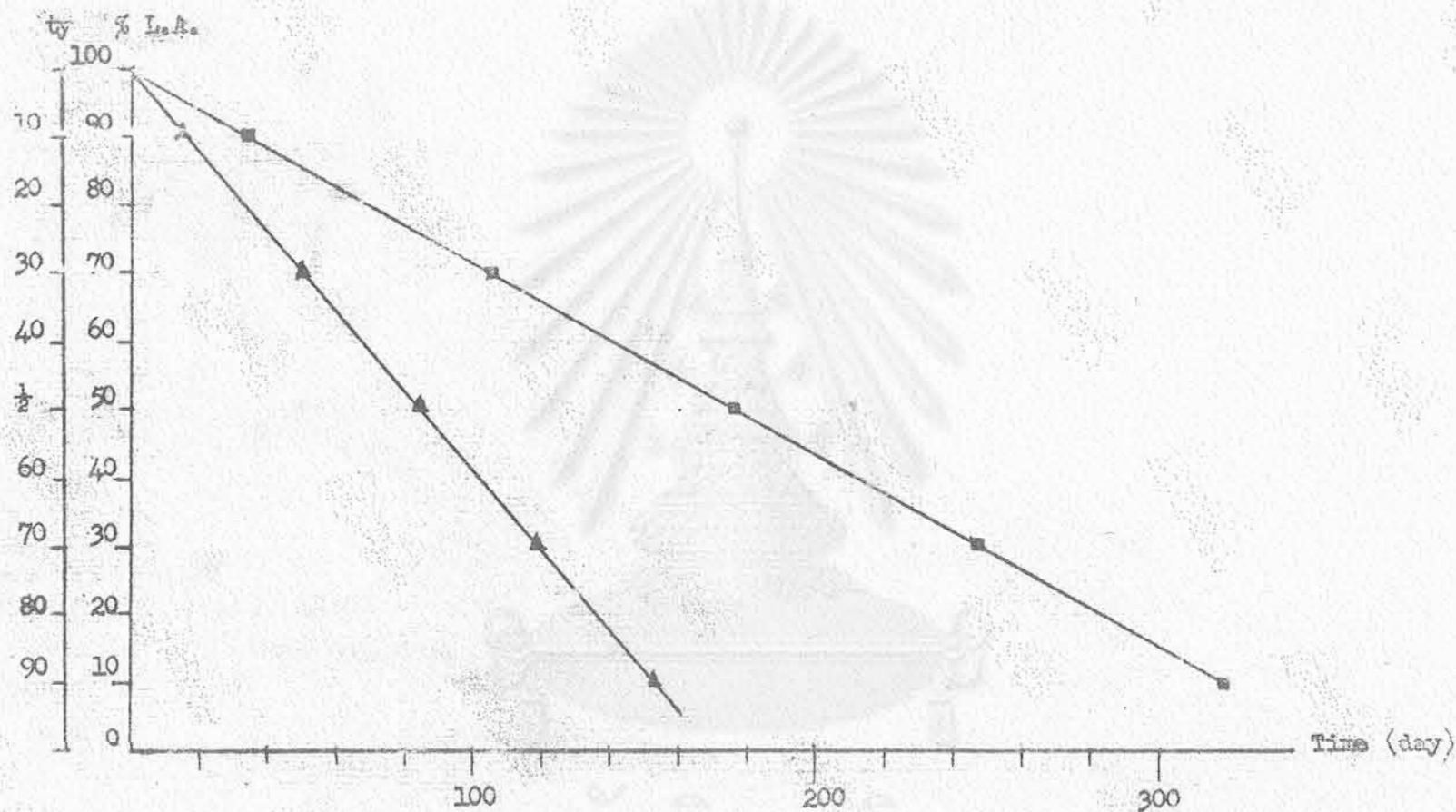
$t_{1/2} = 50$ เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปกำหนดกับ H จากค่าที่คาดการณ
 โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5362$, $t_{1/2} = 93.2$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองทางสลายปกติ (■) มี $k = 0.4365$
 $t_{1/2} = 114.5$ วัน



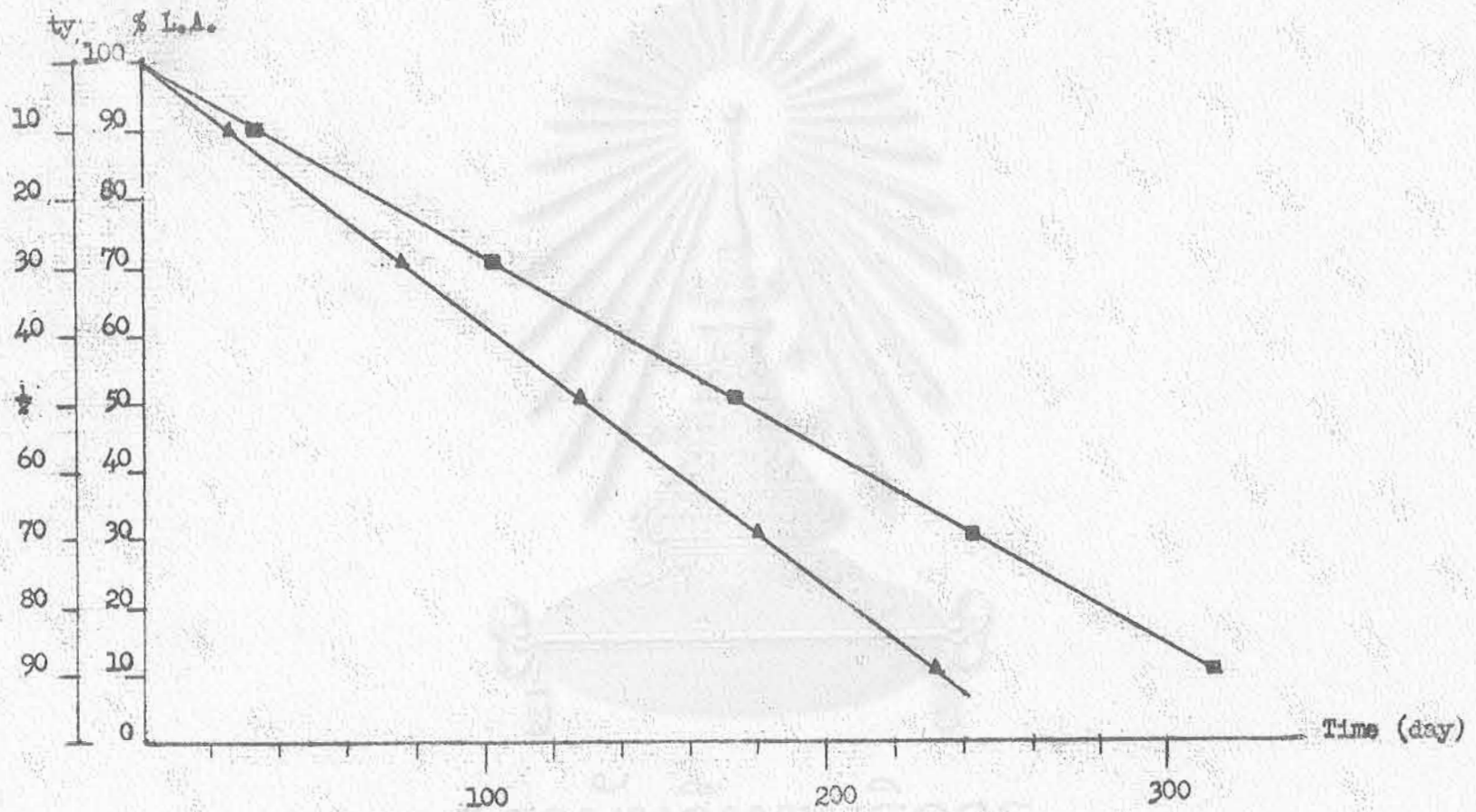
51. เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน บี₁₂ ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ I จากค่าที่ได้จากการ
 โดยขนาดการเร่งรัด(▲) $k = 0.1688$, $t_{1/2} = 296.2$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.1662$
 $t_{1/2} = 300.8$ วัน



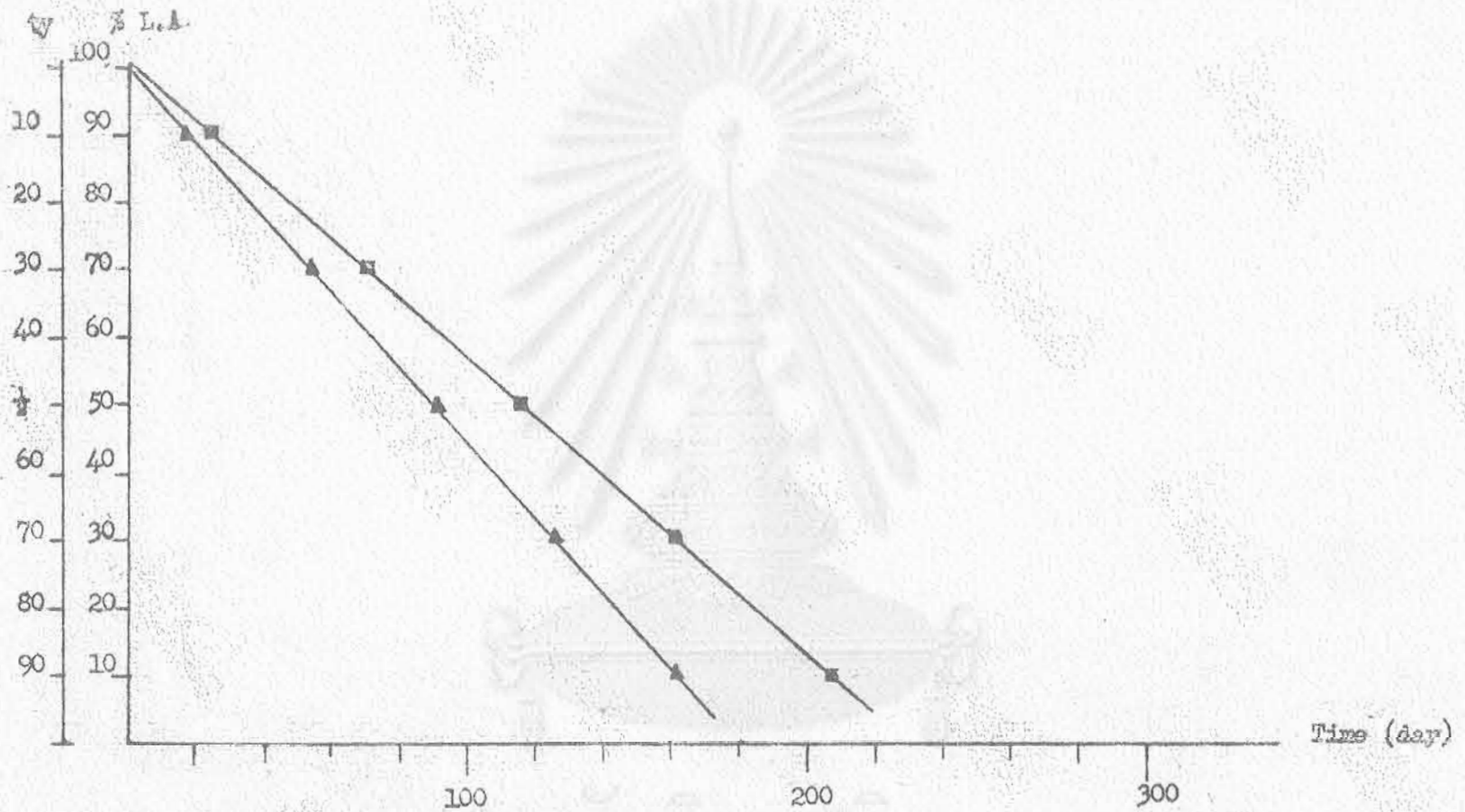
รูปที่ 52. เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ ๖ จากค่าที่คาดการณ์ โดยสมการเร่งรัด (▲) มี $k = 0.2501$, $t_{1/2} = 200.0$ วัน และค่าที่ได้จากการทดลองทางปฏิบัติ (■) มี $k = 0.1784$ $t_{1/2} = 280.3$ วัน



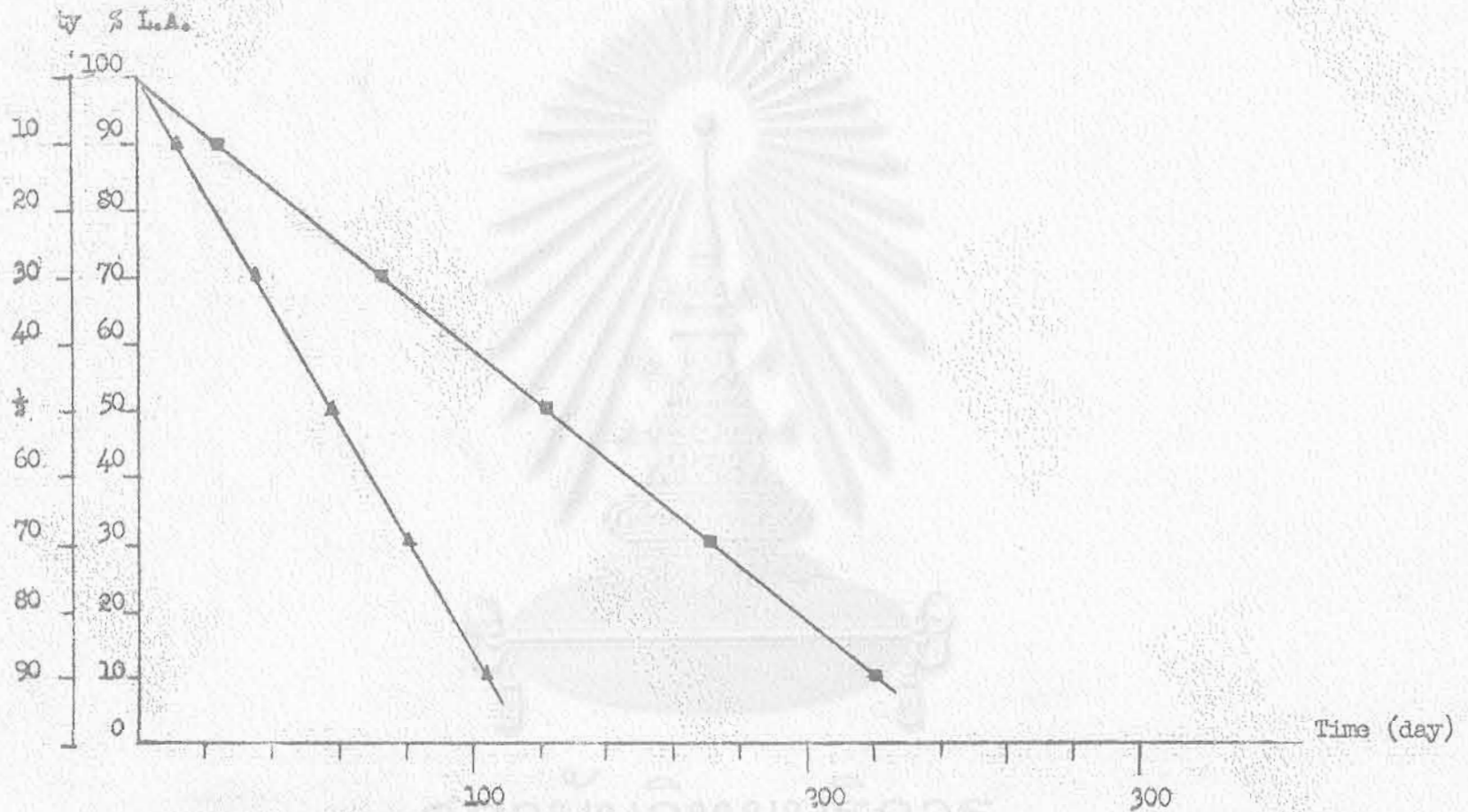
รูปที่ 53 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปเท่ากับ K จากค่าที่หาจากการณ์ โดยขบวนการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5898$, $t_{1/2} = 84.8$ วัน และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.2816$ $t_{1/2} = 177.6$ วัน



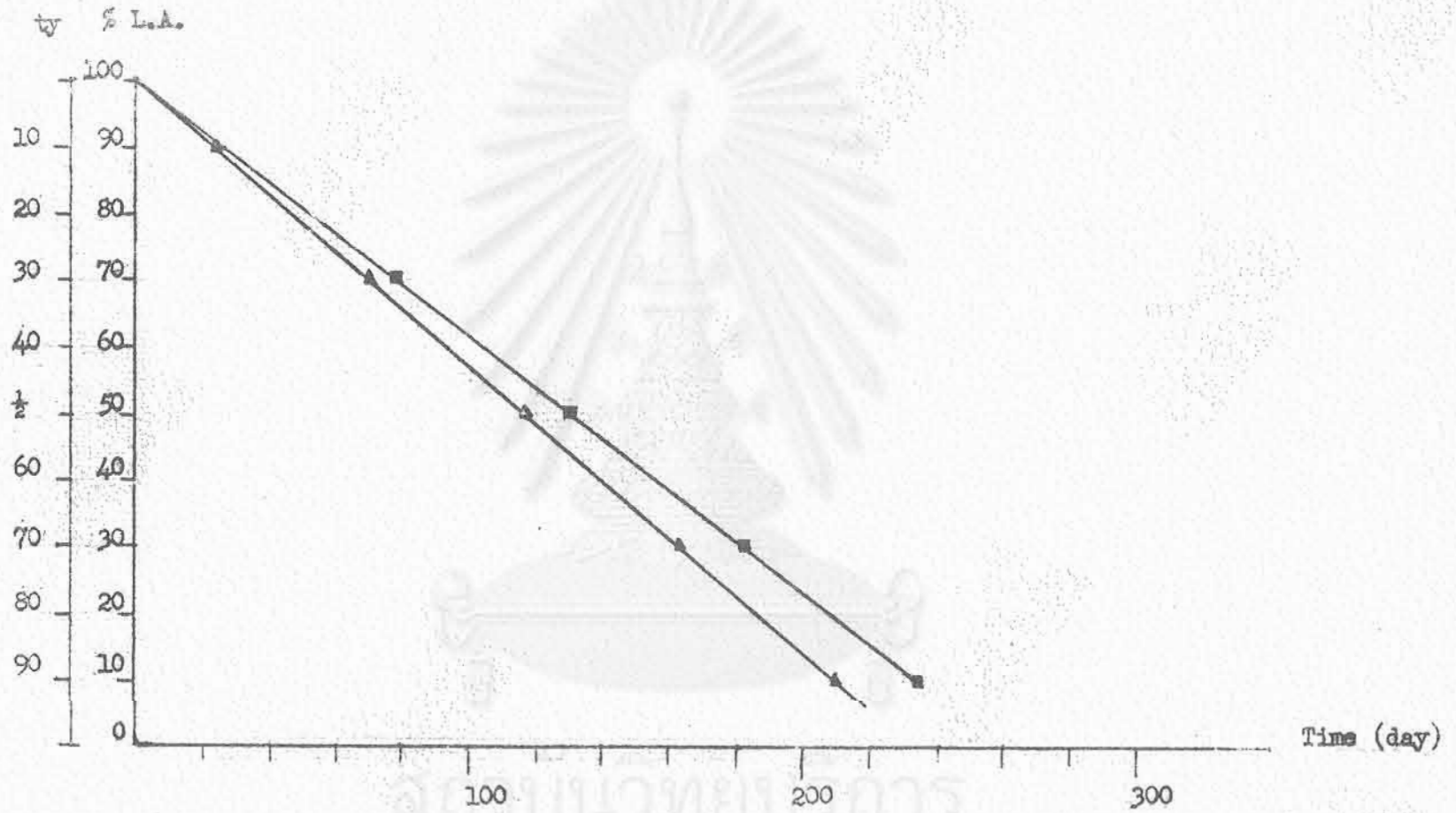
54. เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน บี₁₂ ในยาน้ำสำหรับทารกกับ L จากค่าที่ได้ออกการันต์
 โดยขบวนการเร่งรัด (▲) มี $k = 0.3885$, $t_{1/2} = 128.7$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.2878$
 $t_{1/2} = 173.7$ วัน



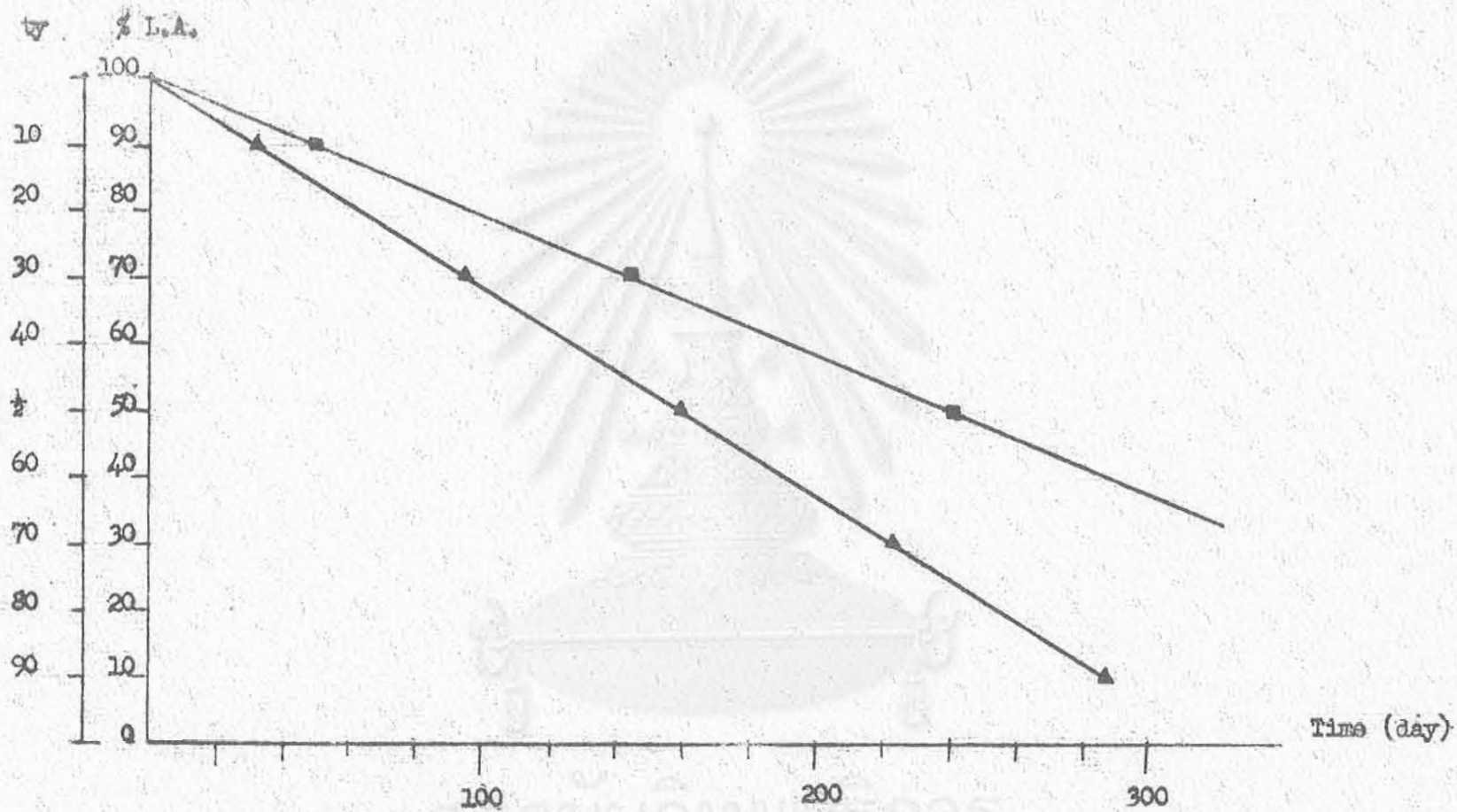
รูปที่ 55 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในขม่น้ำสำเร็จรูปสำหรับ ม จากค่าที่คำนวณได้ โดยสมการการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.5591$, $t_{1/2} = 89.4$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองของขม่น้ำปลาปกติ (■) มี $k = 0.4324$
 $t_{1/2} = 115.6$ วัน



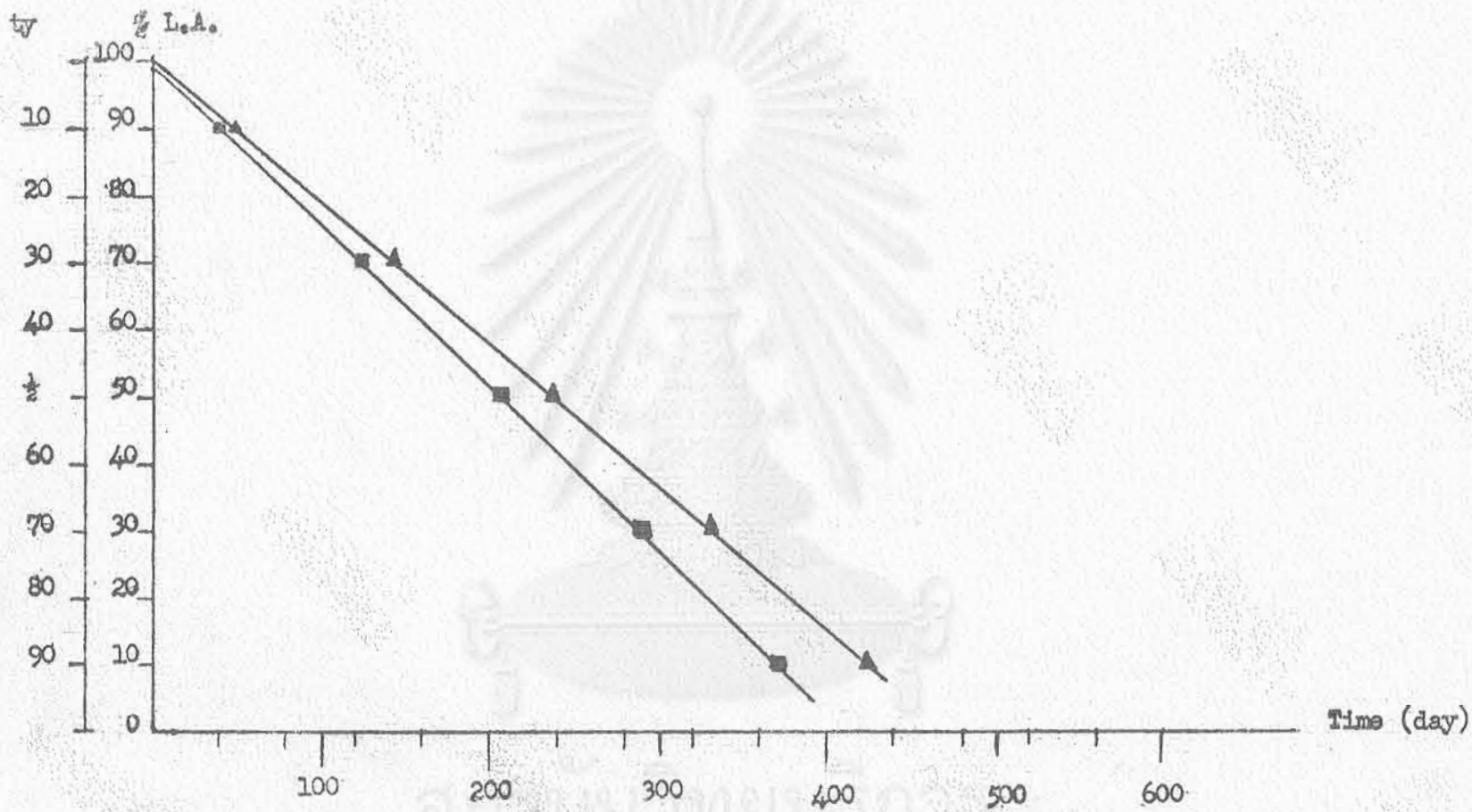
56 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปที่ห่อหุ้ม ๗ จากกล่องพลาสติก
 โดยขนาดการบรรจุ (▲) มี $k = 0.8580$, $t_{1/2} = 58.3$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.4104$
 $t_{1/2} = 121.8$ วัน



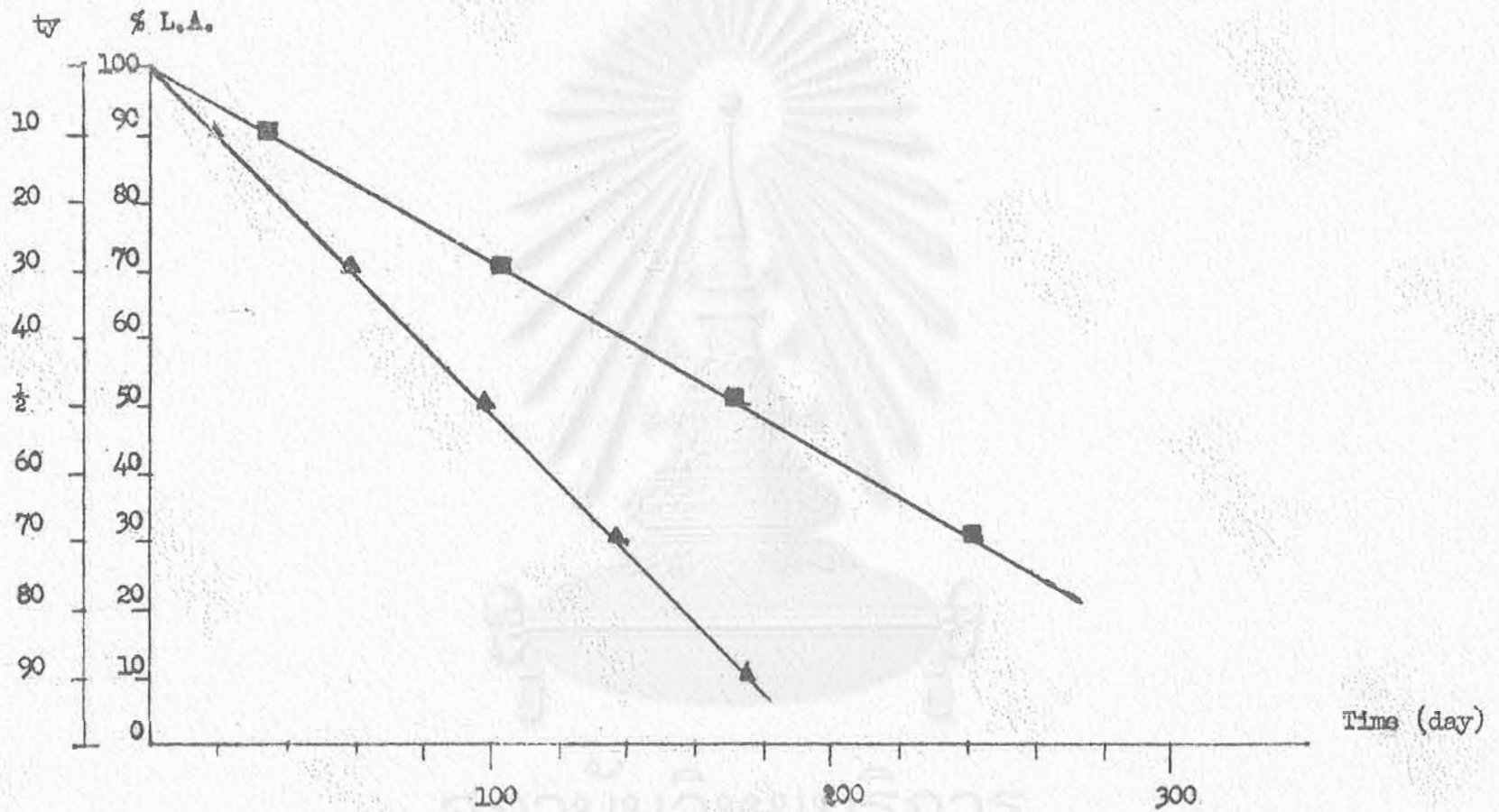
รูปที่ 57 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปเท่ากับ 0 จากค่าที่คาดการณ์ โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.4276$, $t_{1/2} = 116.9$ วัน และค่าที่ได้จากการทดลองทางสภาพปกติ (■) มี $k = 0.3832$
 $t_{1/2} = 130.5$ วัน



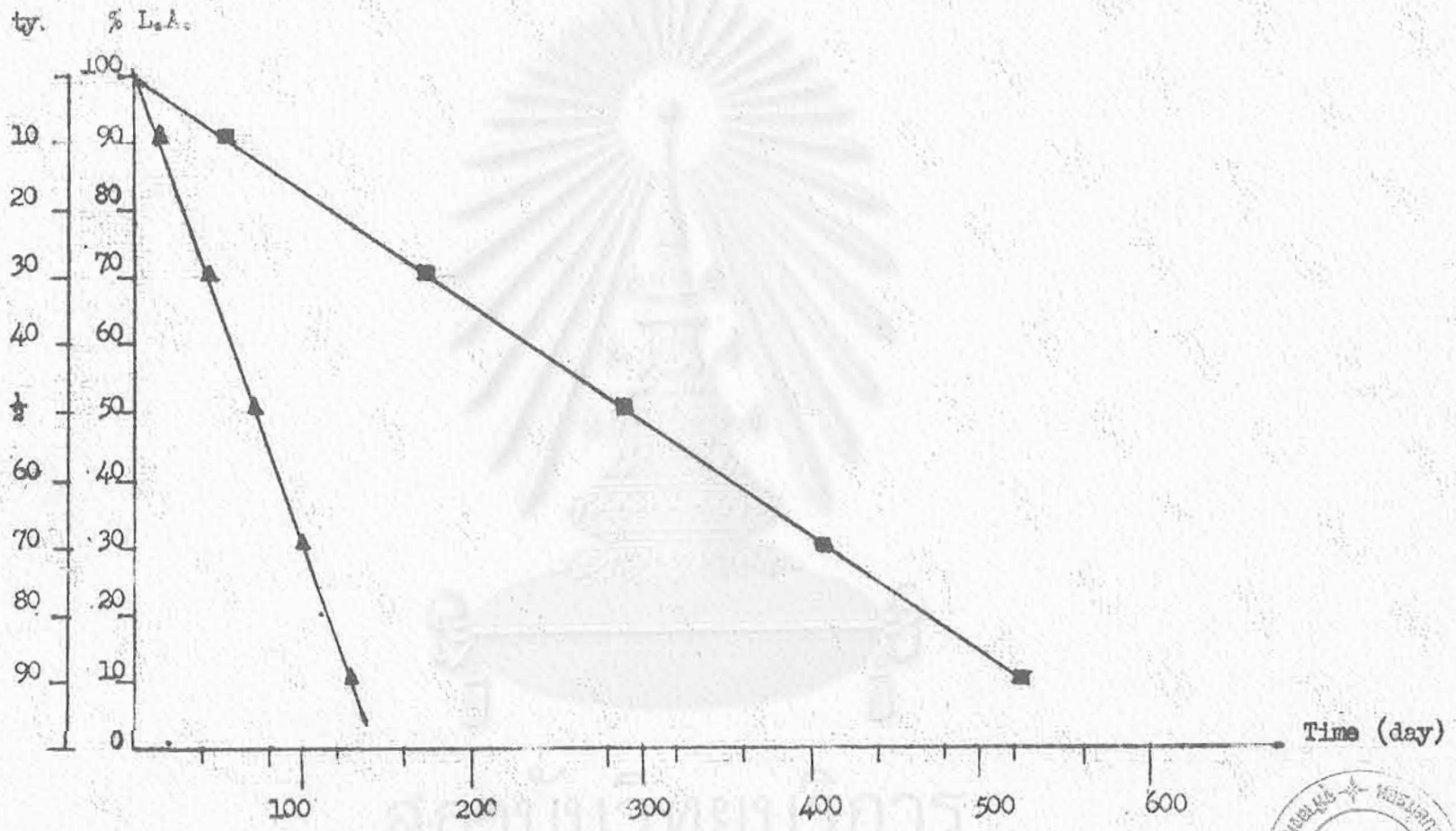
รูปที่ 58 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ P จากค่าที่ทำการวัด โดยสมการเรกเรต (▲) มี $k = 0.6237$, $t_{1/2} = 80.2$ วัน และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.4121$ $t_{1/2} = 121.3$ วัน



รูปที่ 59 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำดำเร็วรูปถ่ายวัน ๑ จากค่าที่คาดการณ์
 โดยสมการการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.2132$, $t_{1/2} = 234.5$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.2417$
 $t_{1/2} = 206.9$ วัน

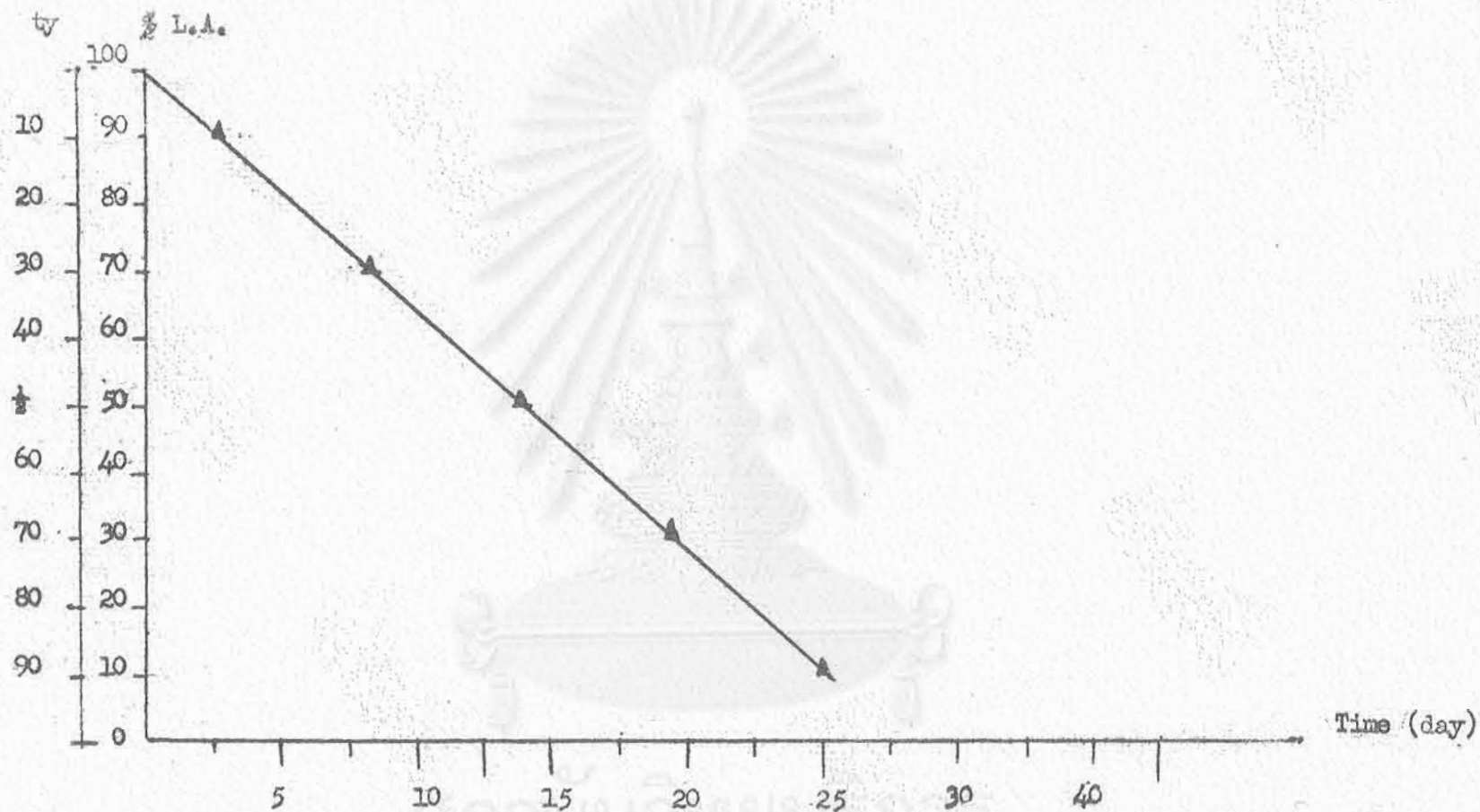


รูปที่ 60 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปสำหรับ R จากค่าที่คำนวณ
 โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 1.0249$, $t_{\frac{1}{2}} = 48.8$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.5177$,
 $t_{\frac{1}{2}} = 86.6$ วัน



61. เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาน้ำสำเร็จรูปเท่ากับ s จากค่าที่คาดหมาย
 โดยขบวนการเร่งรัด(▲) มี $k = 0.7203$, $t_{1/2} = 69.4$ วัน
 และค่าที่ได้จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k = 0.1721$
 $t_{1/2} = 292.1$ วัน





62 เปรียบเทียบการสลายตัวของ วิตามิน ซี ในยาคำสำเร็จรูปสำหรับ T จากค่าที่คาดการณ์
 โดยขนาดการเร่งรัด(▲) มี $k = 3.5818$ $t_{1/2} = 13.9$ วัน
 และค่าที่ไต่จากการทดลองตามสภาพปกติ (■) มี $k =$ _____
 $t_{1/2} =$ _____ วัน

ยาส้าเร้จรูป กลุ่่มที่ 1 มี วิตามิน ซี 10 มิลลิกรัม คอ นิดลิตีร มีจ่านวน 10 ค้าหรับ คั้งนี้

ค้าหรับ A

Each Teaspoonful contains :

Vitamin A palmitate	5000 Units
Vitamin D	1000 Units
Thiamine Hydrochloride	4 mg
Riboflavin	2 mg
Niacinamide	20 mg
Pyridoxine HCl	0.5 mg
Calcium pantothenate	5 mg
Vitamin B ₁₂	5 ug
Vitamin C	50 mg

ค้าหรับ B

Each 5 cc. contains :

Vitamin B ₁₂	4 ug
Vitamin B ₁	2 mg
Vitamin B ₂	2 mg
Vitamin B ₆	10 mg
Vitamin C	50 mg
Niacinamide	1 mg

ตำหรับ C

Each 5 cc. contains:

Vitamin A	5000	I.U.
Vitamin D	1000	I.U.
Thiamine HCl	5	mg
Riboflavin	2	mg
Nicotinamide	20	mg
Pyridoxine HCl	0.5	mg
Cal. pantothenate	5	mg
Cyanocobalamine	5	ug
Ascorbic acid	50	mg

ตำหรับ D

Each 5 cc. contains:

Vitamin A	5000	I.U.
Vitamin B ₁	5.0	mg
Vitamin B ₂ -5- phosphate Sodium	1.5	mg
Nicotinamide	20	mg
Vitamin D ₃	1000	I.U.
Vitamin B ₆	0.5	mg
d-panthenol	5	mg
Vitamin C	50	mg
Vitamin B ₁₂	5	ug

ตำหรับ E

Each 5 cc. contains:

Vitamin A USP	5000	I.U.
Vitamin D USP	1000	I.U.
Vitamin B ₁ USP	5	mg
Vitamin B ₂ USP	1	mg
Vitamin B ₆ USP	0.5	mg
Niacinamide USP	20	mg
Vitamin C USP	50	mg
Vitamin B ₁₂ USP	5	ug

ตำหรับ F

Each 5 ml contains :

Vitamin A	5000	I.U.
Vitamin D	1000	I.U.
Thiamine hydrochloride	3	mg
Riboflavin	2	mg
Pyridoxine hydrochloride	1	mg
Cyanocobalamine	5	ug
Ascorbic acid	50	mg
Niacinamide	10	mg
Calcium panthothenate	5	mg

สำหรับ G

Each 100 ml contains :

Vitamin B-1	40 mg
Vitamin B-2	40 mg
Vitamin B-6	200 mg
Vitamin B-12	80 ug
Vitamin C	1000 mg
Niacinamide	20 mg

สำหรับ H

Each 5 ml contains :

Vitamin A	5000 Units
Vitamin D	1000 Units
Vitamin B-6	0.5 mg
Vitamin B-12	5 ug
Vitamin B-1	5 mg
Vitamin B-2	1 mg
Vitamin C	50 mg
Nicotinamide	20 mg

คำหรับ I

Each 5 ml contains:

Vitamin A	3000	Units
Vitamin B-1	3	mg
Vitamin B-2	1.2	mg
Vitamin B-6	1	mg
Vitamin B-12	5	ug
Vitamin C	50	mg
Vitamin D	800	Units
Nicotinamide	10	mg

คำหรับ J

Each 5 ml contains :

Vitamin A (as palmitate)	5000	USP	units
Vitamin D	500	USP	units
Vitamin B-1	3	mg	
Vitamin B-2	3	mg	
Vitamin B-6	1	mg	
Niacinamide	20	mg	
Vitamin B-12	5	ug	
Vitamin C	50	mg	

ยาส้าเร้จรูป กลุ่มที่ 2 มี วิตามิน ซี มากกว่า 10 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร จำนวน 7 คำหรับ

คำหรับ K

1 Teaspoonful (5 ml) contains :

Vitamin A	5000	I.U.
Vitamin D ₃	1000	I.U.
Vitamin B ₁	5	mg
Vitamin B ₂	2	mg
Vitamin B ₆	1	mg
Vitamin B ₁₂	10	ug
Vitamin C	60	mg
Niacinamide	10	mg
Calcium pantothenate	6	mg

คำหรับ L

In each 5 ml contains :

Vitamin A (Synthetic)	6000	I.U.
Vitamin D (Synthetic)	1200	I.U.
Vitamin C (Ascorbic acid)	60	mg
Vitamin B ₁ (Thiamine HCl)	5	mg
Vitamin B ₂ (Riboflavine)	2	mg
Vitamin B ₆ (Pyridoxine HCl)	1	mg
Nicotinamide	10	mg
Dexpanthenol	5	mg
Vitamin B ₁₂	5	ug

คำหรับ M

Each 5 ml contains:

Vitamin A	6250 units
Vitamin D	1250 units
Thiamine mononitrate	6.25 mg
Riboflamine 5-phosphate Sod.	2.50 mg
Nicotinamide	25.00 mg
Pyridoxine HCL	1.25 mg
d-panthenol	25.00 mg
Vitamin B ₁₂	6.25 ug
Vitamin C	62.50 ug

คำหรับ N

Each 5 ml contains:

Vitamin A	5000 I.U.
Vitamin D	1000 I.U.
Thiamin HCL	2 mg
Riboflavin	2 mg
Vitamin C	75 mg
Vitamin B ₁₂	3 ug
Nicotinamide	20 mg
Pyridoxine HCL	2 mg

สำหรับ 0

Each 5 ml contains :

Vitamin A	5000	units
Vitamin D	1000	units
Vitamin B-1	5	mg
Vitamin B-2	3	mg
Vitamin B-6	1	mg
Vitamin B-12	6	ug
Vitamin C	75	mg
Cal. pantothenate	5	mg
Niacinamide	20	mg

สำหรับ P

Each Teaspoonful (5 ml) contains:

Vitamin C	83.33	mg
Vitamin B ₁	8.33	mg
Vitamin B ₆	1.67	mg
Vitamin B ₁₂	8.33	ug
Riboflavin	4.16	mg
Niacinamide	8.33	mg
dl - panthenol	3.33	mg
Vitamin A	1500	units
Vitamin D	100	units

สำหรับ Q

Each 1 ml contains :

Vitamin A	7000 units
Vitamin	1400 units
Ascorbic acid	40 mg
Thiamine hydrochloride	2 mg
Riboflavin Sod. phosphate	2 mg
Pyridoxine HCl	18 mg
Niacinamide	15 mg
Dexpanthenol	3.5 mg
Cyanocobalamin	5 mcg

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยาสำเร็จรูป กลุ่มที่ 3 มี วิตามิน บี น้อยกว่า 10 มิลลิกรัม ต่อ มิลลิลิตร มีจำนวน 4 สำหรับ ดังนี้
สำหรับ R

Each 15 ml contains:

Vitamin A	5000 I.U.
Vitamin D-3	1000 I.U.
Vitamin B-1	5 mg
Vitamin B-2	2 mg
Vitamin B-6	1 mg
Vitamin B-12	5 ug
Vitamin C	50 mg
Calcium pantothenate	5 mg
Niacinamide	20 mg
Dibasic Calcium phosphate	500 mg

สำหรับ S

Each 5 ml. contains:

Conc. orange juice	1.25 ml
Vitamin A	2750 units
Vitamin D	400 units
Vitamin C	7.1 mg

คำทวีป T

Each 100 ml contains:

Glucuronolactone	1000	mg
Vitamin C	100	mg
Vitamin B-6	5	mg
Nicotinamide	20	mg
Panthothenyl alcohol	10	mg
Caffeine anhydride	50	mg
Citric acid	17	mg
Sucrose	22,500	mg

คำทวีป U

Each 100 ml contains:

Glucuronolactone	600	mg
Nicotinamide	20	mg
Riboflavin	2	mg
Pyridoxine HCl	5	mg
Cyanocobalamin	50	ug
Ascorbic acid	100	mg
Caffeine	100	mg
Thiamine hydrochloride	10	mg
Inositol	50	mg
Citric acid	100	mg
D- Sorbital	5000	mg
Sucrose	6000	mg
Potassium sorbate	100	mg