

จลนศาสตร์ของการสลายตัวของกรดโฟลิกในกระบวนการให้ความร้อน



นางสาวอารี ตั้งบุญธินา

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-608-4

011488

i18304801

KINETICS OF FOLIC ACID DEGRADATION DURING HEAT PROCESSING

Miss Aree Tangboontina, 1954-

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์ จลนศาสตร์ของการสลายตัวของกรดฟอสฟอริกในกระบวนการให้ความร้อน
โดย นางสาวอารี ดั่งบุญธินา
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา เลหาสงคราม



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

[Handwritten signature]

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

[Handwritten signature]

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล)

[Handwritten signature]

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา เลหาสงคราม)

[Handwritten signature]

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วราภว ทูลยธัญ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ จลนศาสตร์ของการสลายตัวของกรดโฟลิกในกระบวนการให้ความร้อน

ชื่อนิสิต นางสาวอารี ตั้งบุญธินา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา เลหาสงคราม

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

ปีการศึกษา 2528



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิ pH และ reducing agent ที่มีต่อการสลายตัวของกรดโฟลิก โดยศึกษาใน citrate-phosphate buffer และในตัวอย่างอาหาร โดยให้ความร้อนกับตัวอย่างที่บรรจุในหลอด Pyrex ขนาดเล็กที่อุณหภูมิ 100, 110 และ 120 องศาเซลเซียส แล้ววิเคราะห์หาปริมาณกรดโฟลิกที่เหลือในตัวอย่างโดยใช้ High-Performance Liquid Chromatography พบว่าการสลายตัวของกรดโฟลิกอาจอธิบายได้ด้วยปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดยอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิคงที่ (k) จากการสลายตัวของกรดโฟลิกใน citrate-phosphate buffer pH 4.00 ที่ 120 องศาเซลเซียส เท่ากับ 2.192×10^{-5} วินาที⁻¹ และค่าพลังงานกระตุ้น (E_a) เท่ากับ 69.9 กิโลจูลต่อโมล ค่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิคงที่ใน citrate-phosphate buffer ที่ 120 องศาเซลเซียส จะเพิ่มขึ้นจาก 0.371×10^{-5} เป็น 3.619×10^{-5} วินาที⁻¹ เมื่อ pH ลดลงจาก 5.01 เป็น 3.01 และค่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิคงที่ จะลดลงเมื่อเติม ascorbic acid โดยลดจาก 2.078×10^{-5} วินาที⁻¹ เป็น 0.889×10^{-5} วินาที⁻¹ สำหรับการสลายตัวของกรดโฟลิกในน้ำแอปเปิล พบว่าอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่อุณหภูมิคงที่ จะเท่ากับ 2.558×10^{-5} วินาที⁻¹ ที่ 120 องศาเซลเซียส และให้ค่าพลังงานกระตุ้นเท่ากับ 99.9 กิโลจูลต่อโมล

Thesis Title Kinetics of Folic Acid Degradation during Heat
 Processing
Name Miss Aree Tangboontina
Thesis Advisor Assistant Professor Kalaya Laohasongkram, Ph.D.
Department Food Technology
Academic 1985

ABSTRACT

The effects of temperature, pH and the presence of ascorbic acid on the thermal stability of folic acid were studied in both citrate-phosphate buffer (pH 3-5) and food system. Steady-state heating, in small tubes at three different temperatures (100, 110, 120°C) for various times were used to determine order of reaction, rate constant and temperature dependence of the rate of folic acid degradation. The degradation of folic acid in both systems were best described by a first order reaction. The kinetic reaction rate constant, (k) in citrate-phosphate buffer at pH 4.00, 120°C was $2.192 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ and the activation energy (E_a) was 69.9 kJ mole⁻¹. As the pH decreased from 5.01 to 3.01 the kinetic reaction rate constant at 120°C increased from 0.371×10^{-5} to $3.619 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. But the stability of folic acid was apparently increased in the presence of ascorbic acid, the kinetic reaction rate constant at pH 4.02, 120°C was $0.889 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. The kinetic reaction rate constant in apple juice at 120°C was $2.558 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ and the activation energy was 99.9 kJ mole⁻¹.



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.กัลยา เลาทสงคราม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ เป็นพิเศษในงานทดลอง และให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหารที่ให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าจนนำไปใช้ประโยชน์ต่องานวิจัยได้

ขอขอบคุณ คุณสุนันท์ รังษีกาญจน์ส่อง และเจ้าหน้าที่ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คุณสมิท ปรีนคร ภาควิชาเคมีเทคนิค และเจ้าหน้าที่ในภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการใช้ห้องทดลองและ เครื่องมือ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และขอบคุณ พี่ น้อง และ เพื่อนทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจแก่ผู้เขียนตลอดมา

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้การสนับสนุนด้าน เงินทุนอุดหนุนการวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อารี ตั้งบุญธินา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	3
3. การทดลอง	17
4. ผลการทดลองและวิจารณ์	22
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก ก	46
ภาคผนวก ข	64
ประวัติผู้เขียน	71

ศูนย์วิทยะทวัทยาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1.1 ร้อยละของกลุ่มคนในจังหวัดขอนแก่น เชียงใหม่ และกรุงเทพฯ ที่มี serum folate น้อยกว่า 3 นาโนกรัมต่อเลือด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร	2
2.1 ผลของ pH ที่มีต่อค่า k และ $t_{1/2}$ ของกรดโฟลิกที่ 100 อาสาเซลเซียส	14
2.2 ค่า k และ E_a ของกรดโฟลิกใน citrate buffer ที่ pH 3.0-6.0	15
2.3 ค่า k และ E_a ของกรดโฟลิกในน้ำแอปเปิล (pH 3.4) กับน้ำมะเขือเทศ (pH 4.3)	16
3.1 อุณหภูมิและช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาการ สลายตัวของกรดโฟลิกใน citrate-phosphate buffer (pH 4.00)	20
3.2 อุณหภูมิ และช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษา ผลของ pH และ reducing agent ที่มีต่อการสลายตัว ของกรดโฟลิก	20
3.3 อุณหภูมิ และช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาการ สลายตัวของกรดโฟลิกในน้ำแอปเปิล (pH 4.17)	21
4.1 ค่า Correlation Coefficient ที่ได้จากการทำ regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่างความเข้มข้นของ กรดโฟลิกที่เหลืออยู่ใน citrate-phosphate buffer ที่ pH 4.00 กับช่วงเวลาที่ให้ความร้อน	23
4.2 ค่า k ของกรดโฟลิกใน citrate-phosphate buffer (pH 4.00) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์..	25



ตารางที่

4.3	ค่า E_a และ A จากการสลายตัวของกรดฟอสฟอริกใน citrate-phosphate buffer pH 4.00 ที่คำนวณจาก One-Step Method และ Two-Step Method ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	26
4.4	ค่า k ของกรดฟอสฟอริกใน citrate-phosphate buffer pH ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ...	29
4.5	ค่า Correlation Coefficient ที่ได้จาก regression บนสมการแบบต่าง ๆ ระหว่างความเข้มข้นของกรดฟอสฟอริกที่เหลือนอยู่ในน้ำแอมเปิล กับช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ให้ความร้อน	33
4.6	ค่า k ของกรดฟอสฟอริกในน้ำแอมเปิล (pH 4.17) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	34
4.7	ค่า E_a และ A จากการสลายตัวของกรดฟอสฟอริกในน้ำแอมเปิล (pH 4.17) ที่คำนวณโดยใช้ Two-Step Method และ One-Step Method ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1 สูตรโครงสร้างของกรดฟอลิก ($C_{19}H_{19}N_7O_6$, Mw = 441.44)	3
2.2 โครมาโตแกรมของกรดฟอลิกซึ่งสลายตัวเนื่องจากความร้อนที่อุณหภูมิ 100-140 องศาเซลเซียส	8
4.1 อัตราการสลายตัวของกรดฟอลิกใน citrate-phosphate buffer (pH 4.00) เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน	27
4.2 Arrhenius plot สำหรับการสลายตัวของกรดฟอลิกใน citrate-phosphate buffer (pH 4.00) ในช่วงอุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส	28
4.3 ผลของ pH ต่ออัตราการสลายตัวของกรดฟอลิกใน citrate- phosphate buffer ซึ่งได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่าง ๆ กัน	30
4.4 ผลของ ascorbic acid ต่อการสลายตัวของกรดฟอลิกใน citrate-phosphate buffer เมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลาต่าง ๆ กัน	32
4.5 อัตราการสลายตัวของกรดฟอลิกในน้ำแอมเปิล (pH 4.17) เมื่อได้รับ ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กัน	36
4.6 Arrhenius plot สำหรับการสลายตัวของกรดฟอลิกในน้ำแอมเปิล (pH 4.17) ในช่วงอุณหภูมิ 100-120 องศาเซลเซียส	37