abst

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กช
อว 19

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ของ

นางสาวศิริบุญ พูลสวัสดิ์
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกติวิตี ในระหว่างการเก็บผลไม้แห้ง

กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการ
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ตาม พ.ร.บ. ... พ.ศ. 2540

บทคัดย่อ

การศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของตัวอย่างผลไม้แห้ง17ตัวอย่างซึ่งเป็นตัวอย่างที่บริษัทผู้ผลิตผลไม้แห้งเพื่อการส่งออกส่งมาให้กลุ่มงานคุณค่าทางโภชนาการทำการวิเคราะห์ในวันเวลาที่ต่างกัน จึงทำให้ระยะเวลาที่เก็บผลไม้แห้งในการศึกษาทดลองไม่เท่ากัน สำหรับชนิดของผลไม้นั้นมีสับปะรดอบแห้ง มะละกออบแห้ง ขิงสไลด์อบแห้ง ฝรั่งอบแห้ง เนื้อส้มอบแห้ง ขนุนอบแห้ง กล้วยน้ำว้าอบแห้ง และแตงไทยอบแห้ง

เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหารจะขึ้นอยู่กับ ความชื้น อุณหภูมิ และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารนั้นๆ จึงมีการแยกประเภทของอาหารตามค่าวอเตอร์แอกติวิตี ตัวอย่างเช่นอาหารที่มีความชื้นต่ำมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.6-0.0 นอกจากนี้น้ำอิสระบางส่วนสามารถแยกออกจากอาหารในระหว่างการบดหรือหั่น(ในการเตรียมตัวอย่าง)เพราะน้ำอิสระนี้จะแยกออกมาได้ง่าย ซึ่งเป็นน้ำประเภทเดียวกันกับที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลไม้แห้งจึงต้องหาปริมาณความชื้นควบคู่กันไปด้วยซึ่งวิธีวิเคราะห์จะแตกต่างกันโดยอบความชื้นในตู้อบสุญญากาศ ส่วนการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีนั้นต้องใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะ

จากผลการศึกษาทดลองเก็บรักษาผลไม้แห้งชนิดต่างๆ ไว้เป็นเวลานาน 8 ถึง 15 เดือน ปรากฏว่าผลไม้ทั้งหมดสามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องได้ตลอดการทดลอง [สำหรับตัวอย่างขิงสไลด์อบแห้งและฝรั่งอบแห้งแม้ว่าจะมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเกิน0.60(ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้คือ0.60) แต่เมื่อเก็บไว้ 3 ถึง 4 เดือน ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะลดลงน้อยกว่า 0.60]ดังนั้นผลไม้แห้งที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงกว่า 0.60 ก็ต้องทำการปรับปรุงกรรมวิธีในการผลิตเพื่อให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำกว่า 0.60 จะสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานโดยไม่ถูกทำลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดใดๆ

เลขหมู่ ก๘ ๐๑๔
เลขทะเบียน 9884
วันที่ 4 เม.ย. 44

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
กวพ.

หน้า

สารบัญ i
สารบัญตารางและรูปภาพ ii
สารบัญภาคผนวก iii
บทนำ 1
วัตถุประสงค์ 6
ระยะเวลาดำเนินการ 6
ประโยชน์ที่ได้รับ 6
วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและวิธีดำเนินการ 6
การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น 6
วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ 7
การเตรียมตัวอย่าง 7
วิธีวิเคราะห์ 7
การวิเคราะห์วอเตอร์แอกติวิตี 8
วัสดุ และอุปกรณ์และเครื่องมือ 8
การเตรียมตัวอย่าง 8
วิธีการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี 8
ผลการศึกษาทดลอง 9
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง 36
กิตติคุณประกาศ 37
เอกสารอ้างอิง 38
ภาคผนวก 39

ตาราง หน้า

ตารางที่1 ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ 5

ตารางที่2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างสับปะรดอบแห้ง 9

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแกนสับปะรดอบแห้ง 12

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมะละกออบแห้ง 15

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างขิงสไลด์อบแห้ง 18

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝรั่งอบแห้ง 21

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อส้มอบแห้ง 24

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างขนุนอบแห้ง 27

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกล้วยน้ำว้าอบแห้ง 30

ตารางที่10 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแตงไทยอบแห้ง 33

รูปภาพ

รูปที่ 1.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บสับปะรดอบแห้ง 10

รูปที่ 1.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บสับปะรดอบแห้ง 11

รูปที่ 2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บแกนสับปะรดอบแห้ง 13

รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บแกนสับปะรดอบแห้ง 14

รูปที่ 3.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บมะละกออบแห้ง 16

รูปที่ 3.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บมะละกออบแห้ง 17

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บขิงสไลด์อบแห้ง 19

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บขิงสไลด์อบแห้ง 20

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บฝรั่งอบแห้ง 22

รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บฝรั่งอบแห้ง 23

รูปที่ 6.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บเนื้อส้มอบแห้ง 25

รูปที่ 6.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บเนื้อส้มอบแห้ง 26

รูปที่ 7.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บขนุนอบแห้ง 28

รูปที่ 7.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บขนุนอบแห้ง 29

รูปที่ 8.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บกล้วยน้ำว้าอบแห้ง 31

รูปที่ 8.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บกล้วยน้ำว้าอบแห้ง 32

รูปที่ 9.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บแตงไทยอบแห้ง 34

รูปที่ 9.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บแตงไทยอบแห้ง 35

หน้า

รูปเครื่องมือที่ใช้วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี 40

แผนภูมิวิธีวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี 41

บทนำ

วอเตอร์แอกติวิตี (water activity) หรือแอกติวิตีของน้ำ หมายถึงน้ำที่อยู่ในสภาพพร้อมที่จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ เช่น ปฏิกิริยาทางชีวเคมี การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เป็นต้น

ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (A_w) คืออัตราส่วนของความดันไอของน้ำในสารละลาย (P) และความดันไอของน้ำบริสุทธิ์(P_0) ที่อุณหภูมิเดียวกัน $A_w = \frac{P}{P_0}$

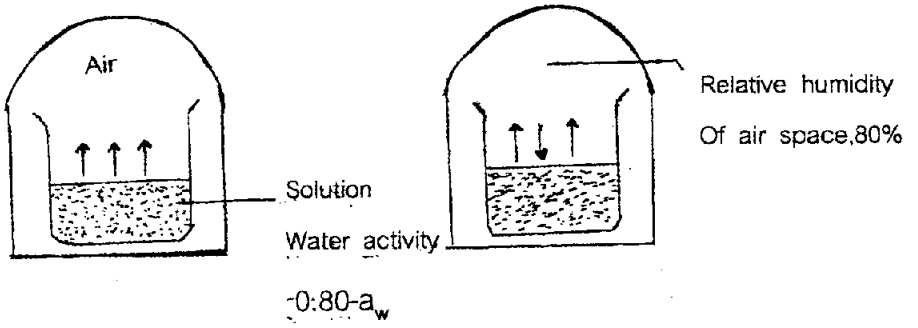
ถ้าหากปิดฝาภาชนะซึ่งบรรจุน้ำ ไอน้ำจะสะสมอยู่เหนือพื้นน้ำ เมื่อโมเลกุลของไอน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มันจะมีโอกาสสัมผัสผิวน้ำและกลับรวมกับน้ำได้อีก หลังจากช่วงระยะเวลาเมื่อจะถึงจุดสมดุลซึ่งจำนวนโมเลกุลของน้ำที่ระเหยออกจากของเหลวเป็นไอสมดุลกับจำนวนโมเลกุลของน้ำที่กลับกลายเป็นของเหลว ที่จุดสมดุลความดันที่เกิดจากโมเลกุลของไอน้ำที่มีต่อผิวน้ำที่อยู่ข้างใต้นั้นคือ ความดันไอของน้ำ

ความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล(Equilibrium Relative Humidity,ERH),มีค่าเท่ากับค่าวอเตอร์แอกติวิตีคูณด้วย 100 $ERH = A_w \times 100$ หรือ

$$A_w = \frac{ERH}{100}$$

Under equilibrium conditions

Equilibrium Relative Humidity ERH % = a_w.100



Relation between ERH% and a_w

วอเตอร์แอกติวิตีมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1.0 ในน้ำบริสุทธิ์ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะเท่ากับ 1.0 ประเภทของอาหารอาจแบ่งออกตามค่าวอเตอร์แอกติวิตีได้ดังนี้

1.อาหารที่มีความชื้นสูง(High Moisture Food, HMF) มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 1.0-0.9

2.อาหารที่มีความชื้นปานกลาง(Intermedate Moisture Food,IMF)มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.9-0.6

3.อาหารที่มีความชื้นต่ำ(Low Moisture Food, LMF) มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี 0.6-0.0

ในอาหารที่มีความชื้นต่ำ จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญเติบโตโดยสิ้นเชิง ดังนั้นค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะแสดงถึงเสถียรภาพของอาหารซึ่งพูดอีกในแง่หนึ่งคือคุณภาพอาหาร และระยะเวลาเก็บรักษา

ค่าวอเตอร์แอกติวิตีของอาหารจะขึ้นอยู่กับ ความชื้น อุณหภูมิ และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารนั้นๆ น้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญในอาหาร น้ำบางส่วนในอาหารสามารถแยกออกจากองค์ประกอบอื่นๆ ได้ง่ายเช่นการหั่น การปอก การบดหรือสับอาหาร ซึ่งน้ำส่วนนี้ก็จะถูกปลดปล่อยออกมา อย่างไรก็ตามน้ำบางส่วนซึ่งแยกออกได้ง่ายนั้นเรียกว่า น้ำอิสระ(free water) และน้ำส่วนที่แยกออกได้ยากเรียกว่าน้ำที่ถูกยึดไว้(bound water) ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างจากน้ำอิสระดังนี้

1.ไม่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายสำหรับองค์ประกอบของอาหาร เช่นเกลือ น้ำตาล กรด เป็นต้น

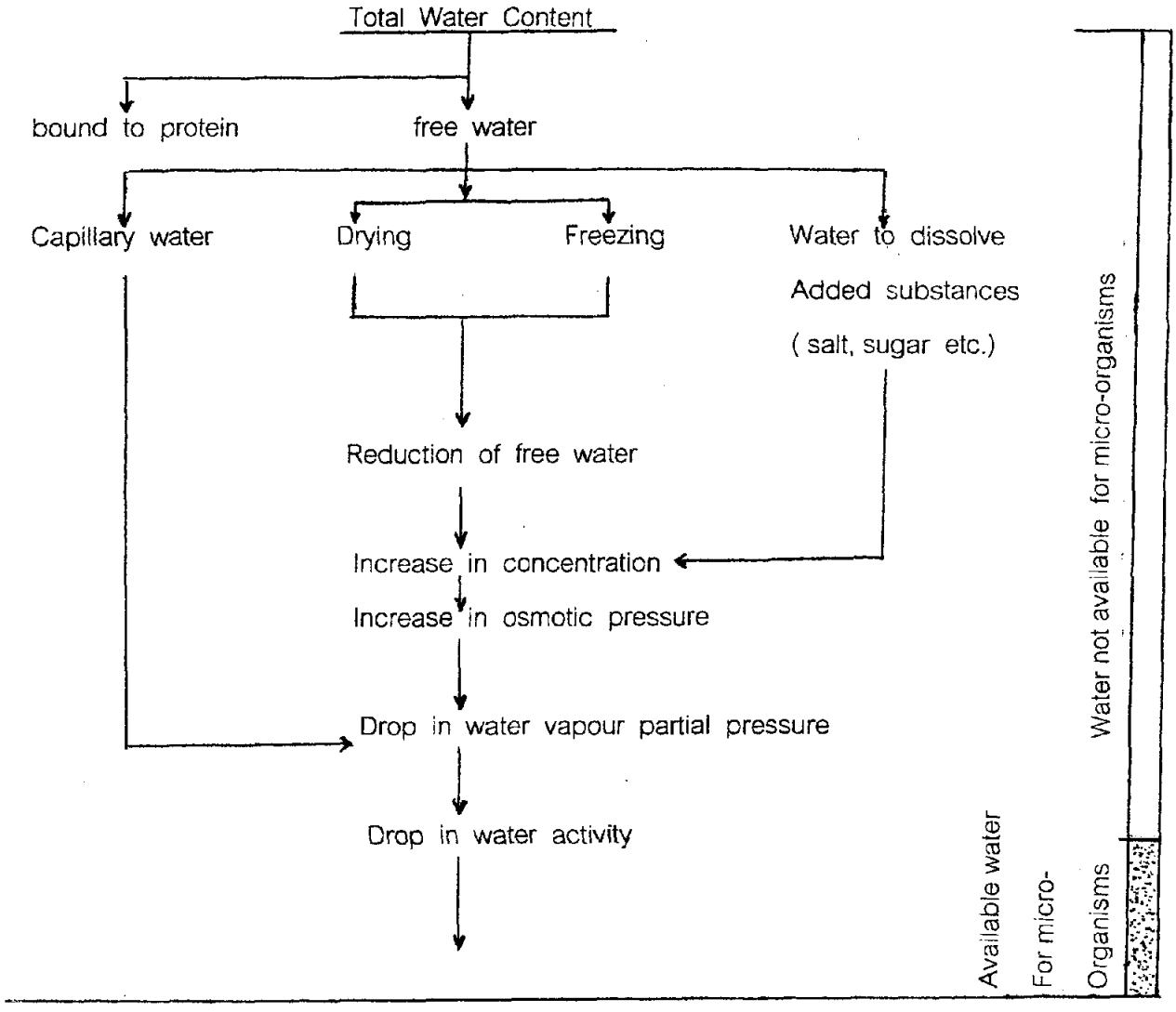
2. แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำมากหรือไม่แข็งตัวเลย

3. ไม่ให้ความดันไอ

4. มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำอิสระมาก

ปริมาณน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหารเป็นน้ำที่ถูกยึดไว้ ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงไม่เกี่ยวข้องกับค่าวอเตอร์แอกติวิตี และปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ น้ำที่เกี่ยวข้องกับวอเตอร์แอกติวิตีเป็นน้ำอิสระเท่านั้น เมื่อตัวถูกละลายละลายในน้ำ โมเลกุลของตัวถูกละลายจะจับกับโมเลกุลของน้ำ ทำให้โมเลกุลของน้ำมีอิสระน้อยลงในการหลุดจากสถานะของเหลวไปเป็นสถานะไอและค่าความดันไอจะลดลง ดังนั้นทำให้จุดเยือกแข็งลดลง จุดเดือดเพิ่มขึ้น ยกตัวอย่างเช่นน้ำทะเลซึ่งมีจุดเยือกแข็งที่-2.5°ซและจุดเดือดที่104°ซ น้ำในอาหารเป็นตัวทำละลายของส่วนประกอบอื่นๆ การที่เราเติมน้ำตาลหรือเกลือลงไปในอาหารนั้นเป็นการเพิ่มความเข้มข้นของตัวถูกละลาย และค่าความดันไอจะลดลงซึ่งทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดลงด้วย จึงเป็นการถนอมอาหารอย่างหนึ่ง หากเราเติมน้ำตาลหรือเกลือจำนวนพอเหมาะที่สามารถทำให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีลดลงจนถึงจุดที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้

ในสมัยก่อนมีการถนอมอาหารเพื่อป้องกันการเน่าเสียของอาหารซึ่งเนื่องมาจากจุลินทรีย์โดยอาจทำให้อาหารแห้งด้วยวิธีผึ่งแดด วิธีแช่แข็ง ซึ่งวิธีการเหล่านี้ล้วนเป็นการลดค่าวอเตอร์แอกติวิตี จนทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ดังไดอะแกรมต่อไปนี้



Available of water for micro-organisms in a meat product

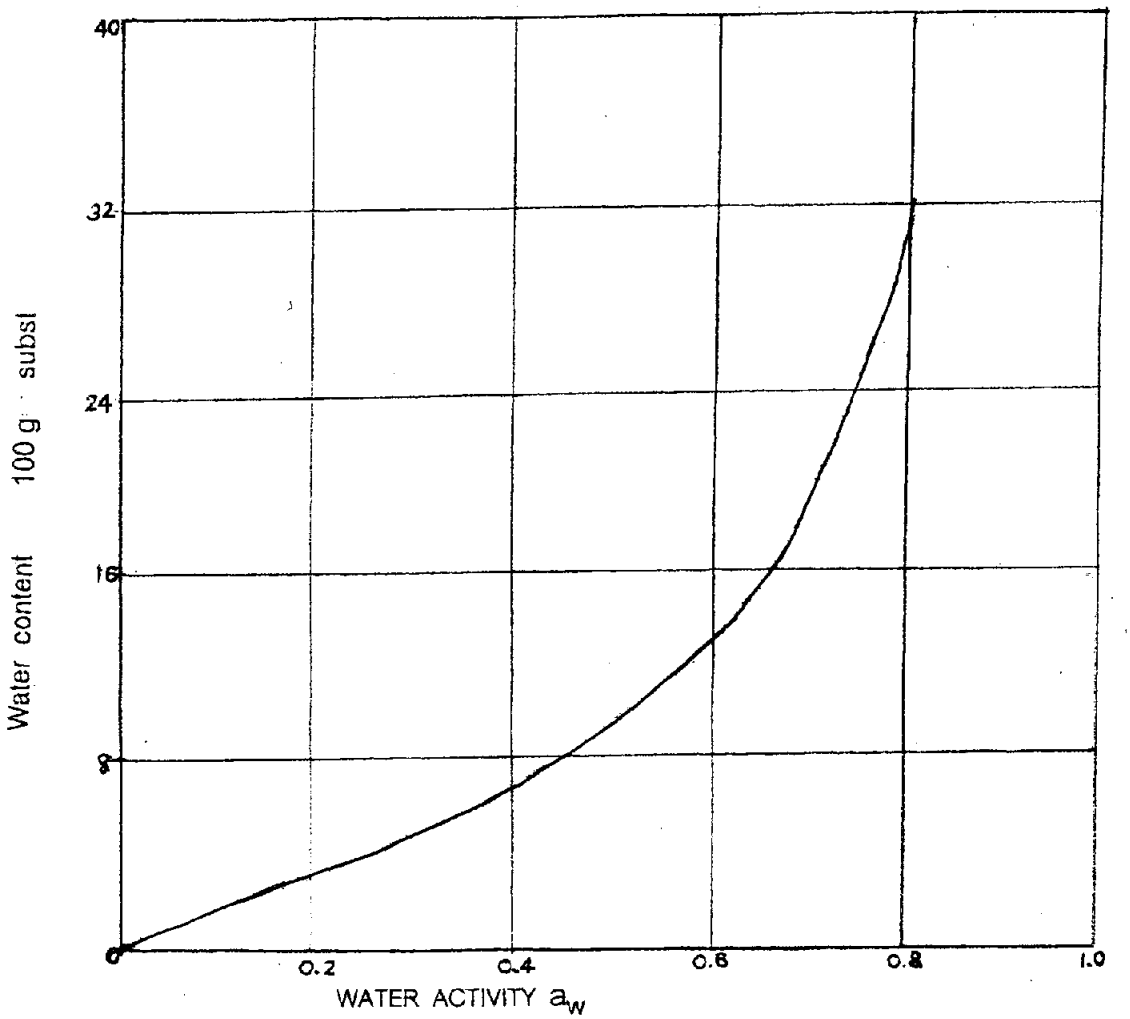
(Muri F. The water activity . 1984.NOVASINA AG. Zurich,Switzerland.P.20)

ถ้ามีตัวอย่างซุปแห้งซึ่งประกอบด้วยชิ้นเนื้อไก่แห้ง ชิ้นเนื้อวัวแห้ง ชิ้นแครอทแห้ง ชิ้นมันเทศแห้ง เมล็ดข้าวแห้งและส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งทำให้แห้งแล้วบรรจุในภาชนะที่ป้องกันความชื้น หากส่วนประกอบทั้งหมดมีความชื้นต่างกันและมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่างกันก็จะเกิดการถ่ายเทของน้ำจนกระทั่งถึงสมดุล นั่นคือมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเดียวกัน อย่างไรก็ตามส่วนประกอบเหล่านั้นก็ยังคงมีปริมาณความชื้นต่างกัน สิ่งนี้จึงเป็นตัวอย่างที่แสดงว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตี ไม่ใช่ปริมาณความชื้น

ตามปกติการกำจัดน้ำออกจากอาหารในช่วงที่ความชื้นต่ำ(ต่ำกว่าร้อยละ 25) จะมีผลต่อค่าวอเตอร์แอกติวิตีมากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นเพียงเล็กน้อย ดังกราฟแสดงแอดซอร์ปชันไอโซเทอร์มของความชื้นในอาหาร ที่ 20°ซ ต่อไปนี้

The schematic isotherm for a typical food material

(Marco Jermini.The significance of water hydration and water activity in foods.1984.P.3.)



ADSORPTION (GANE, R)

ตารางที่ 1 แสดงค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุดที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้[2]

จุลินทรีย์	ค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุด
ยีสต์ที่ทนความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูง(Osmophilic Yeasts)	0.60
ราที่ทนสภาพแห้งแล้งได้ดี(Xerophilic & fungi)	0.65
บักเตรีที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ(Psychrophilic bacteria)	0.75
บักเตรีที่ทนความเข้มข้นของเกลือได้สูง(Halophilic bacteria)	0.75
รา	0.80
ยีสต์	0.88
บักเตรี	0.91

การหาค่าวอเตอร์แอกติวิตีนั้นใช้วิธีการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์คงตัวหรือความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดสมดุล (equilibrium relative humidity) ของตัวอย่างในภาชนะปิด ปัจจุบันใช้เซนเซอร์เป็นตัววัดเพราะให้ผลถูกต้องแม่นยำ รวดเร็วและง่ายในการใช้โดยมีตัวควบคุมอุณหภูมิขณะทำการวิเคราะห์ซึ่งตามปกติวิเคราะห์ที่ 25° ซ

NOVASINA เป็นวิธีการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีโดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ที่ว่า วัตถุที่ต้องการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะมีอิทธิพลต่อสภาพแวดล้อมซึ่งอยู่รอบๆ เมื่อนำวัตถุนั้นจำนวนเล็กน้อยมาบรรจุในภาชนะเฉพาะ แล้วนำไปใส่ในช่องวัดซึ่งมีเซนเซอร์อยู่ โดยปิดไว้อย่างแน่นหนาแล้ว อิเล็กทรอนิกเซนเซอร์ของเครื่องมือจะตรวจสภาวะความชื้นของอากาศในช่องว่างที่อยู่เหนือผิวหน้าของตัวอย่างและเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงการนำไฟฟ้าซึ่งสามารถวัดได้โดยจะเปลี่ยนค่าไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดสมดุลที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีจะคงตัวไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีกต่อไป ค่านั้นก็คือค่าวอเตอร์แอกติวิตี ของตัวอย่างหรือวัตถุที่ต้องการวัด

ค่าวอเตอร์แอกติวิตีในอาหารสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดสภาวะการเก็บรักษา เพื่อให้ปลอดภัยจากจุลินทรีย์ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคและต่อระยะเวลาเก็บอาหาร

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของค่าวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บผลไม้แห้ง

ระยะเวลาดำเนินการ

1 ปี 3 เดือน (พฤศจิกายน 2540 - กุมภาพันธ์ 2542)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดสภาวะและระยะเวลาเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้ง เพื่อให้ปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์
2. เพื่อป้องกันอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคผลไม้แห้ง
3. เป็นข้อมูลประกอบสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของผลไม้แห้ง เพื่อให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานโดยไม่ถูกทำลายโดยเชื้อจุลินทรีย์

วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และวิธีดำเนินการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทดลองเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้แห้งจำนวน 17 ตัวอย่าง ประกอบด้วย

1.สับปะรดอบแห้ง	5	ตัวอย่าง
2. แกนสับปะรดอบแห้ง	2	ตัวอย่าง
3. มะละกออบแห้ง	3	ตัวอย่าง
4. ชิงสไลด์อบแห้ง	2	ตัวอย่าง
5. ฝรั่งอบแห้ง	1	ตัวอย่าง
6. เนื้อส้มอบแห้ง	1	ตัวอย่าง
7. ขนุนอบแห้ง	1	ตัวอย่าง
8. กล้วยน้ำว้าอบแห้ง	1	ตัวอย่าง
9. แตงไทยอบแห้ง	1	ตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเก็บในขวดแก้วที่มีฝาปิดและใส่ขวดตัวอย่างทั้งหมดไว้ในขวดแก้วที่มีฝาปิด โดยตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

วิธีดำเนินการ

1. การวิเคราะห์ความชื้น

1.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.1.1 ครกสำหรับใช้บดตัวอย่าง

1.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้า ซึ่งชั่งได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

1.1.3 ขวดแก้วมีฝาปิด(weighing bottle)

1.1.4 ตู้อบสุญญากาศที่ควบคุมอุณหภูมิได้(ความดัน-30นิ้วปรอท)

1.1.5 ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

1.1.6 เดสิกเกเตอร์

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างมาบดให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ครกบดตัวอย่าง

1.3 วิธีวิเคราะห์

1.3.1 นำขวดแก้วมีฝาปิดเข้าอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ100-105°ซ นาน1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์และชั่งน้ำหนัก

1.3.2 ชั่งตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 3 กรัม ให้รู้น้ำหนักแน่นอน ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิด

1.3.3 นำตัวอย่างเข้าอบแห้งในตู้อบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70°ซ นาน 6 ชั่วโมง

1.3.4 ทำให้เย็นในเดสิกเกเตอร์และชั่งน้ำหนัก

1.4 การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละ} = \frac{(W2-W3)x100}{(W2-W1)}$$

W_1 = น้ำหนักของขวดแก้วที่มีฝาปิด เป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของขวดแก้วที่มีฝาปิด และตัวอย่างก่อนอบแห้ง เป็นกรัม

W_3 = น้ำหนักของขวดแก้วที่มีฝาปิด และตัวอย่างหลังอบแห้ง เป็นกรัม

2. <u>การวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี</u> , A_w

2.1 **สารเคมี**

2.1.1 สารมาตรฐานที่ใช้วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีได้แก่แมกนีเซียมไนเตรต แบเรียมคลอไรด์ ลิเทียมคลอไรด์ (ใช้เฉพาะสำหรับเครื่องมือ NOVASINA a_w –center)

2.2 **วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ**

2.2.1 มีดสำหรับหั่นตัวอย่าง

2.2.2 เขียงที่ใช้ในการหั่นตัวอย่าง

2.2.3 ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อนำไปวัดค่า A_w

2.2.4 เครื่องมือวัดค่าA_w ยี่ห้อ NOVASINA a_w - center

2.3 **การเตรียมตัวอย่าง**

นำตัวอย่างมาหั่น (โดยใช้มีดและเขียงที่เตรียมไว้) ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่าๆ กัน

2.4 **วิธีการวัดค่า วอเตอร์แอกติวิตี**

2.4.1 ตั้งค่าควบคุมอุณหภูมิของเครื่องมือที่ 25°ซ และรอจนกระทั่งอุณหภูมิของช่องวัดเป็น 25° ซ

2.4.2 ทำการสอบเทียบเครื่องมือโดยใช้สารมาตรฐาน

2.4.3 บรรจุตัวอย่าง(ซึ่งเตรียมตามข้อ2.3)ให้เต็มภาชนะสำหรับวัดหรือไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80 ของปริมาตรภาชนะนั้น

2.4.4 นำภาชนะบรรจุตัวอย่างเข้าช่องวัดค่า A_w

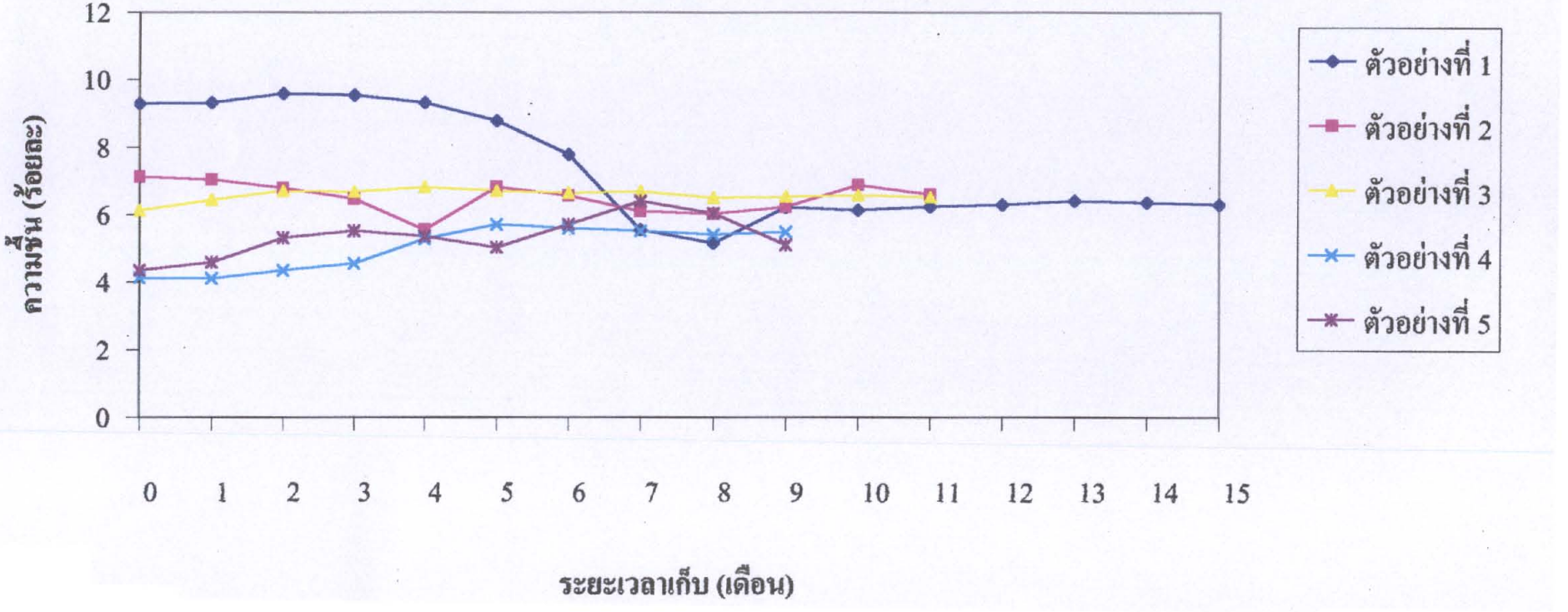
2.4.5 อ่านค่า A_w ซึ่งคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25°ซ บันทึกค่า A_wที่อ่านได้ โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัด 2 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างสับปะรดอบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3		ตัวอย่างที่ 4		ตัวอย่างที่ 5	
	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)
0	9.29	0.598	7.12	0.498	6.13	0.490	4.13	0.472	4.35	0.494
1	9.32	0.595	7.05	0.528	6.45	0.572	4.11	0.510	4.59	0.537
2	9.60	0.597	6.79	0.554	6.71	0.524	4.36	0.520	5.32	0.550
3	9.55	0.596	6.48	0.565	6.68	0.518	4.56	0.526	5.52	0.556
4	9.32	0.595	5.56	0.560	6.83	0.525	5.28	0.529	5.37	0.524
5	8.78	0.591	6.82	0.532	6.72	0.529	5.72	0.533	5.03	0.513
6	7.79	0.588	6.57	0.542	6.65	0.538	5.60	0.528	5.72	0.522
7	5.55	0.590	6.11	0.550	6.59	0.530	5.53	0.515	6.41	0.537
8	5.16	0.542	6.03	0.529	6.50	0.529	5.41	0.531	6.05	0.534
9	6.22	0.578	6.24	0.532	6.54	0.531	5.50	0.532	5.11	0.524
10	6.15	0.574	6.88	0.536	6.58	0.534	-	-	-	-
11	6.24	0.571	6.60	0.534	6.52	0.530	-	-	-	-
12	6.30	0.572	-	-	-	-	-	-	-	-
13	6.41	0.574	-	-	-	-	-	-	-	-
14	6.37	0.570	-	-	-	-	-	-	-	-
15	6.30	0.571	-	-	-	-	-	-	-	-

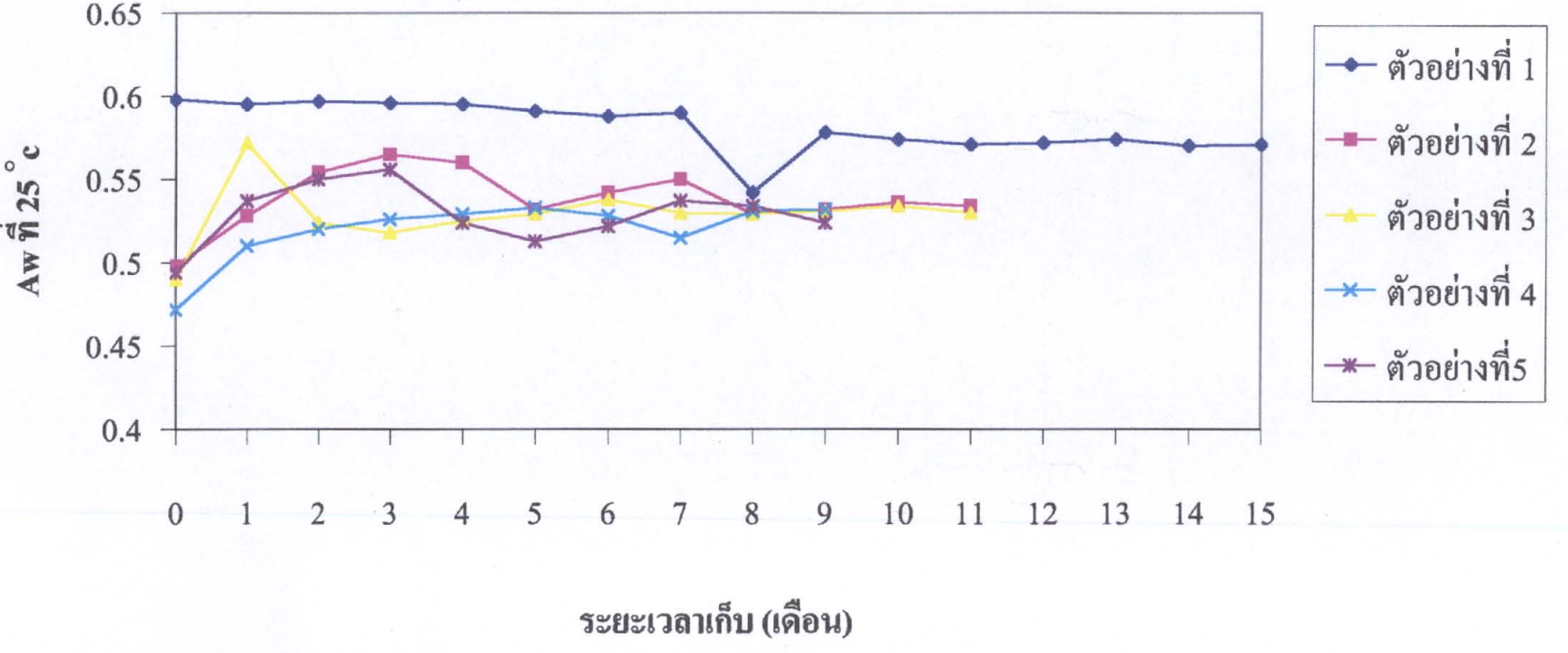
หมายเหตุ การที่มีข้อมูลไม่ครบเนื่องจากส่งมาวิเคราะห์ในวันเวลาแตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างไม่เท่ากัน

รูปที่ 1.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้น
ในระหว่างการเก็บสับปะรดอบแห้ง



รูปที่ 1.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี

ในระหว่างการเก็บสับปะรดอบแห้ง

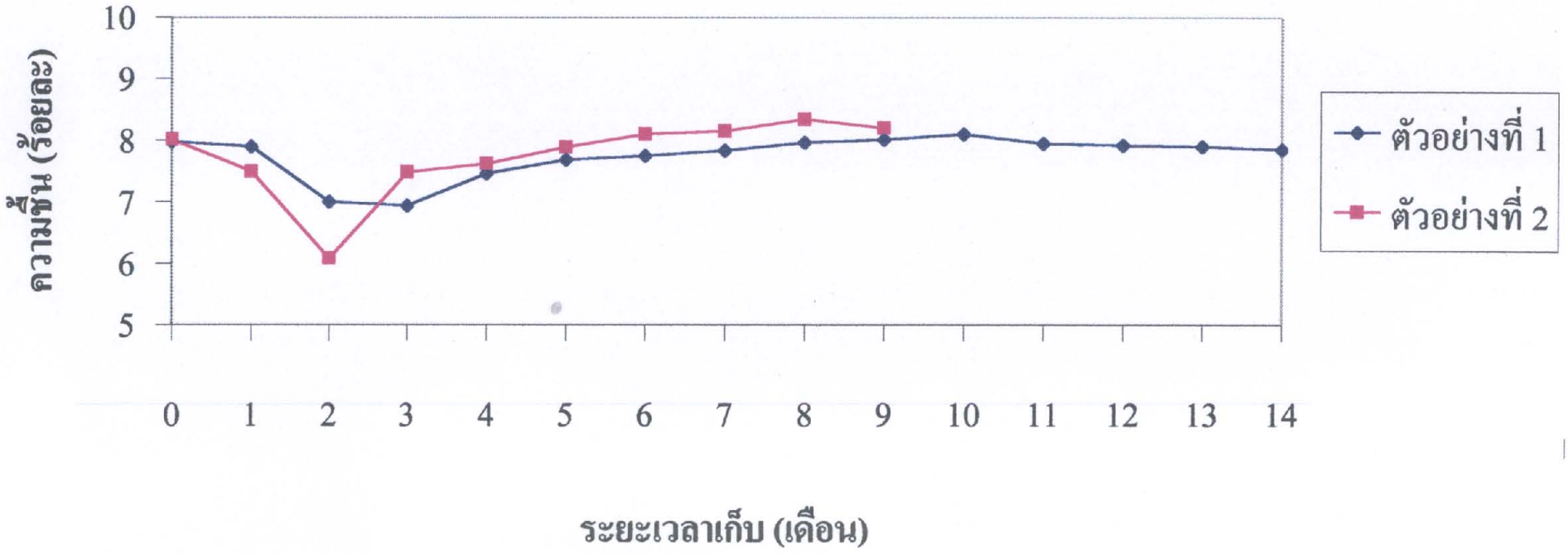


ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแกนสับปะรดอบแห้ง

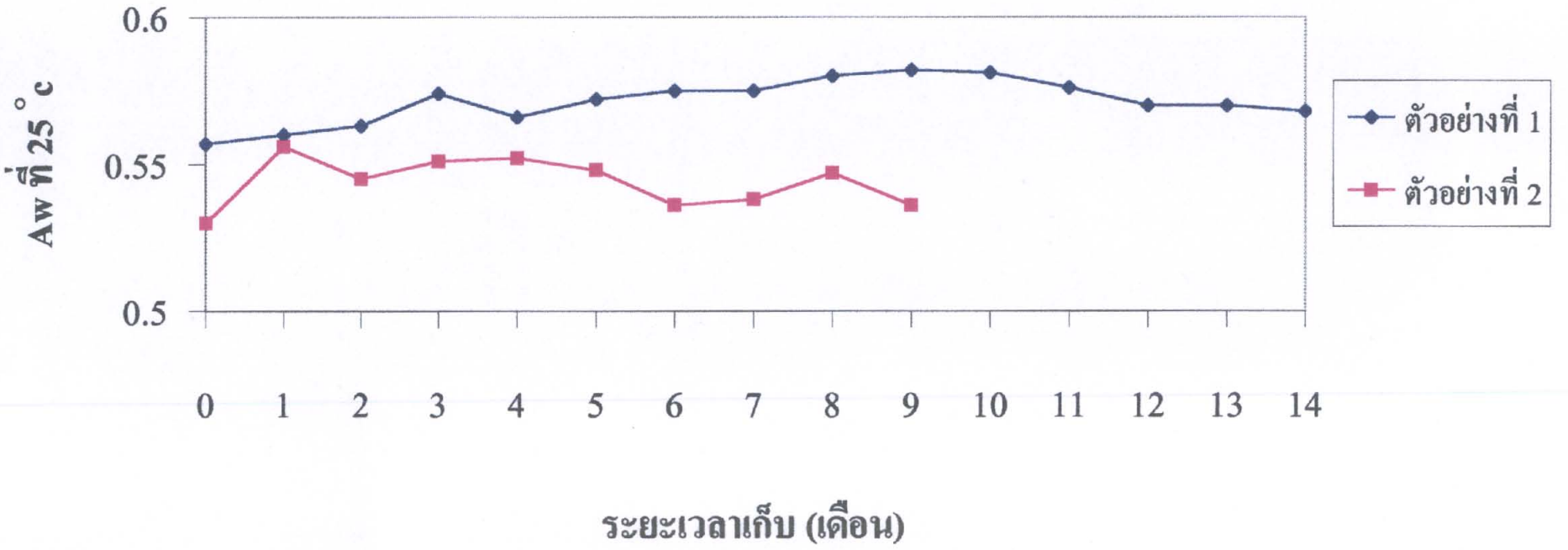
ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2	
	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25°ซ)
0	7.98	0.557	8.01	0.530
1	7.90	0.560	7.50	0.556
2	7.00	0.563	6.08	0.545
3	6.94	0.574	7.48	0.551
4	7.46	0.566	7.62	0.552
5	7.68	0.572	7.89	0.548
6	7.75	0.575	8.10	0.536
7	7.83	0.575	8.15	0.538
8	7.96	0.580	8.34	0.547
9	8.01	0.582	8.20	0.536
10	8.10	0.581	-	-
11	7.95	0.576	-	-
12	7.92	0.570	-	-
13	7.90	0.570	-	-
14	7.85	0.568	-	-

หมายเหตุ การที่มีข้อมูลไม่ครบเนื่องจากส่งมาวิเคราะห์ในวันเวลาแตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างไม่เท่ากัน

รูปที่ 2.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บแกนสับปะรดอบแห้ง



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บแกนสับปะรดอบแห้ง



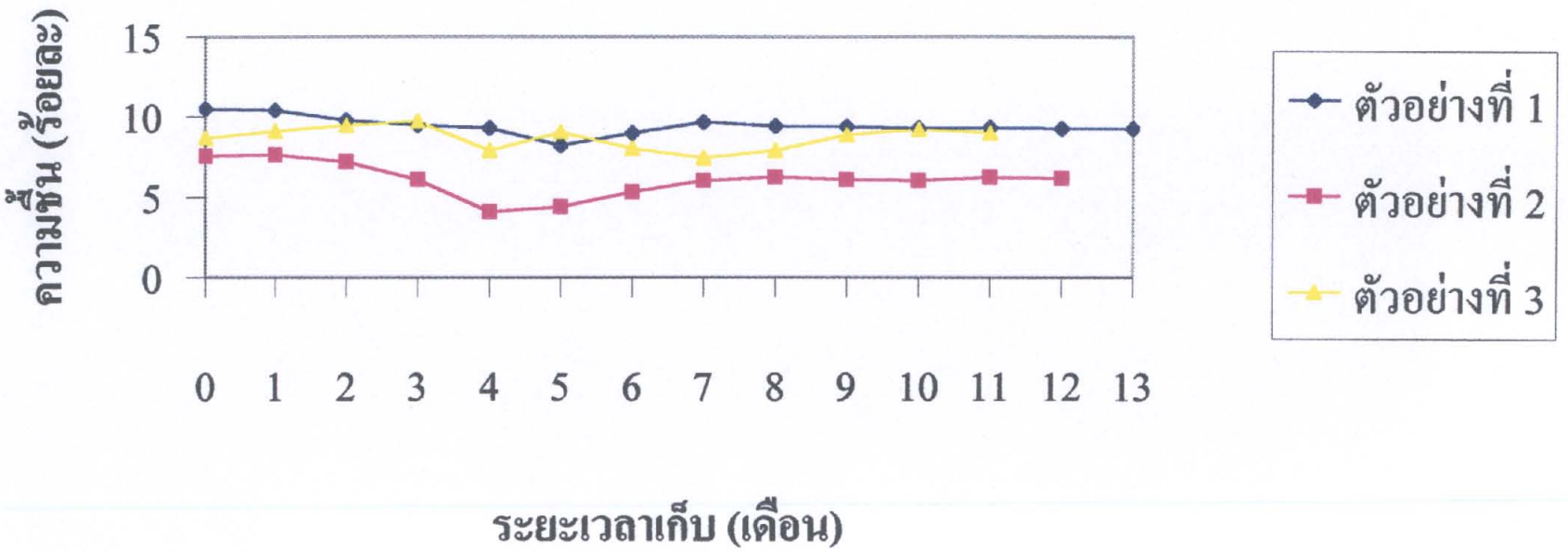
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมะละกออบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3	
	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)
0	10.5	0.526	7.54	0.446	8.69	0.521
1	10.4	0.542	7.63	0.482	9.12	0.530
2	9.80	0.558	7.20	0.507	9.50	0.537
3	9.50	0.552	6.11	0.518	9.72	0.546
4	9.31	0.547	4.09	0.521	7.93	0.535
5	8.21	0.560	4.40	0.526	9.07	0.538
6	8.99	0.545	5.32	0.517	8.04	0.534
7	9.66	0.550	6.05	0.520	7.44	0.520
8	9.43	0.551	6.24	0.530	7.92	0.525
9	9.40	0.547	6.10	0.530	8.89	0.530
10	9.30	0.545	6.04	0.527	9.23	0.536
11	9.32	0.540	6.25	0.520	9.02	0.534
12	9.28	0.538	6.20	0.518	-	-
13	9.26	0.538	-	-	-	-

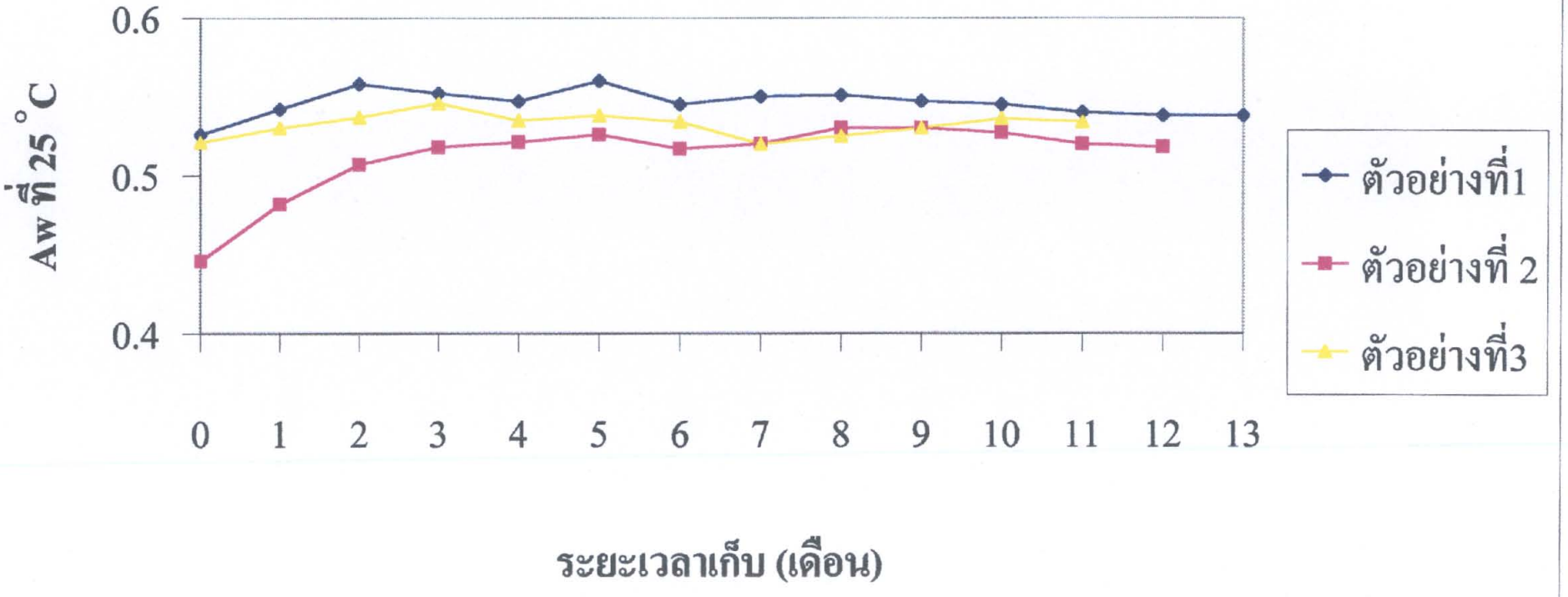
หมายเหตุ การที่มีข้อมูลไม่ครบเนื่องจากส่งมาวิเคราะห์ในวันเวลาแตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างไม่เท่ากัน

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

รูปที่ 3.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บมะละกออบแห้ง



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตีในระหว่างการเก็บมะละกออบแห้ง

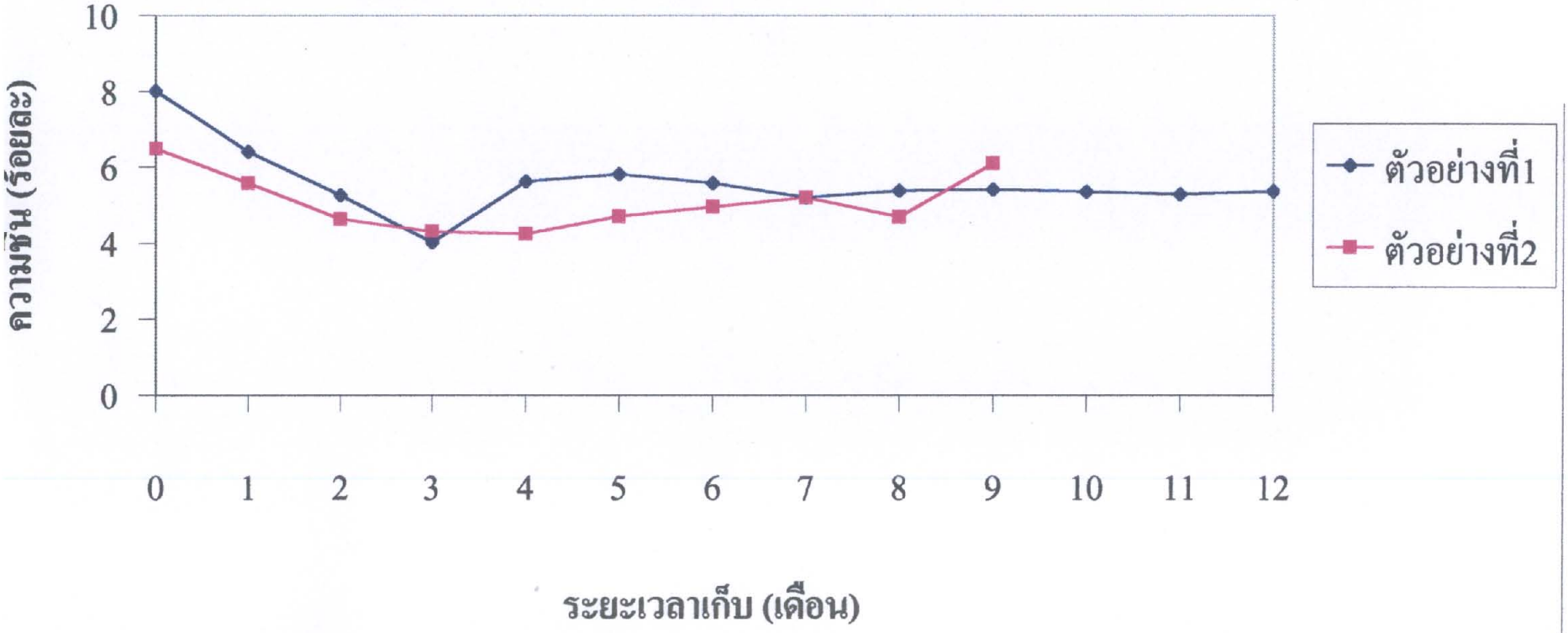


ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างขิงสไลด์อบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2	
	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)	ความชื้นร้อยละ	A_w (25°ซ)
0	8.01	0.655	6.48	0.639
1	6.40	0.610	5.56	0.628
2	5.26	0.608	4.63	0.610
3	4.02	0.604	4.30	0.574
4	5.62	0.593	4.25	0.572
5	5.81	0.567	4.71	0.580
6	5.58	5.80	4.95	0.590
7	5.20	0.560	5.20	0.599
8	5.38	0.570	4.69	0.596
9	5.41	0.571	6.10	0.592
10	5.35	0.570	-	-
11	5.28	0.565	-	-
12	5.37	0.550	-	-

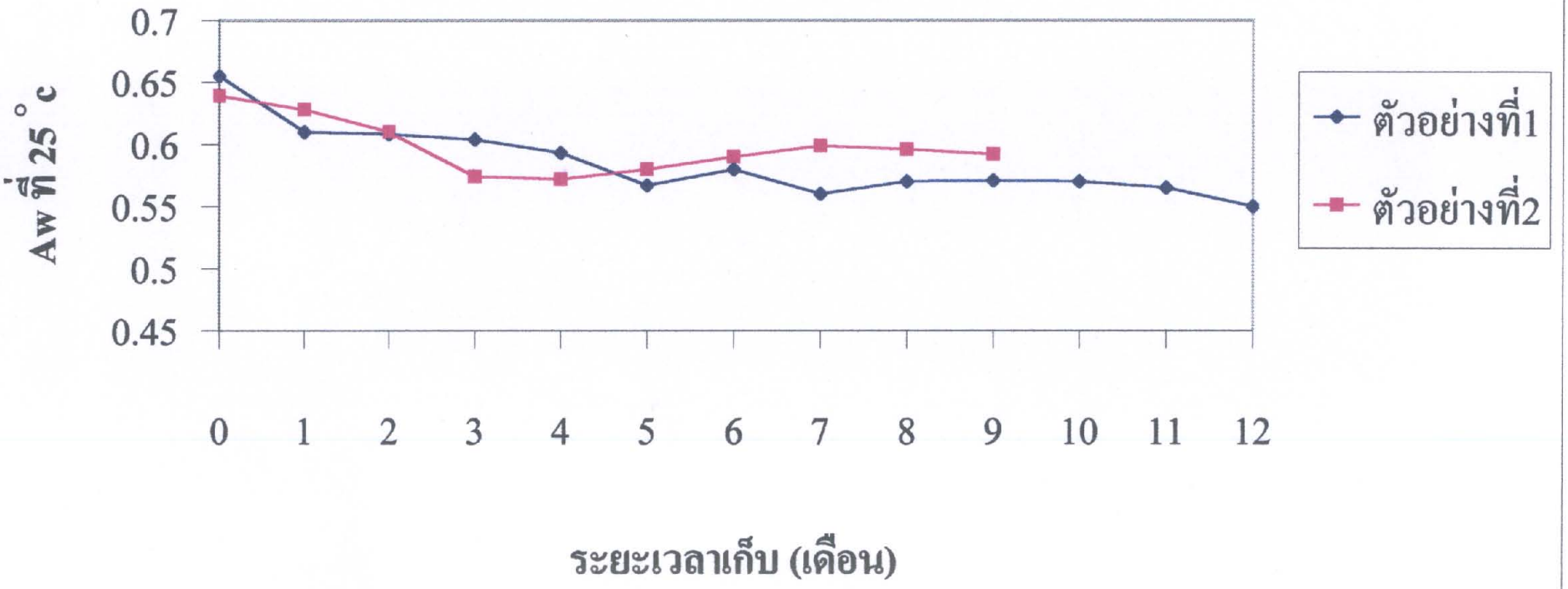
หมายเหตุ การที่มีข้อมูลไม่ครบเนื่องจากส่งมาวิเคราะห์ในวันเวลาแตกต่างกัน ทำให้ระยะเวลาเก็บตัวอย่างไม่เท่ากัน

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นในระหว่างการเก็บขิงสไลด์อบแห้ง



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงวอเตอร์แอกติวิตี

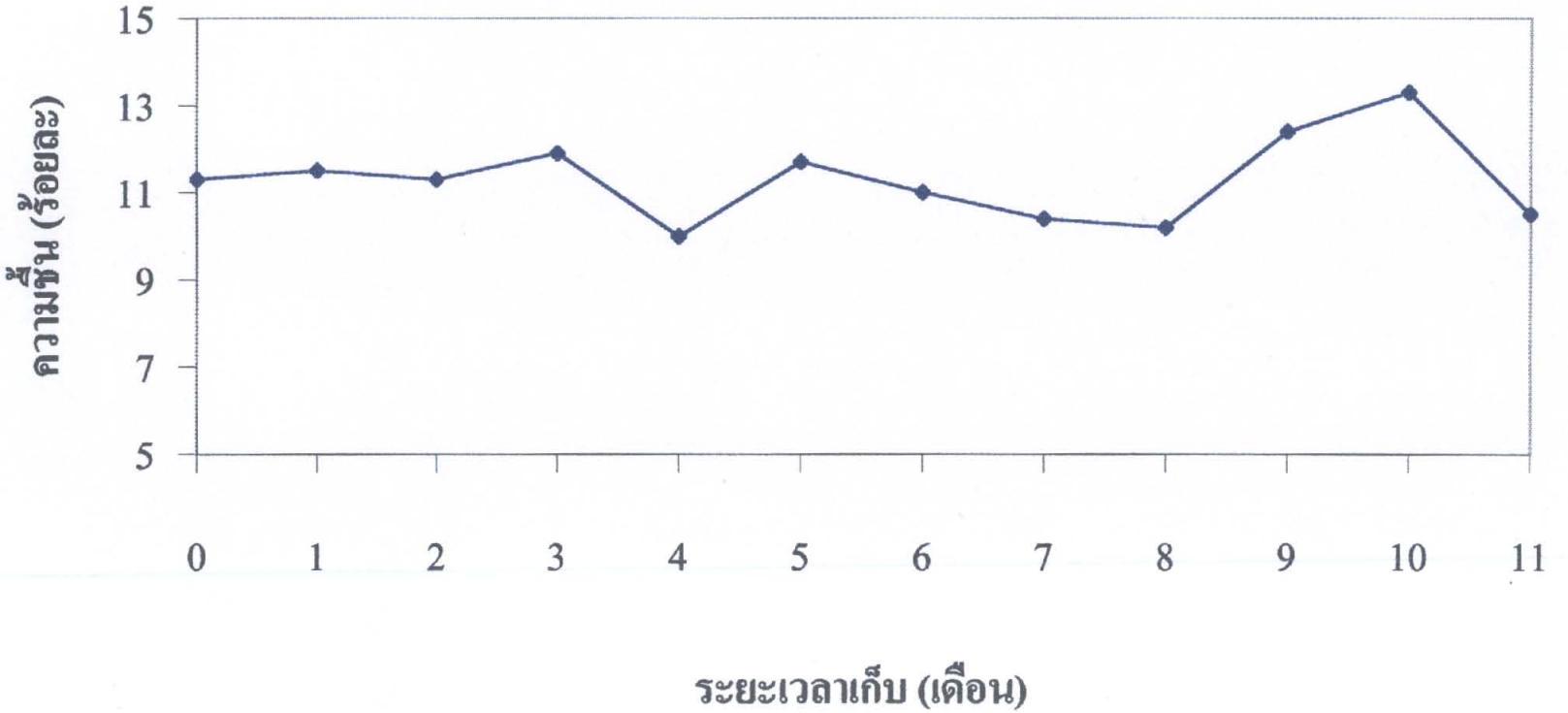
ในระหว่างการเก็บขิงสไลด์อบแห้ง



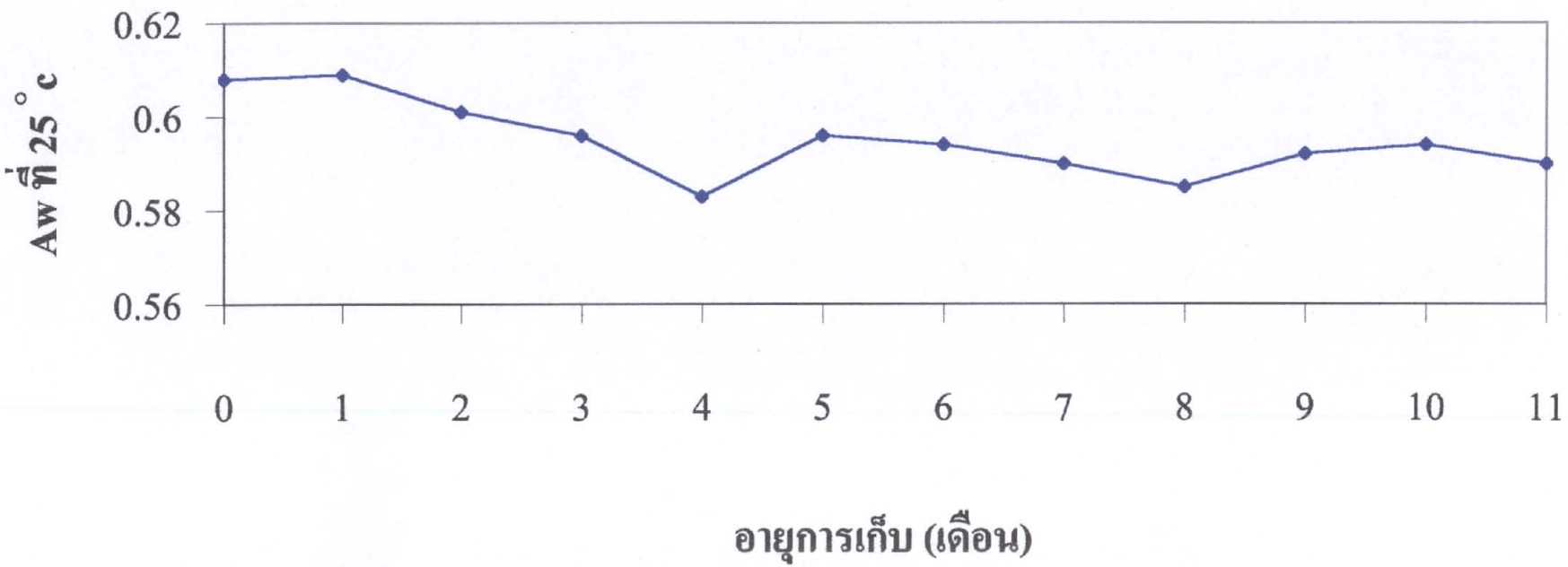
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝรั่งอบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25 °ซ)
0	11.3	0.608
1	11.5	0.609
2	11.3	0.601
3	11.9	0.596
4	10.0	0.583
5	11.7	0.596
6	11.0	0.594
7	10.4	0.590
8	10.2	0.585
9	12.4	0.592
10	13.3	0.594
11	10.5	0.590

รูปที่ 5.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บฝรั่งอบแห้ง



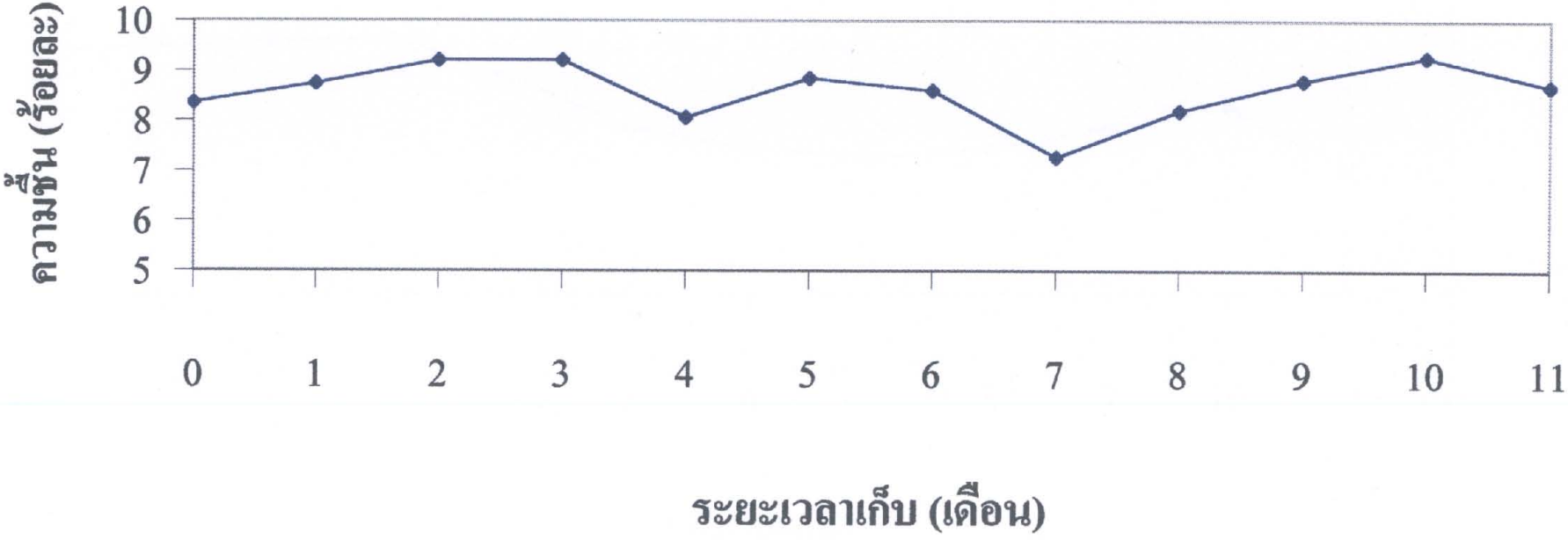
รูปที่ 5.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี
ในระหว่างการเก็บฝรั่งอบแห้ง



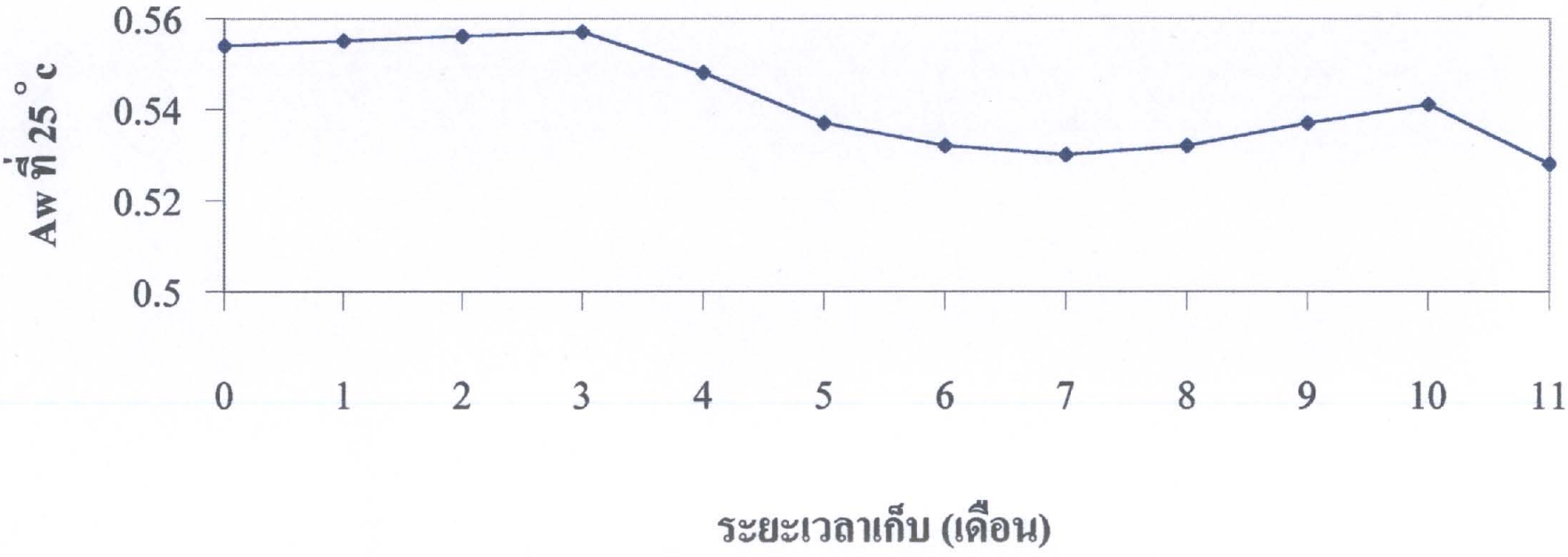
ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อสัมอบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25 °ซ)
0	8.36	0.554
1	8.74	0.555
2	9.20	0.556
3	9.20	0.559
4	8.06	0.548
5	8.85	0.537
6	8.60	0.532
7	7.27	0.530
8	8.20	0.532
9	8.83	0.537
10	9.27	0.540
11	8.70	0.528

รูปที่ 6.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้น
ในระหว่างการเก็บเนื้อส้มอบแห้ง



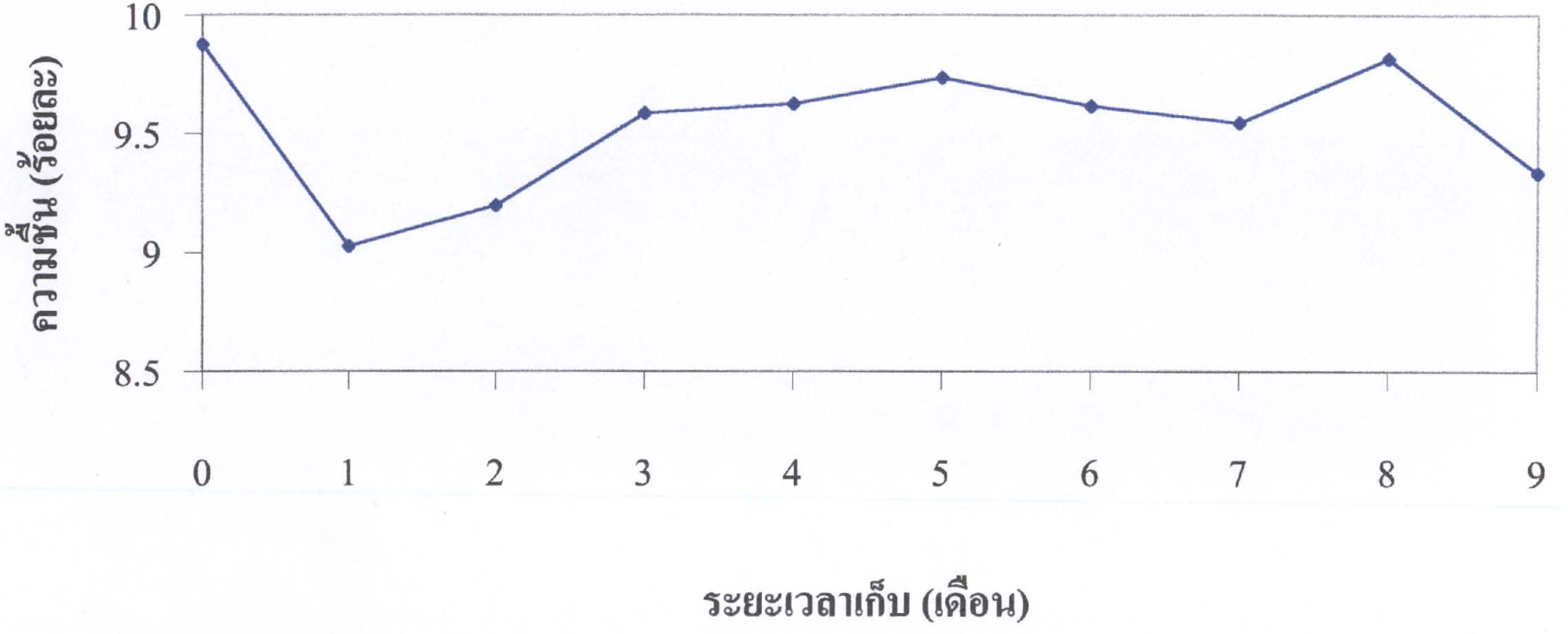
รูปที่ 6.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี
ในระหว่างการเก็บเนื้อส้มอบแห้ง



ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างขนุนอบแห้ง

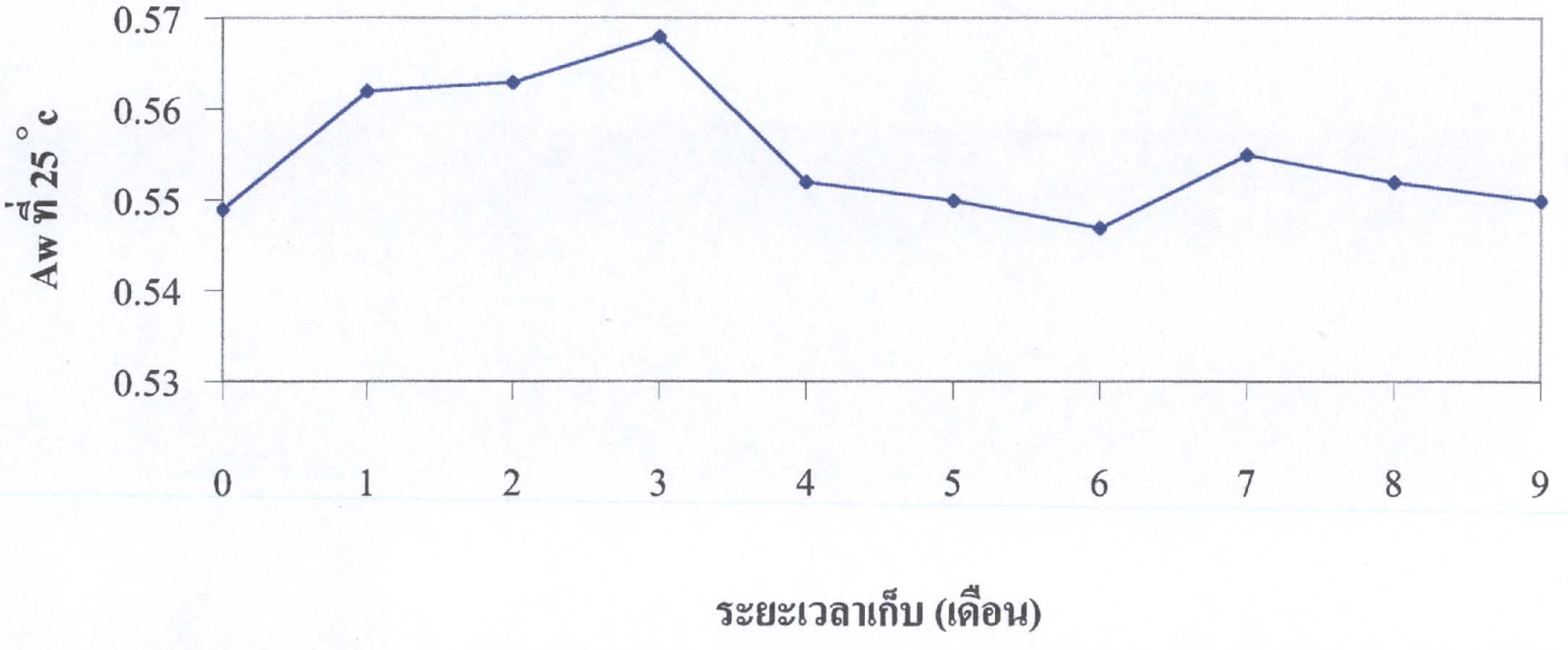
ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25 °ซ)
0	9.88	0.549
1	9.03	0.562
2	9.20	0.563
3	9.59	0.568
4	9.63	0.552
5	9.74	0.550
6	9.62	0.547
7	9.55	0.555
8	9.82	0.552
9	9.34	0.550

รูปที่ 7.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในระหว่างการเก็บขนุนอบแห้ง



รูปที่ 7.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี

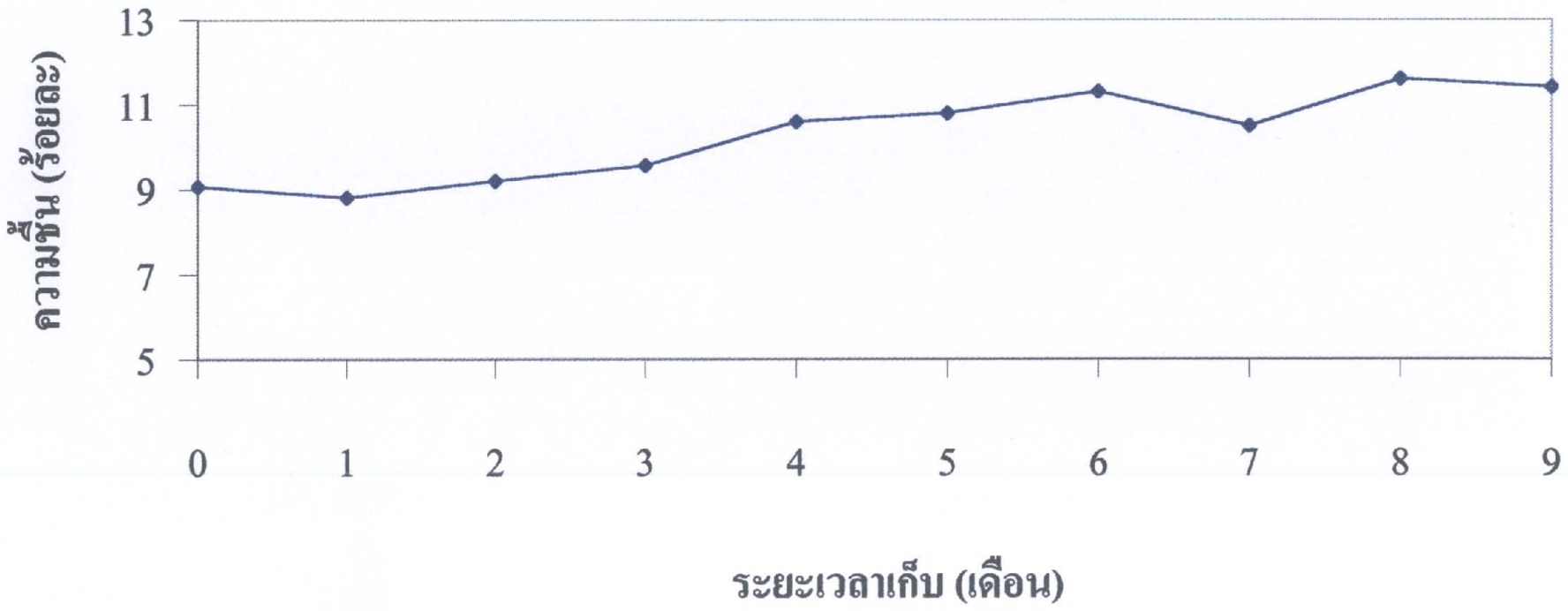
ในระหว่างการเก็บขนุนอบแห้ง



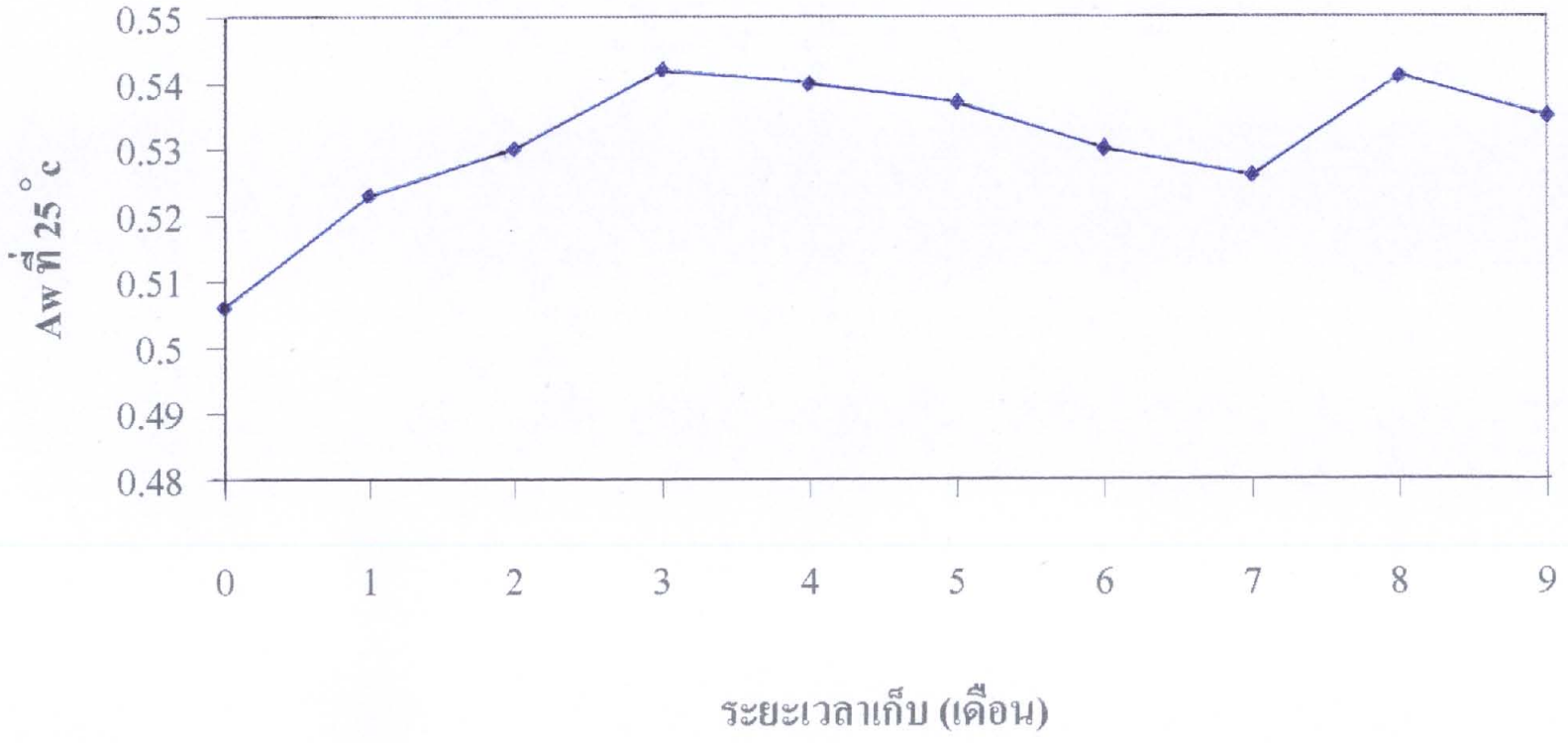
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างกล้วยน้ำว้าอบแห้ง

ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25 °ซ)
0	9.07	0.506
1	8.81	0.523
2	9.20	0.530
3	9.56	0.542
4	10.6	0.540
5	10.8	0.537
6	11.3	0.530
7	10.5	0.526
8	11.6	0.541
9	11.4	0.535

รูปที่ 8.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้น
ในระหว่างการเก็บกล้วยน้ำว้าอบแห้ง



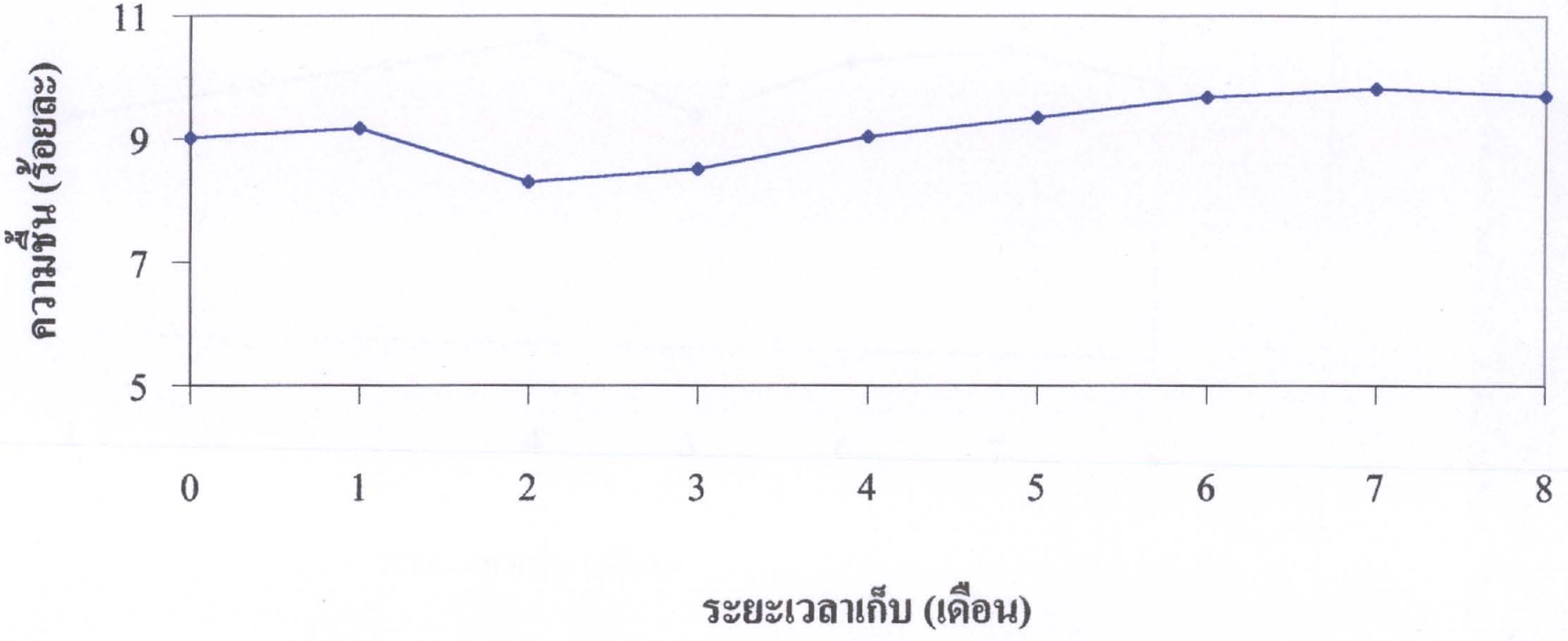
รูปที่ 8.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี ในระหว่างการเก็บกล้วยน้ำว้าอบแห้ง



ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแตงไทยอบแห้ง

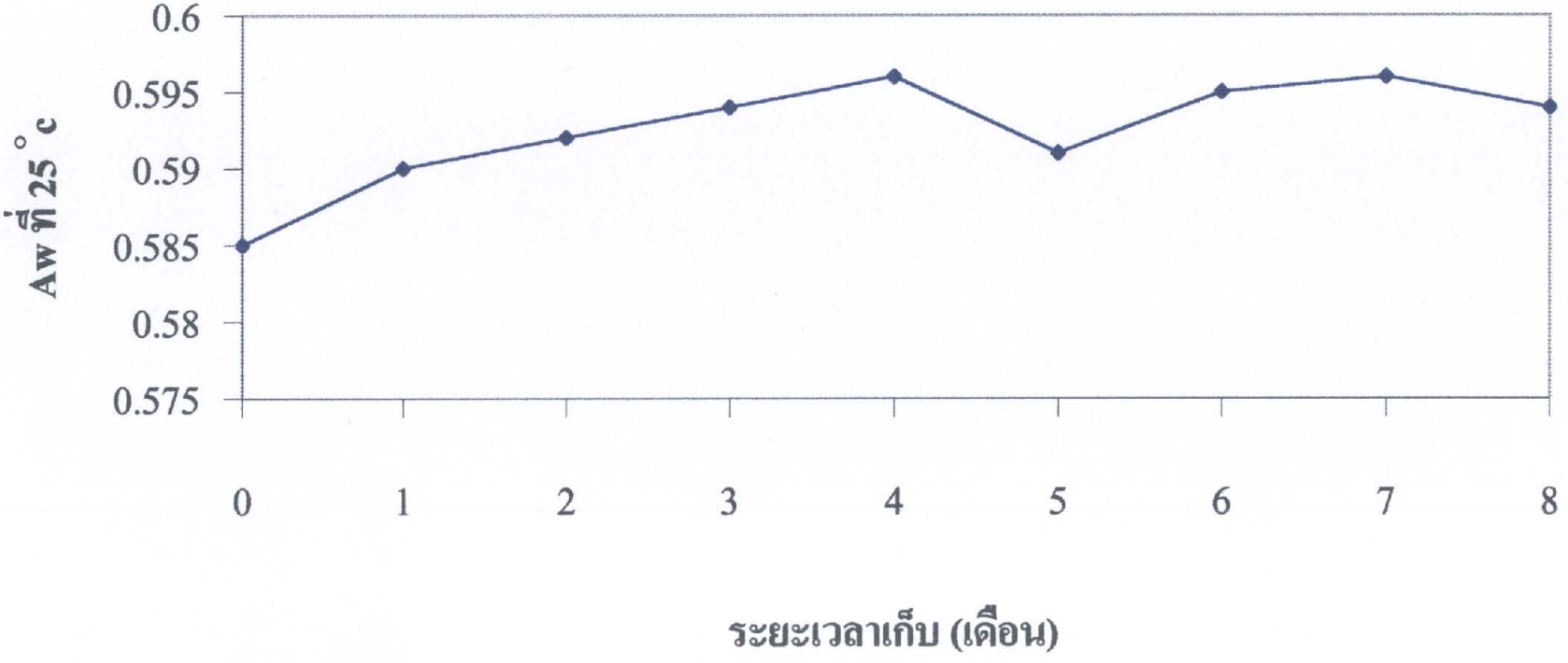
ระยะเวลาเก็บ/เดือน	ความชื้น ร้อยละ	A_w (25 °ซ)
0	9.02	0.585
1	9.17	0.590
2	8.30	0.592
3	8.51	0.594
4	9.04	0.596
5	9.35	0.591
6	9.68	0.595
7	9.82	0.596
8	9.70	0.594

รูปที่ 9.1 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้น
ในระหว่างการเก็บแตงไทยอบแห้ง



รูปที่ 9.2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของวอเตอร์แอกติวิตี

ในระหว่างการเก็บแตงไทยอบแห้ง



วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลไม้แห้งนั้น การเตรียมตัวอย่างต้องบดตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน และต้องทำด้วยความรวดเร็วเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้น ตัวอย่างผลไม้แห้งที่ใช้ในการศึกษาทดลองในครั้งนี้ เป็นตัวอย่างที่ส่งมาวิเคราะห์จากบริษัทซึ่งผลิตเพื่อการส่งออกไปขายประเทศทางยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ลักษณะของแต่ละตัวอย่าง หั่นมาแล้วเป็นชิ้นขนาดเล็กบ้าง ใหญ่บ้าง ตามชนิดของตัวอย่าง เช่นมะละกออบแห้ง จะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ซึ่งในการผลิตผลไม้แห้งแต่ละครั้ง ลักษณะของผลไม้ที่ใช้ผลิตย่อมคละกันไป ทั้งลักษณะเนื้อสัมผัส สี และรส การวิเคราะห์จึงต้องใช้วิธีสุ่มตัวอย่างด้วยความรอบคอบ เพื่อให้สามารถใช้แทนตัวอย่างทั้งหมดได้อย่างถูกต้อง ในการวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีก็ต้องสุ่มตัวอย่าง แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้อง แม่นยำ ตัวอย่างผลไม้แห้งที่ศึกษาทดลองครั้งนี้แต่ละชนิด มีจำนวนตัวอย่างมากน้อยแตกต่างกัน และระยะเวลาเก็บก็ไม่เท่ากัน เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ส่งมาให้วิเคราะห์จากบริษัท ในการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตีนั้น จะกระทำพร้อมกันไปทุกๆระยะเวลาเก็บ 1 เดือน

จากผลการศึกษาทดลองผลไม้แห้งทั้ง 9 ชนิด มีถึง 7 ชนิดที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีน้อยกว่า 0.60 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้และลักษณะผิวของตัวอย่างก็ไม่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น แสดงว่าการเก็บผลไม้เหล่านั้น ในสภาวะปกติที่อุณหภูมิห้อง ก็สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ซึ่งระยะเวลาเก็บที่ศึกษาทดลองนั้น ตั้งแต่ 8 เดือนถึง 15 เดือน สำหรับขิงสไลด์ทั้ง 2 ตัวอย่าง มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีมากกว่า 0.60 คือ 0.655 และ 0.639 นอกจากนี้ ฝรั่งอบแห้งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเริ่มแรก 0.608 แต่ผลไม้แห้งทั้ง 2 ชนิด เมื่อเก็บไว้ประมาณ 3 ถึง 4 เดือน ค่าวอเตอร์แอกติวิตีก็ลดลงจนน้อยกว่า 0.60 การเปลี่ยนแปลงค่าของวอเตอร์แอกติวิตีของตัวอย่างที่ศึกษาทดลองแต่ละชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ระหว่างระยะเวลาเก็บมากน้อย แตกต่างกันไป ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าวอเตอร์แอกติวิตีตั้งต้น ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาเก็บของตัวอย่างผลไม้แห้งนั้นๆและลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างนั้นๆซึ่งแม้จะเป็นตัวอย่างเดียวกันก็ย่อมไม่เหมือนกันทั้งหมด นอกจากนี้สภาวะแวดล้อมในขณะนั้นก็อาจมีผลต่อการวิเคราะห์เช่น ความชื้นในอากาศซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

กรณีที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีมากกว่า 0.60 แสดงว่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่นยีสต์ที่ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลสูง (ซึ่งมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีต่ำสุดที่สามารถเจริญเติบโตได้คือ 0.60) อาจเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการเก็บจึงต้องใช้ความระมัดระวัง เพื่อป้องกันจุลินทรีย์ชนิดนี้ และในการผลิตผลไม้ที่มีค่าวอเตอร์แอกติวิตีสูงเท่านี้ จะต้องปรับปรุงวิธีการผลิตเสียใหม่ เพื่อจะลดค่าวอเตอร์แอกติวิตีให้น้อยกว่า 0.60 ซึ่งอาจกระทำโดยลดปริมาณความชื้นหรือเพิ่มปริมาณน้ำตาลในขณะผลิต

สรุปแล้วผลไม้อบแห้งที่ใช้ศึกษาทดลองสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลานานหลายเดือน โดยระยะเวลาเก็บในครั้งนี้สูงสุดคือ 15 เดือน ต่ำสุดคือ 8 เดือน ซึ่งถ้ามีเวลาศึกษาทดลองมากกว่านี้ก็คงมีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าสามารถเก็บผลไม้แห้งแต่ละชนิดได้นานนับปีทีเดียว

กิตติคุณประกาศ

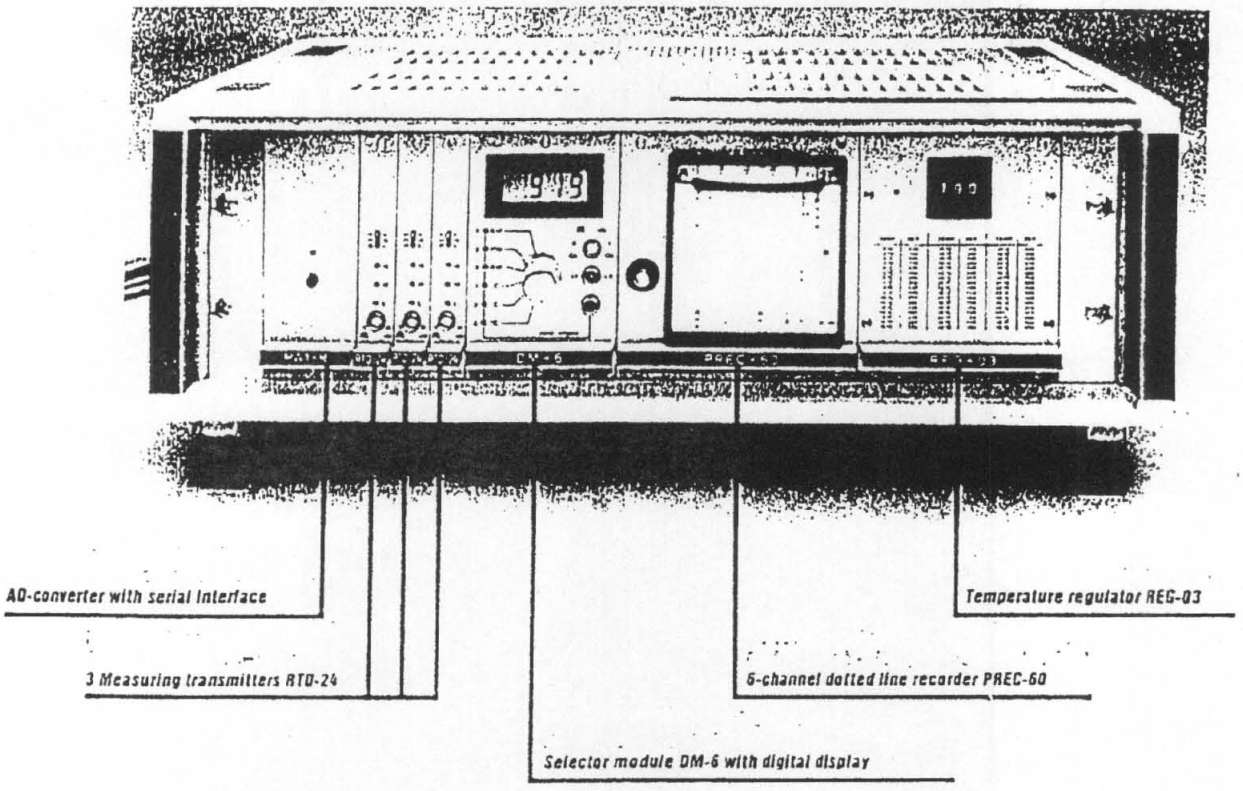
ผู้เขียนขอบคุณ คุณสุจินต์ ศรีคงศรี คุณสุคนธ์ เนคมานุรักษ์ และคุณพิมพาภรณ์ ไตรณรงค์สกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องของรายงานฉบับนี้ จนสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

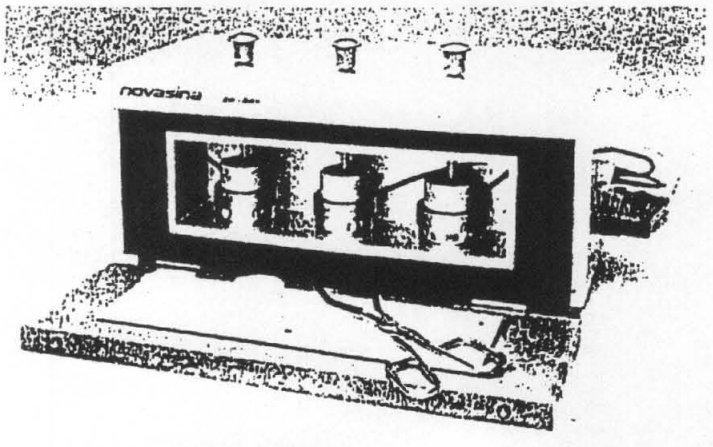
เอกสารอ้างอิง

1. ฝ่ายวิเคราะห์คุณค่าอาหารและเครื่องดื่ม รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ . ปีงบประมาณ 2536 . ฉบับที่ 51. หน้า 106 - 110
2. รัชนี ตัณฑะพานิชกุล รศ. , 2537 เคมีอาหาร.ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยรามคำแหง หน้า24-25
3. Chicherio A.E. The water activity and its measurement. 1984 NOVASINA AG. Zurich, Switzerland. P.249
4. Helrick kenneth, ed. Official methods of analysis of AOAC international , Vol. 2 . 16th ed. Verginia : AOAC , 1995 , PP. 9 - 10
5. Kirk , Ronald and Sawyer, Ronald . Pearson's composition and analysis of foods .9th ed. Harlow : Langman Scientific & Technical , 1991 , PP. 11 - 12
6. Muri F. The water activity . 1984 NOVASINA AG. Zurich , Switzerland. P.20
7. NOVASINA aw-center. Operation Manual. PP. 1 - 10
8. Marco Jerini.The significance of water,hydration and water activity in foods. 1984,P.3.

ภาคผนวก

เครื่องมือสำหรับวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี NOVASINA a_w-center





Temperature-controlled chamber for 3 sensors with tongs