

การศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้า
ของน้ำเกลือ จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

สารนิพนธ์
ของ
ศุภชัย ชุ่มใจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พฤษภาคม 2551

การศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้า
ของน้ำเกลือ จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

สารนิพนธ์
ของ
ศุภชัย ชุ่มใจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2551
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้า
ของน้ำเกลือ จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บทคัดย่อ
ของ
ศุภชัย ชุ่มใจ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2551

ศุภชัย ชุ่มใจ. (2551). การศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือจาก
อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย.

การศึกษาสมบัติทางความร้อนของสารละลายเกลือสินเธาว์ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ จาก
จังหวัดน่าน จำนวน 6 ตัวอย่าง และเกลือสมุทร ซึ่งออกแบบการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยให้
ความร้อนในระบบเปิด มีการถ่ายเทมวลและพลังงานความร้อนระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม
เทียบเคียงกับการต้มเกลือตามภูมิปัญญาชาวบ้าน โดยทดลองที่ระดับน้ำทะเลเปรียบเทียบกับที่
760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล วัดอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนให้ความร้อนและติดตามการเปลี่ยนแปลง
ของอุณหภูมิสารละลายเกลือมีอุณหภูมิคงที่ พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นขึ้นกับอุณหภูมิห้องและ
สภาพแวดล้อม ซึ่งที่จุดเดือดของน้ำกลั่นเป็นไปตามกฎอุณหภูมิอุณหพลศาสตร์ข้อที่ศูนย์ อัตรา
การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสารละลายเกลือมีความแปรปรวนสูง จุดเดือดของสารละลายเกลือ
เพิ่มขึ้นกับระดับความเค็มตามสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย และเนื่องจากความดัน
บรรยากาศที่แตกต่างกันมีผลต่อจุดเดือดของสารละลายเกลือ จุดเดือดที่ระดับน้ำทะเลสูงกว่าจุด
เดือดที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลทุกระดับความเค็ม ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างจุดเดือดทั้ง
สองนี้ ที่ระดับความเค็ม 100% และน้ำกลั่นมีค่าประมาณ $2.27 \pm 0.29^{\circ}\text{C}$ และ 2.86°C ตามลำดับ

การนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือขึ้นอยู่กับระดับความเค็ม หรือปริมาณไอออนใน
สารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มน้อยมีค่าความต้านทานสูง กระแสไหลผ่านได้น้อย ทำให้การนำ
ไฟฟ้าได้ไม่ดี จากความสัมพันธ์นี้ นำมาใช้สร้างเครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I)
เครื่องมือวัดความเค็มใช้ได้ดีในช่วงระดับความเค็ม 10% – 60 % โดยความสัมพันธ์ระหว่าง
กระแสไฟฟ้ากับระดับความเค็มเป็นเชิงเส้น

A STUDY OF THERMAL AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY PROPERTIES OF BRINE
FROM BOKLUA DISTRICT NAN PROVINCE

AN ABSTRACT
BY
SUPACHAI CHUMJAI

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
May 2008

Supachai Chumjai. (2008). *A Study of Thermal and Electrical Conductivity Properties of Brine from Boklua District Nan Province*. Master's Project M.Ed. (Science Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Assist.Prof. Dr.Fuenglada Veerasai.

Study on the thermal properties of brine of 6 rock salt samples from salt pits in **Nan** province at various saltiness levels and a sea salt sample has been performed in two laboratories: at sea level and 760 metres above sea level. By analogy of folk wisdom on the salt making process, the open system was considered, where the system allows heat and mass transfer to its environment. The brine temperatures were recorded as a function of time up to its constant boiling point. Based on the zero law of thermodynamics, the initial temperature before each salt solution is heated, is an equilibrium temperature with its environment. The large variation in increasing rate of salt solutions is notified. The colligative property, the boiling point elevation is demonstrated by the increasing of the boiling point with percent salinity. By difference in atmospheric pressures of the two laboratories, the boiling point at sea level is higher than the boiling point at 760 metres above sea level for all levels of saltiness. The average different temperature is 2.27 ± 0.29 °C for 100 % salinity and 2.86 °C for distilled water.

Conductance of salt solution depends on its salinity or amount of ions in salt solution. For low salinity sample shows high resistance, low current flow and also poor conductivity. Based on this relation, the salinity meter (*Serm-Keng, SWU-NAN I*) has been designed and constructed. This meter demonstrates the linear relationship between the current and percent salinity for 10% - 60% salinity.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการ
สอบได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือจาก
อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ของ ศุภชัย ชุ่มใจ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย)

คณะกรรมการสอบ

.....

ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย)

.....

กรรมการสอบสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ภาณี วัฒนไธพาร)

.....

กรรมการสอบสารนิพนธ์

(ดร.วเรศ วีระสัย)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร มากตุ่น)

วันที่ พฤษภาคม พ.ศ. 2551

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระมหากรุณาธิคุณในพระองค์ที่ทรงมีพระมหากรุณาธิคุณ ดำริโครงการส่งเสริมคุณภาพการศึกษาโรงเรียนในถิ่นทุรกันดาร พื้นที่อำเภอปอแก้ว และอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดน่าน อันเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาครูในถิ่นทุรกันดาร ให้ได้รับการศึกษาในระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ซึ่งนับเป็นเกียรติอันสูงสุดที่ข้าพเจ้าได้รับโอกาสอันดียิ่งนี้ และจะได้นำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผู้เรียนและชุมชนต่อไป

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฟื่องลดา วีระสัย ประธานควบคุมสารนิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ปัญหา และข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเกิดขึ้นในงานวิจัย และการเขียนสารนิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ ดร. วรศ วีระสัย และรองศาสตราจารย์ภาณี วัฒนโธพาร ในการเป็นกรรมการสอบปากเปล่าสารนิพนธ์ ตลอดจนการให้คำแนะนำต่าง ๆ เพื่อให้สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษา คณาจารย์และเจ้าหน้าที่จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ ที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในพื้นที่อย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ให้ความเมตตาเอาใจใส่ และให้ข้อเสนอแนะในการเรียนและการทำวิจัย แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบคุณคุณเสริมสุข รัตเร่ง พนักงานวิทยาศาสตร์ 4 ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ และคุณธัญพ นิลกำจร พนักงานวิทยาศาสตร์ 4 ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ขั้นสูง ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความอนุเคราะห์ และช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคณะครูโรงเรียนบ้านบ่อหลวง สาขาห้วยโป่ง เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโททุกท่านที่คอยช่วยเหลือ แนะนำ และเป็นกำลังใจ แก่ผู้วิจัยตลอดการศึกษาและการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอน้อมระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอน เลี้ยงดู ให้โอกาสทางการศึกษาที่ดี ขอบคุณภรรยา และลูกที่คอยให้กำลังใจตลอดมา และขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ศุภชัย ชุ่มใจ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1	บทนำ..... 1
	ภูมิหลัง..... 1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 3
	ความสำคัญของการวิจัย..... 3
	ขอบเขตของการวิจัย..... 4
	นิยามศัพท์เฉพาะ..... 5
	กรอบแนวคิดในงานวิจัย..... 6
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 8
	สมบัติของเกลือ..... 8
	ประโยชน์ของเกลือ..... 9
	สมบัติคอลลิเกทิฟ..... 9
	จุดเดือดที่เพิ่มขึ้นของสารละลาย..... 10
	ความจุความร้อน..... 11
	โครงสร้างแบบไฮเดียมคลอไรด์..... 11
	สารละลาย..... 12
	ความเข้มข้นของสารละลาย..... 12
	การนำไฟฟ้าในสารละลาย..... 13
	ไอออนในสารละลาย..... 14
	สารละลายอิเล็กโทรไลต์..... 14
	กฎของโอห์ม..... 14
	กฎของฟาราเดย์เกี่ยวกับสารละลายไฟฟ้า..... 15

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	16
ตัวอย่างเกลือที่ใช้ในการวิจัย.....	16
อุปกรณ์	17
วิธีการดำเนินการทดลอง.....	19
4 ผลการทดลอง.....	24
เปรียบเทียบภูมิปัญญาชาวบ้านในการผลิตเกลือสินเธาว์กับองค์ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	24
สมบัติทางความร้อนของน้ำกลั่น.....	25
สมบัติทางความร้อนของสารละลายเกลือ.....	26
สมบัติการนำไฟฟ้า.....	54
เครื่องมือวัดความเค็ม.....	63
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	65
สรุปผล.....	65
สมบัติทางความร้อน.....	65
สมบัติการนำไฟฟ้า.....	66
อภิปรายผลโดยสรุป.....	67
ข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	72
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	150

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงตัวอย่างเกลือที่ใช้ในการทำการวิจัย.....	16
2 เปรียบเทียบภูมิปัญญาชาวบ้านกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการผลิตเกลือสินเธาว์.....	23
3 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บล.2A.....	27
4 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บล.1A.....	31
5 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บย. A.....	34
6 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บน. A.....	37
7 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บล.1B.....	41
8 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บล. 2B.....	44
9 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ กม. B.....	48
10 ตารางสรุปผลต่างจุดเดือดของสารละลายเกลือ 7 ตัวอย่าง ที่ระดับความเค็ม 0% 25% 50% 75% และ 100%.....	51
11 แสดงจุดเดือดของน้ำเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 บล.1A และบ่อหลวง บ่อที่ 2 บล.2A วัด จากเตาต้มเกลือจริง.....	54
12 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่างๆ. โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC).....	56
13 แสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดโดย ใช้ มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp.....	58
14 แสดงการวัดค่าการนำไฟฟ้ากระแสสลับ AC ของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่างๆ.....	59

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 แสดงการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ AC ของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ	60
16 แสดงค่าการวัดความต้านทานของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ.....	61
17 แสดงค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ โดยใช้หัววัดสแตนเลส	62
18 แสดงค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง (SMU-NAN I) เปรียบเทียบกับระดับความเค็ม.....	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ผลึกเกลือ.....	12
2 โครงสร้างผลึกเกลือ.....	12
3 เครื่องมือวัดความชื้น.....	17
4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ.....	17
5 เครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS).....	18
6 แผ่นร้อน (hotplate).....	18
7 ชุดการทดลองการวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อเวลา.....	18
8 วงจรวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3 V.....	20
9 วงจรวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือ ใช้ขั้วแกรไฟต์เป็นหัววัด.....	20
10 วงจรวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือ ใช้ขั้วสแตนเลสเป็นหัววัด.....	20
11 วงจรสร้างเครื่องมือวัดความเค็มของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3V...	21
12 วงจรวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ AC 5.62V.....	21
13 ออกแบบเครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I).....	22
14 เครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I).....	23
15 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่น.....	25
16 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บล.2A	26
17 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ บล.2A	29
18 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บล.2A	29
19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บล.1A	30
20 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ บล.1	32
21 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บล.1A	32
22 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บย.A	33
23 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ บย.A ...	35
24 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บย.A	35

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
25 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บน. A	36
26 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ บน. A	38
27 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บน. A	38
28 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บล. 1B	40
29 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ บล. 1B	42
30 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บล. 1B	42
31 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บล. 2B	43
32 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ บล. 2B	45
33 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ บล. 2B	45
34 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ กม. B	46
35 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ กม. B	48
36 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ กม. B	48
37 สรุปผลต่างจุดเดือดของสารละลายเกลือชนิดและความเค็มต่าง ๆ ที่ความสูงระดับน้ำทะเลกรุงเทพฯ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล.....	49
38 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มขึ้นอุณหภูมิของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ	50
39 แสดงอิทธิพลของความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงแตกต่างกัน ของของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือ บล. 2A ระดับความเค็มต่าง ๆ.....	51
40 แสดงจุดเดือดของน้ำเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อหลวง บ่อที่ 2 วัดจากเตาต้มเกลือจริงในพื้นที่บ้านบ่อหลวง	53
41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับระดับความเค็ม จากการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า DC 3.0 โวลต์.....	55
42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้ากับระดับความเค็ม จากการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า DC 3.0 โวลต์.....	55

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
43 การเปรียบเทียบค่าความต้านทานของหัววัดสแตนเลสในสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ.....	61
44 การเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า DC และ AC ของหัววัดสแตนเลส ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ.....	61
45 การเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้า DC และ AC ของหัววัดสแตนเลส ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ	62
46 วงจรสร้างเครื่องมือวัดความเค็มของน้ำเกลือ.....	63
47 เครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I).....	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

จังหวัดน่านมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 11,472.072 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,170,045 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าและภูเขา มีพื้นที่ราบเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ในการเพาะปลูกหรือประมาณ 580,597 ไร่ (สมัย สุทธิธรรม. 2539: 17) ชาวไทยภูเขาเผ่าถิ่น ในจังหวัดน่านได้สะสมภูมิปัญญาท้องถิ่นในการผลิตเกลือมาแต่โบราณ เพราะเกลือมีความสำคัญอย่างยิ่งนอกจากใช้เป็นเครื่องปรุงอาหารและใช้ในการถนอมอาหาร เกลือยังจำเป็นสำหรับสัตว์เลี้ยง ดังนั้นบ่อเกลือแต่ละแห่งจึงได้รับการดูแลอย่างดี และมีข้อห้ามหลายอย่าง ได้แก่ ผู้ที่จะเข้าไปทำการต้มเกลือในแต่ละบ่อจะต้องเป็นชาวบ้านในหมู่บ้านที่บ่อเกลือตั้งอยู่เท่านั้น ห้ามผู้หญิงขึ้นไปยืนบนขอบบ่อเกลือ และจะหยุดต้มในช่วงเข้าพรรษา ห้ามนำน้ำเกลือจากบ่อทุกบ่อออกมา นอกบริเวณบ่อ ยกเว้นเกลือที่ผ่านการต้มแห้งเท่านั้นที่สามารถนำออกมาได้ เป็นต้น (ภูเบศ วิโรทัย; และ มลศิริ วิโรทัย. 2536: 42)

เกลือเป็นผลึกไอออนิกที่ประกอบด้วยไอออนบวกของโซเดียม และไอออนลบของคลอรีน ในสถานะของแข็ง สารประกอบนี้อยู่ในสภาพผลึก ไอออนทั้งบวกและลบจะถูกตรึงไว้ใกล้ชิดกัน เมื่อนำสารดังกล่าวให้หลอมตัวหรือละลายในน้ำ ไอออนทั้งบวกและลบจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นสารประกอบนี้จึงเป็นสื่อไฟฟ้าได้ดีมาก เกลือ มีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) และมีสูตร NaCl เรียกชื่อแตกต่างกันตามสภาพการใช้งานหรือแหล่งที่มา เช่น เกลือแกง เกลือโต๊ะ เกลือทะเล เกลือสมุทร เกลือสินเธาว์ และเกลือบ่อ เป็นต้น (ประดิษฐ์ เชี่ยวสกุล. 2540: 369-370) เกลือสินเธาว์ หมายถึง เกลือที่ได้จากดินเค็มที่ห่างจากทะเล (ราชบัณฑิตยสถาน. 2546: 1,195) เกลือสินเธาว์อาจได้มาโดยวิธีเจาะบ่อหรือขุดเป็นเหมืองหรือฝัगत่อสูบน้ำ หรือไอน้ำลงไปละลายเกลือที่อยู่กับดินเค็มใต้พื้นดิน จากนั้นก็นำน้ำเกลือที่ได้ไประเหยเพื่อให้เกิดผลึกโดยใช้ความร้อน (อุทัย สินธุสาร. 2533: 1,236) เกลือสินเธาว์ในประเทศไทยพบว่ามีการผลิตมาตั้งแต่อดีต อย่างน้อย 2,500 ปี มาแล้ว จากการสำรวจทางโบราณคดีพบแหล่งผลิตเกลือสินเธาว์หลายแห่งกระจายอยู่รอบๆ พื้นที่ทุ่งกุลารัในบริเวณจังหวัดร้อยเอ็ด สุรินทร์ ศรีสะเกษ มหาสารคาม (จตุพร สังธิกุล. 2546: 1) กล่าวว่าเกลือสินเธาว์มีปริมาณของโซเดียมสูง และมีแมกนีเซียมต่ำ เกลือสินเธาว์ผลิตได้ด้วยการต้มหรือตากแดดน้ำเกลือจาก 3 แหล่ง ดังนี้

1. บ่อน้ำเกลือ เกิดจากน้ำผิวดินและน้ำฝนไหลแทรกซึมลงใต้พื้นดินเมื่อผ่านชั้นเกลือหิน (rock salt) ก็ละลายเกลือนั้นไปส่วนหนึ่ง สารละลายเกลือที่เกิดขึ้นก็ไหลไปสู่พื้นที่ระดับต่ำแล้วซึมขึ้นบนผิวดิน และพุขึ้นตามแอ่งจนกลายเป็นบ่อน้ำเกลือ

2. คราบเกลือบนผิวดินหรือพื้นบ่อตื้นๆ ที่แห้งแล้ว เมื่อน้ำเกลือที่ซึมบนผิวดินและพุขึ้นตามแอ่งเกิดแห้ง เกลือจึงตกค้างเป็นคราบอยู่บนผิวดินและพื้นบ่อ เมื่อนำดินจากผิวดินหรือพื้นบ่อมาละลายน้ำแยกดินส่วนที่ไม่ออกจะได้น้ำเกลือ

3. น้ำเกลือใต้ดิน โดยการเจาะพื้นดินลงไปจนพบน้ำเกลือที่เค็มจัดแล้วใช้ถังชักรอกหรือสูบน้ำขึ้นมา (ประดิษฐ์ เชี่ยวสกุล. 2540: 371)

เกลือบ่อ คือ เกลือสินเธาว์ที่ผลิตในเขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยชาวเขาเผ่าถิ่นที่อยู่ในหมู่บ้านที่มีบ่อเกลือเป็นผู้ผลิต เพื่อบริโภคภายในหมู่บ้าน และเพื่อขายทั่วไปในจังหวัดน่าน ซึ่งเกลือบ่อเป็นเกลือที่มีกระบวนการผลิตโดยการตักน้ำจากบ่อน้ำใต้ดิน และนำขึ้นมา ให้ความร้อนโดยการต้ม จนน้ำระเหยไปเหลือแต่ผลึกเกลือ แล้วตักขึ้นมาใส่ตะกร้าเพื่อให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปบรรจุถุง เพื่อรอการจำหน่าย (ภูเบศ วิโรทัย; และ มลศิริ วิโรทัย. 2536: 42)

บ่อเกลืออยู่ในกิ่งอำเภอบ่อเกลือ ซึ่งแยกออกมาจากอำเภอบัว แต่ปัจจุบันได้จัดตั้งเป็นอำเภอบ่อเกลือ โดยแบ่งเขตการปกครองออกเป็น 4 ตำบล คือ ตำบลบ่อเกลือใต้ ตำบลภูฟ้า ตำบลบ่อเกลือเหนือ และตำบลดงพญา อำเภอบ่อเกลืออยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของจังหวัดน่าน เดิมเรียกว่า “เมืองบ่อ” ซึ่งอาจ หมายถึง บ่อน้ำเกลือสินเธาว์ ที่มีอยู่ในพื้นที่ ซึ่งเดิมมีอยู่ 9 บ่อ คือบ่อหลวงบ่อที่ 1 บ่อหลวงบ่อที่ 2 ตั้งอยู่ที่บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ บ่อตอง ตั้งอยู่ที่บ้านบ่อหยวก บ่อเวร บ่อน่าน อยู่บริเวณ หุบเขาต้นกำเนิดแม่น้ำน่านบ้านนาเกิ่น ตำบลบ่อเกลือเหนือ บ่อแคะ ตั้งอยู่ที่บ้านน้ำแคะ บ่อเกล็ด ตั้งอยู่ที่บ้านสว่า ตำบลดงพญา บ่อสาด บ้านท่าทางหลวง ตำบลภูฟ้า และบ่อจ้าวอยู่ที่บ้านด่าน ปัจจุบันอยู่ในเขตการปกครองตำบลขุนน่านอำเภอเฉลิมพระเกียรติ ในปัจจุบันการผลิตเกลือในอำเภอบ่อเกลือมีการผลิตเกลือจำนวน 4 บ่อ จากการใช้เครื่องสำรวจหาตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เพื่อระบุตำแหน่งของบ่อเกลือที่ยังดำเนินการอยู่ พบว่ามีบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 650 เมตร ละติจูดที่ 2118201 N ลองจิจูดที่ 047Q 0726875 E บ่อเกลือบ้านบ่อหลวงบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 650 เมตร ละติจูดที่ 2118538 N ลองจิจูดที่ 047Q 0726994 E บ่อหยวก บ้านบ่อหยวก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 920 เมตร ละติจูดที่ 2133054 N ลองจิจูดที่ 047Q 0729205 E และบ่อน่าน บ้านนาเกิ่น ตำบลบ่อเกลือเหนือ อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 1,035 เมตร ละติจูดที่ 2136217 N ลองจิจูดที่ 047Q

0728747 E บ่อเกลือที่มีการต้มเกลือเพื่อทำการค้า มีอยู่ 3 บ่อ คือบ่อเกลือบ้านบ่อหลวงบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ บ่อเกลือบ้านบ่อหลวงบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ บ่อหยวก บ้านบ่อหยวก ตำบลบ่อเกลือเหนือ ส่วนบ่อนาน บ้านนาเกิ่น ตำบลบ่อเกลือเหนือ ต้มในช่วงเดือนมีนาคม ของทุกปี เพราะเป็นการต้มเพื่อใช้ในครัวเรือนเท่านั้น

จากภูมิปัญญาท้องถิ่น ชาวบ้านจะใช้วิธีการต้ม น้ำเกลือในบ่อในการตัดสินใจ ก่อนนำน้ำเกลือไปต้ม ต้องมีการตักน้ำที่อยู่ด้านบนของบ่อทิ้งก่อน เนื่องจากสภาพความเค็มน้อย เมื่อชิมจนทราบความเค็มที่ได้ที่ จึงนำน้ำเกลือไปต้มต่อไป การทดสอบปริมาณเกลือในน้ำเกลือด้วยวิธีการชิม และการต้มเกลือเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่อาศัยประสบการณ์เฉพาะบุคคล และความเชื่อในท้องถิ่นในการบำรุงรักษาบ่อเกลือ การเสริมองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของน้ำเกลือ และการผลิตเครื่องมืออย่างง่าย สำหรับตรวจสอบระดับความเค็มของน้ำเกลือบ่อ น่าจะเป็นประเด็นศึกษาและเป็นการสร้างความรู้เกี่ยวกับกระบวนการต้มเกลือให้แก่เยาวชนได้

1.2 ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของการผลิตเกลือกับภูมิปัญญาชาวบ้าน
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางความร้อน สภาพการนำไฟฟ้า ความหนาแน่นของน้ำเกลือ และสารละลายเกลือ จากแหล่งผลิตในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
3. เพื่อสร้างอุปกรณ์อย่างง่ายในการตรวจสอบความเค็มของน้ำเกลือ

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความสำคัญดังนี้

1. ทำให้ทราบถึงสมบัติทางความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือ
2. สามารถนำความรู้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนในพื้นที่
3. สามารถนำความรู้จากการวิจัยไปถ่ายทอดให้กลุ่มผู้ต้มเกลือและชาวบ้านในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือจังหวัดน่าน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. สารละลายเกลือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 7 ตัวอย่าง ดังนี้

- 1.1 เกลือบ่อไม่ผสมไอโอดีน บ่อหลวงบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.2 เกลือบ่อผสมไอโอดีน บ่อหลวงบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวงอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.3 เกลือบ่อไม่ผสมไอโอดีน บ่อหลวงบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.4 เกลือบ่อผสมไอโอดีน บ่อหลวงบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.5 เกลือบ่อไม่ผสมไอโอดีน บ่อหยวก บ้านบ่อหยวก อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.6 เกลือบ่อไม่ผสมไอโอดีน บ่อน่าน บ้านนาเกิ่น อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
- 1.7 เกลือสมุทรเสริมไอโอดีน

2. การศึกษาสมบัติทางความร้อนของน้ำเกลือที่ความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ 7 ตัวอย่าง

- 2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือที่เกิดขึ้นกับเวลา และสถานที่ที่ใช้ในการต้มเกลือ
- 2.2 สมบัติคอลลิเกทิฟของน้ำเกลือ เช่นการเพิ่มขึ้นของจุดเดือดของน้ำเกลือ

2.3 เปรียบเทียบจุดเดือดของน้ำเกลือ ที่ระดับความเค็มที่แตกต่างกันในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ห้องปฏิบัติการบ้านสว่าใต้และจากเตาต้มเกลือในพื้นที่อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

3. ศึกษาสมบัติการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือที่ความเค็ม 0 - 100 % โดยเพิ่มขึ้นช่วงละ 10 % โดยใช้กฎของโอห์ม

4. ออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดความเค็มอย่างง่ายของน้ำเกลือ เพื่อนำไปทดลองใช้กับเกลือบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

1.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ที่	กิจกรรม	เดือน							
		ม.ค.- ก.พ. 2550	มี.ค.- เม.ย 2550	พ.ค.- มิ.ย 2550	ก.ค.- ส.ค 2550	ก.ย- ต.ค 2550	พ.ย- ธ.ค 2550	ม.ค.- ก.พ 2551	มี.ค.- เม.ย 2551
1	สำรวจแหล่งที่ตั้งของบ่อเกลือ และการผลิตเกลือในแหล่งต่าง ๆ	⇔							
2	ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	⇔							
3	ทดลองในห้องปฏิบัติการ มศว.		↔						
4	ทดลองในห้องปฏิบัติการอำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน			↔					
5	วิเคราะห์ข้อมูล							↔	

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

เกลือบริสุทธิ์ (salt) หรือ **เกลือโซเดียมคลอไรด์บริสุทธิ์ (NaCl ar. grade)** หมายถึง สารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (NaCl, mw =58.4428 g/mol)

เกลือบ่อ (salt from Nan) หมายถึง เกลือสินเธาว์ชนิดหนึ่งที่ผลิตจากน้ำเกลือบ่อ ในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

น้ำเกลือบ่อ (brine from Nan) หมายถึง น้ำเกลือหรือน้ำเค็มที่ได้จากบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 บ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 2 บ่อเกลือบ้านบ่อหยวก และบ่อเกลือบ่อนานบ้านนากัน ในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

สารละลายเกลือ/น้ำเกลือ หมายถึง สารละลายที่ได้จากการนำเอาผลึกเกลือที่ได้จากการต้มเกลือ ในอำเภอบ่อเกลือมาทำการละลายน้ำที่ความเค็มต่าง ๆ

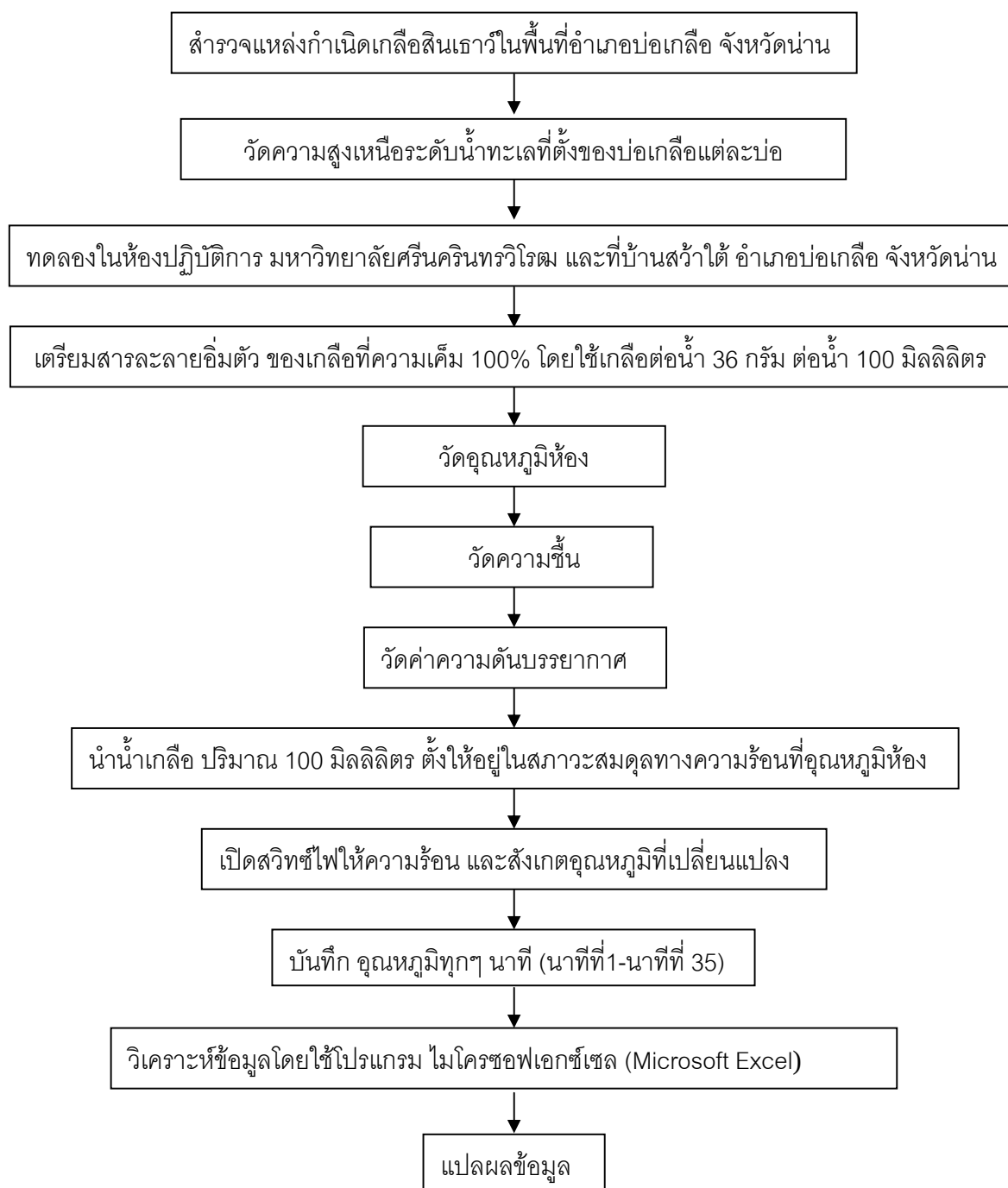
สารละลายเกลือสมุทร หมายถึง สารละลายที่ได้จากการนำเอาเกลือสมุทร มาทำการละลายที่ความเค็มต่างๆ

น้ำเกลือ หมายถึง เกลือโซเดียมคลอไรด์ผสมกับน้ำ, สารละลายเกลือบ่อ หรือสารละลายเกลือสมุทร

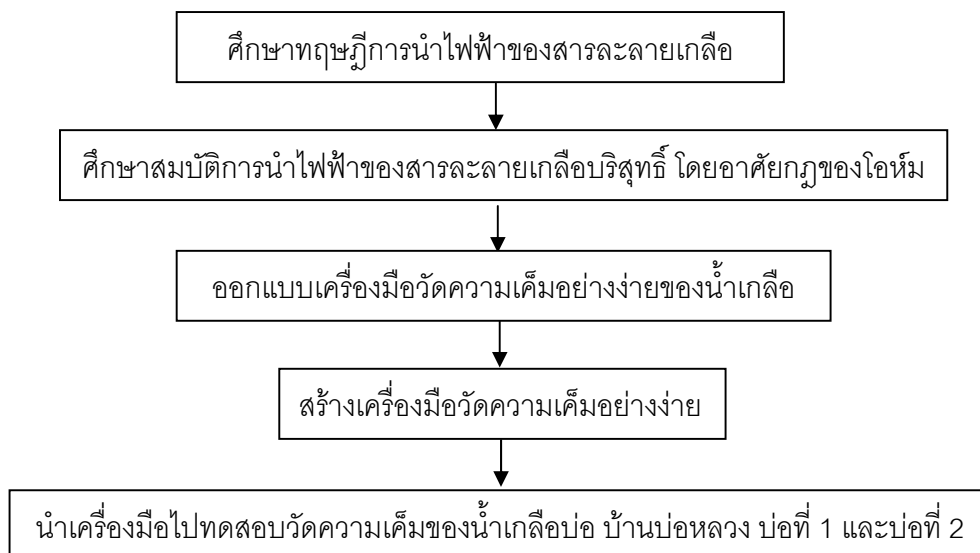
ความเค็มของน้ำเกลือ 100% หมายถึง เกลือต่อน้ำ ในปริมาณ 36 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร หรือ สารละลายเกลืออิ่มตัว ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7.1 สมบัติทางความร้อน



1.7.2 สมบัติการนำไฟฟ้า



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย ได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยจะนำเสนอหัวข้อต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้

1. สมบัติของเกลือ
2. ประโยชน์ของเกลือ
3. สมบัติคอลลิเกทฟ
4. ความดันไอ
5. ผลึกของโครงสร้างแบบไซเตียมคลอไรด์
6. สารละลาย
7. ความเข้มข้นของสารละลาย
8. การนำไฟฟ้าในสารละลาย
9. ไอออนในสารละลาย
10. สารละลายอิเล็กโทรไลต์
11. กฎของโอห์ม
12. กฎของฟาราเดย์เกี่ยวกับสารละลายไฟฟ้า

1 สมบัติของเกลือ

เกลือบริสุทธิ์หรือไซเตียมคลอไรด์ (NaCl) มีรูปลักษณะเป็นผลึกใส ขนาดใหญ่ ขนาดเล็กเป็นผงสีขาว มีความถ่วงจำเพาะ 2.164 มีความแข็ง 2.5 ดัชนีหักเห 1.544 จุดหลอมตัว 801 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) จุดเดือด $1,413^{\circ}\text{C}$ ดูดความชื้นจากอากาศบ้างเล็กน้อย (ประติษฐ์ เชี่ยวสกุล.2540: 276)

สภาพการละลายตัวถูกละลายมักละลายในตัวทำละลายได้ถึงขีดจำกัดหนึ่งเท่านั้น โดยที่ไซเตียมคลอไรด์ ที่อุณหภูมิ 0°C ละลายได้เพียง 35.7 กรัม (g) ในน้ำ 100 mL ถ้าสารละลายนี้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 100°C สามารถละลายได้เพิ่มขึ้นเป็น 39.1 g ในน้ำ 100 mL สารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่มากที่สุดจนไม่สามารถละลายได้อีกแล้ว ณ อุณหภูมิที่กำหนดให้ เรียกว่า สารละลายอิ่มตัว (saturated solution) ความเข้มข้นของสารละลายอิ่มตัวที่สมดุล เรียกว่า สภาพการละลาย (solubility) (เกษร พะลัง; และคนอื่นๆ. 2537: 211)

2 ประโยชน์ของเกลือ

นอกจากจะใช้ในการประกอบอาหารแล้ว เกลือยังมีประโยชน์ในด้านการผลิตสารเคมีอื่นๆ เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต กรดไฮโดรคลอริก คลอรีน โลหะโซเดียม การทำเคลือบสำหรับเครื่องบินดินเผา การรักษาหนังสัตว์ การถนอมอาหาร การใช้เป็นยาคือให้รับประทานกับน้ำดื่มหรือฉีด ในลักษณะเป็นน้ำเกลือเข้าเส้นเลือดเพื่อทดแทนเกลือที่สูญเสียไป เป็นต้น (ประดิษฐ์ เชี่ยวสกุล. 2540: 276)

3 สมบัติคอลลิเกทีฟ ของสารละลาย (Colligative properties of solution)

สมบัติคอลลิเกทีฟ ของสารละลายเป็นสมบัติที่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโมเลกุล หรือไอออนของตัวถูกละลาย แต่ไม่ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะของตัวถูกละลาย สมบัติคอลลิเกทีฟ ได้แก่ จุดเยือกแข็งที่ลดลงในสารละลาย จุดเดือดที่เพิ่มขึ้นของสารละลาย การลดต่ำของความดันไอ และความดันออสโมติก (Steven S. Zumdani. 1995: 89)

3.1 จุดเยือกแข็งที่ลดลงในสารละลาย (Freezing point depression in solution)

จุดเยือกแข็งของน้ำบริสุทธิ์จะอยู่ที่อุณหภูมิ 0°C แต่จุดเยือกแข็ง สามารถลดต่ำลงได้ถ้าเพิ่มตัวทำละลาย อย่างเช่นการเติมเกลือ น้ำเกลือ (สารละลายโซเดียมคลอไรด์) ถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไปอีก 10% ก็จะทำให้จุดเยือกแข็ง ต่ำลงไปอยู่ที่ -6°C เป็นต้น ซึ่งจุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลง เป็นคุณสมบัติของสารละลายเขียนได้ดังสมการ

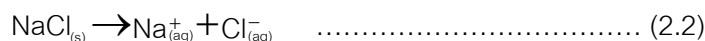
$$\Delta T_f = K_f C_m \dots\dots\dots (2.1)$$

จากสมการจะเห็นว่า อุณหภูมิที่จุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลง (ΔT_f) จะแปรผันตรงกับความเข้มข้นในหน่วยของโมแลล (molal) : C_m และเมื่อ K_f คือค่าคงที่ของจุดเยือกแข็งที่ลดต่ำลง (Steven S. Zumdani. 1995: 89)

3.2 จุดเดือดที่เพิ่มขึ้นของสารละลาย (Boiling point elevation in solution)

จุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์จะอยู่ที่ 100°C แต่จุดเดือดสามารถเพิ่มขึ้นได้ เมื่อเราเพิ่มตัวทำละลาย โดยส่วนใหญ่แล้ว สารละลายจะสามารถวัดจุดเดือดได้สูงกว่าตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งสามารถหาจุดเดือดที่สูงขึ้นได้จากสมการ $\Delta T_b = K_b C_m$ ซึ่งเป็นคุณสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลาย

จากสมการจะเห็นได้ว่าจุดเดือดที่สูงขึ้น จะแปรผันตรงกับความเข้มข้นในหน่วยของโมลแลล (molal) : C_m และเมื่อ K_b คือค่าคงที่ของจุดเดือดที่เพิ่มขึ้น ถ้านำเอาโซเดียมคลอไรด์ ($\text{NaCl}_{(s)}$) ละลายน้ำก็จะแตกตัวเป็นไอออน เช่น โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล จะประกอบไปด้วย ไอออน 2 โมล ดังนั้น ถ้า เอา NaCl ที่มีความเข้มข้น 1 molal ก็จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้นของไอออน 2 molal ดังสมการ



(Steven S. Zumdani. 1995: 89)

3.3 การลดต่ำของความดันไอ (Vapor pressure lowering)

ความดันไอที่ต่ำลงเป็นสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายที่มีค่าขึ้นอยู่กับจำนวนของตัวทำละลายโดยไม่ขึ้นกับสมบัติของตัวทำละลาย ซึ่งจุดเดือดที่เพิ่มขึ้น ของสารละลายจะมีผลต่อความดันไอที่ต่ำลง จุดเดือดของสารละลาย จะเป็นจุดที่ความดันไอมีค่าเท่ากับความดันภายนอก ถ้ามีการลดความดันไอ จะทำให้จุดเดือดสูงขึ้น จุดเยือกแข็งลดต่ำลงก็จะมีผลให้ความดันไอลดต่ำลงด้วย โดยความดันไอจะมีสมการตามกฎของ Raoult's ดังนี้

$$P = P_a X_a + P_b X_b \dots\dots\dots (2.3)$$

เมื่อ P คือความดันรวมที่เหนือสารละลาย P_a, P_b คือ ความดันไอย่อยของสารแต่ละชนิด X_a, X_b คือ เศษส่วนโมล ของสารแต่ละชนิด

(Petrucchi: & Ralph 1993: 178)

3.4 ความดันออสโมติก (Osmotic pressure)

ความดันออสโมติกเป็นสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับ จำนวนโมเลกุลหรือ ไอออนของตัวทำละลาย โดยมีสมการของความดันออสโมติก ดังนี้

$$P = MRT \dots\dots\dots (2.4)$$

เมื่อ P คือความดันออสโมติก M คือความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลาริตี R คือค่าคงที่ของแก๊ส และ T คือ อุณหภูมิ ความดันออสโมติก คือความดันที่ทำให้ของเหลวสองชนิดอยู่ในทางสมดุลซึ่งมีค่าเท่ากับผลต่าง

ของระดับความสูงของของเหลวทั้งสองที่แตกต่างกัน ปฏิกิริยาการออสโมซิส คือปรากฏการณ์เมื่อบรรจุสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงลงในหลอดแก้วด้วยที่มีเยื่อเลือกผ่าน (semi permeable membrane) กันและอีกด้านหนึ่งของหลอดมีตัวทำละลาย (น้ำ) บริสุทธิ์ ด้วยสมบัติของเยื่อเลือกผ่าน จะยอมให้เฉพาะอนุภาคของตัวทำละลายผ่านไปได้นั้น โดยไม่ยินยอมให้โมเลกุลหรือไอออนที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูพรุนผ่านไปได้ โดยตัวทำละลายบริสุทธิ์จะไหลผ่านเยื่อเลือกผ่านไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าทำให้สารละลายเจือจางลง สารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำลง และระดับของเหลวในหลอดจะสูงขึ้น (Steven S. Zumdani. 1995: 89)

4. ความจุความร้อน (Heat capacity; C')

ความจุความร้อนเป็นปริมาณของพลังงานความร้อนที่ทำให้ สารใด ๆ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ทั้งนี้ สารแต่ละชนิดต้องการปริมาณความร้อนไม่เท่ากัน เช่น ความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C เท่ากับ $1\text{ cal} / \text{g}^{\circ}\text{C}$ จากนิยามของความจุความร้อน สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อน Q ที่ส่งถ่ายระหว่างระบบที่มีมวล m กับสิ่งแวดล้อม และอุณหภูมิเปลี่ยนไป ΔT ได้เป็น

$$Q = C' \Delta T \dots\dots\dots (2.5)$$

(ความร้อนจำเพาะ หรือความจุความร้อนจำเพาะ c ของสารคือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารที่มีมวล 1 หน่วย มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C) ถ้าใช้ปริมาณความร้อน ΔQ ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ΔT ในมวล m ของสารแล้ว จะได้ว่า

$$C = \frac{\Delta Q}{m \Delta T} \quad \text{หรือ} \quad \Delta Q = C m \Delta T \dots\dots\dots (2.6)$$

เช่น ค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำจะมีค่าเท่ากับ $4.186 \text{ J} / \text{kg}^{\circ}\text{C}$ (Serway:& Raymond.1999: 342-343)

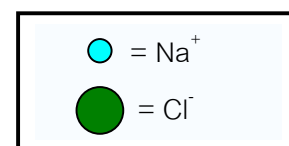
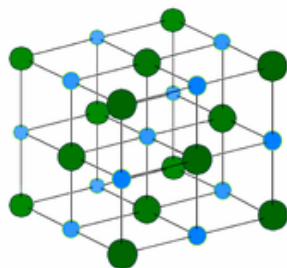
5. โครงสร้างแบบไซเดียมคลอไรด์

โครงสร้างแบบไซเดียมคลอไรด์หรือแบบเกลือหิน (rock salt) ไอออนลบจัดตัวชิดที่สุดแบบลูกบาศก์ (ccp ,cubic close-packed,) โดยมีไอออนบวกอยู่ในช่องว่างทรงแปดหน้าครบทุกช่อง ไอออนบวกแต่ละไอออนจึงมีไอออนลบ 6 ไอออนล้อมรอบ และมีเลขโคออร์ดิเนชันเท่ากับ 6 ไอออนลบแต่ละไอออนก็มีไอออนบวกกลมล้อมรอบเป็นรูปทรงแปดหน้าและมีเลขโคออร์ดิเนชันเป็น 6 (เกษร พะลังและ คนอื่นๆ.2537: 181)



ภาพประกอบ 1 ผลึกเกลือ

ที่มาจาก www.วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างผลึกเกลือ

ที่มาจาก www.วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี

6. สารละลาย (Solution)

สารละลาย คือ ของผสมเอกพันธ์ของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป โดยทั่วไปองค์ประกอบที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย (solvent) ส่วนองค์ประกอบที่น้อยกว่าเรียกว่า ตัวถูกละลาย (solute) (เกษร พะลัง และคนอื่นๆ. 2537: 201)

7. ความเข้มข้นของสารละลาย

ความเข้มข้นของสารละลาย หมายถึง ปริมาณของตัวถูกละลายต่อหน่วยปริมาตร หรือต่อหน่วยมวล ของตัวทำละลายหรือของสารละลาย หน่วยความเข้มข้นที่นิยมใช้กันทั่วไปในงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับสารละลายดังนี้

7.1 ร้อยละ (Percent) มี 3 แบบ คือ

7.1.1 ร้อยละโดยน้ำหนัก หมายถึง น้ำหนักของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วย น้ำหนัก เช่น สารละลาย NaCl เข้มข้น 0.9% โดยน้ำหนัก หมายความว่าใน สารละลาย 100 กรัม มี NaCl ละลายอยู่ 0.9 กรัม หรือมี NaCl 0.9 กรัม ละลายอยู่ในน้ำ 99.1 กรัม ความเข้มข้นหน่วยนี้นิยมใช้กับสารละลายของแข็งในของแข็ง

7.1.2 ร้อยละโดยปริมาตร หมายถึง ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วย ปริมาตร เช่น สารละลายเอทานอลเข้มข้น 12% โดยปริมาตร ประกอบด้วยเอทานอล 12 มิลลิลิตร ใน สารละลาย 100 มิลลิลิตร ความเข้มข้นหน่วยนี้นิยมใช้กับสารละลายของเหลวในของเหลว

7.1.3 ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร หมายถึง น้ำหนักเป็นกรัมของตัวถูกละลายใน สารละลาย 100 มิลลิลิตร เช่นสารละลาย KCl เข้มข้นที่ 3.5% โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จะประกอบด้วย KCl 3.5 กรัม ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

7.2 โมลาริตี (molarity) หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 L หน่วยความ เข้มข้น คือโมลาร์ (molar, M) หรือ mol/L เช่น ถ้านำ NaClหนัก 58.45 กรัมหรือ เท่ากับ 1 mol มาเติมน้ำ จนได้สารละลายปริมาตร 1 L สารละลายนี้จะเข้มข้น 1 M หรือ 1 mol/L

7.3 โมแลลิตี (molality) โมแลลิตีของสารละลายหมายถึงจำนวนโมลของตัวถูกละลายในตัว ทำละลายมวล 1 kg หน่วยความเข้มข้นคือ โมแลล (molal, m) หรือ mol/kg (เกษร พะลัง; และคนอื่นๆ. 2537: 202-204) เช่น ใช้ตัวอย่างของ $\text{NaCl}_{(s)}$ 1 โมล = $\text{Na}^+_{(aq)}$ 1 โมล + $\text{Cl}^-_{(aq)}$ 1โมล เกลือโซเดียมคลอไรด์ 1 โมล จะมีไอออนรวม ($\text{Na}^+_{(aq)}$ + $\text{Cl}^-_{(aq)}$) เท่ากับ 2 โมล ของไอออนน้ำบริสุทธิ์ มีจำนวนโมล ≈ 55.5 โมล ของน้ำ คำนวณได้จาก

$$n = \frac{m}{mw} \dots\dots\dots(2.7)$$

7.4 เศษส่วนโมล(mole fraction) หมายถึงจำนวนของโมลของสารองค์ประกอบนั้นหารด้วย จำนวนโมลรวมของจำนวนโมลรวมของสารองค์ประกอบทั้งหมดในสารละลาย ดังสมการ

$$X_i = \frac{n_i}{\sum n_i} \dots\dots\dots(2.8)$$

(Petrucci: & Ralph 1993: 478-479)

8. การนำไฟฟ้าในสารละลาย

สารละลายประกอบด้วยตัวถูกละลาย (Solute) ซึ่งได้แก่สารประกอบเคมีต่างๆ และตัวทำละลาย (Solvent) ได้แก่ ของเหลวต่าง ๆ เช่น น้ำ การนำไฟฟ้าในสารละลายไม่เหมือนกับในของแข็ง เนื่องจากใน สารละลายมีไอออนอยู่เป็นจำนวนมาก ฉะนั้น การนำไฟฟ้าของสารละลายจึงมีไอออนเป็นตัวเคลื่อนที่ เรียกการนำไฟฟ้าแบบนี้ว่า การนำไฟฟ้าแบบไอออน (ionic conduction) (ปิยะ ปิยะนุช; และคนอื่นๆ. 2524: 110)

9. ไอออนในสารละลาย

เมื่ออะตอมของธาตุต่าง ๆ มารวมกันเป็นโมเลกุลของสารประกอบ จะมีการรวมกันเป็นสองแบบ แบบที่หนึ่งเรียกว่า โมเลกุลมีขั้ว (polar molecule) คือ ภายในโมเลกุลมีการจัดตัวของประจุไฟฟ้า โดยมีประจุบวกอยู่ข้างหนึ่ง และประจุลบ อยู่อีกข้างหนึ่ง เช่นโมเลกุลของเกลือแกง ในหนึ่งโมเลกุลของเกลือแกง ประกอบไปด้วยโซเดียมหนึ่งอะตอม และคลอรีนหนึ่งอะตอม วาเลนซ์อิเล็กตรอนในอะตอมของโซเดียมซึ่งมีตัวเดียว จะเข้าไปอยู่ในวงโคจรของอิเล็กตรอนวงนอกสุดของคลอรีนอะตอม ทำให้โซเดียมอะตอมขาดประจุลบไป จึงแสดงสภาพไอออนบวก ส่วนคลอรีนนั่นจะมีประจุไฟฟ้าลบเกินมา จึงแสดงสภาพเป็นไอออนลบ ทำให้โมเลกุลเกลือแกงมีประจุบวกข้างหนึ่ง และประจุลบอีกข้างหนึ่ง (ปิยะ ปิยะนุช;และคนอื่น ๆ. 2524: 110)

10. สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte solutions)

สารละลาย คือสารซึ่งเมื่อละลายน้ำจะเกิดสารละลายและสารละลายนี้สามารถนำไฟฟ้าได้ เหตุที่สารละลายนี้สามารถนำไฟฟ้าได้เพราะอิเล็กโทรไลต์เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน ตัวอย่างเช่น โซเดียมคลอไรด์ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็น Na^+ ไอออน และ Cl^- ไอออน ซึ่งเป็นไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในสารละลาย (ระจิต ตรีพุทธรัตน์. 2534: 88) ซึ่งสารละลายอิเล็กโทรไลต์ แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ อิเล็กโทรไลต์แบบเข้มข้น (strong electrolyte) เช่น สารละลายโซเดียมคลอไรด์,อิเล็กโทรไลต์แบบอ่อน (weak electrolyte) เช่น สารละลายกรดอะซิติก (acetic acid solution) สารที่ไม่เป็นอิเล็กโทรไลต์ (nonelectrolyte solution) เช่น สารละลายน้ำตาล (sugar solution) (Steven S. Zumdani. 1995: 89-93)

11. กฎของโอห์ม (Ohm's law)

กฎของโอห์มเดิมประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกของกฎเป็นสมการที่ให้นิยามความต้านทาน

$$V=IR \dots\dots\dots (2.9)$$

สมการนี้เรียกว่ากฎของโอห์ม อย่างไรก็ตาม โอห์มก็บอกด้วยว่า R เป็นค่าคงที่ไม่ขึ้นกับ V และ I ความสัมพันธ์ของสมการที่ 2.9 ใช้ได้กับตัวต้านทานใด ๆ โดยที่ V คือความต่างศักย์ระหว่างปลายสองข้างของตัวต้านทาน I คือกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน และ R คือความต้านทานของตัวต้านทานภายใต้สภาวะเหล่านั้น (ปิยพงษ์ สิริคิตง. 2538: 287) สำหรับตัวนำโลหะที่มีอุณหภูมิคงที่ อัตราส่วนของความต่างศักย์ไฟฟ้า V ระหว่างสองจุดใด ๆ กับค่ากระแสไฟฟ้า I จะมีค่าคงที่ คือ $\frac{V}{I} =$ ค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทานไฟฟ้า R ระหว่างจุดสองจุดนั้น เขียนได้ว่า $\frac{V}{I}=R$ หรือ $V=IR$ เรียกว่ากฎของโอห์ม

R มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

V มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

(Noggle, Joseph 1993: 478-479)

12. กฎของฟาราเดย์เกี่ยวกับอิเล็กโทรลิซิส (Faraday's Law of Electrolysis)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฟฟ้าที่ใช้กับปริมาณของสารที่เกิดขึ้นในอิเล็กโทรลิซิส มีดังนี้

12.1 น้ำหนักสารที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้าย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณไฟฟ้าที่ผ่านลงในสารละลาย

12.2 เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าปริมาณเท่ากันลงในสารละลายต่างชนิดกัน น้ำหนักของสารที่เกิดขึ้นที่ขั้วไฟฟ้า ในระหว่างอิเล็กโทรลิซิสย่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสมมูลเคมีของสารนั้น ๆ

กฎของฟาราเดย์นี้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักของสาร ที่เกิดขึ้นจากการอิเล็กโทรลิซิส ดังสมการ

$$Q = It \dots\dots\dots (2.10)$$

Q คือ ประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

I คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์ มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

t คือ เวลา ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน มีหน่วยเป็นวินาที (s)

(ศศิเกษม ทองยงค์; พรพนี เดชกำแหง. 2524: 388)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ตอน คือสมบัติทางความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยมีหัวข้อต่าง ๆ ตามลำดับ ดังนี้

1. ตัวอย่างเกลือที่ใช้ในการทำวิจัย
2. อุปกรณ์ในการทดลอง
3. วิธีการดำเนินการทดลอง

ตาราง 1 แสดงตัวอย่างเกลือที่ใช้ในการทำการวิจัย

ที่	ชื่อ	การผสมไอโอดีน	สถานที่ตั้ง	จำนวน
1.	เกลือบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง	ไม่ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
2.	เกลือบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง	ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
3.	เกลือบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง	ไม่ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
4.	เกลือบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง	ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
5.	เกลือบ่อตอง บ้านบ่อหยวก	ไม่ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
6.	เกลือบ่อน่าน บ้านนาเกิ่น	ไม่ผสมไอโอดีน	ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอ บ่อเกลือ จังหวัดน่าน	1 กิโลกรัม
7.	เกลือสมุทร ตรากล้วยไม้	ผสมไอโอดีน	-	1 กิโลกรัม

2. อุปกรณ์

- 2.1 เครื่องมือวัดความชื้น (HUMIDITY/ TEMP METER DIGICON DM- 760)
- 2.2 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (HUMIDITY/ THERMOMETER DIGICON DP- 77)
- 2.3 ปีกเกอร์
- 2.4 ช้อนตัก
- 2.5 เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง (METTER PJ 300)
- 2.6 แผ่นร้อน (Hotplate)
- 2.7 นาฬิกาจับเวลา
- 2.8 กระบอกตวงสาร
- 2.9 มัลติมิเตอร์ดิจิตอล TESTMATE รุ่น 810
- 2.10 เครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS) MAGELLAN GPS รุ่น 315)
- 2.11 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
- 2.12 แท่งแกรไฟต์
- 2.13 มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A
- 2.14 แท่งสแตนเลส



ภาพประกอบ 3 เครื่องมือวัดความชื้น



ภาพประกอบ 4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 5 เครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)



ภาพประกอบ 6 แผ่นร้อน (hotplate)



ภาพประกอบ 7 ชุดทดลองการวัดอุณหภูมิของสารละลายตัวอย่าง

3.วิธีการดำเนินการทดลอง

ตอนที่ 1 สมบัติทางความร้อน

3.1 การเตรียมสารละลาย

3.1.1 เตรียมสารละลายเกลือที่ความเค็ม 100% โดยใช้เกลือปริมาณ 36 กรัม ต่อ น้ำ 100 มิลลิลิตร (ความเค็ม 100% เทียบเท่าความเข้มข้น 36%)

3.1.2 เตรียมสารละลายเกลือที่ความเค็ม 75% โดยใช้ น้ำปริมาณ 25 มิลลิลิตร และ สารละลายเกลือที่ความเค็ม 100 % ปริมาตร 75 มิลลิลิตร (ความเค็ม 75% เทียบเท่าความเข้มข้น 27%)

3.1.3 เตรียมสารละลายเกลือที่ความเค็ม 50% โดยใช้ น้ำปริมาณ 50 มิลลิลิตร และ สารละลายเกลือที่ความเค็ม 100 % ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (ความเค็ม 50% เทียบเท่าความเข้มข้น 18%)

3.1.4 เตรียมสารละลายเกลือที่ความเค็ม 25% โดยใช้ น้ำปริมาณ 75 มิลลิลิตร และ สารละลายเกลือที่ความเค็ม 100 % ปริมาตร 25 มิลลิลิตร (ความเค็ม 25% เทียบเท่าความเข้มข้น 9%)

3.2 ต้มน้ำกลั่น สารละลายเกลือป่อ และ สารละลายเกลือสมุทร ที่ความเค็ม 25 50 75 และ 100% ตามลำดับ จำนวน 3 ซ้ำ ในห้องปฏิบัติการที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ บันทึกผลของอุณหภูมิ

3.3 ต้มน้ำกลั่น สารละลายเกลือป่อ และ สารละลายเกลือสมุทร ที่ความเค็ม 25 50 75 และ 100% ตามลำดับ จำนวน 3 ซ้ำ ในห้องปฏิบัติการ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในห้องปฏิบัติการที่อำเภอปอเกลือ บันทึกผลอุณหภูมิ

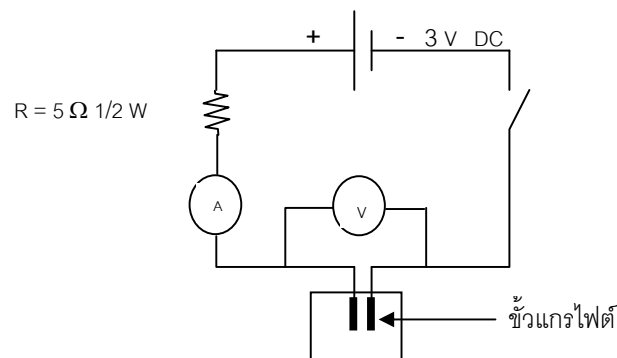
3.4 วัดอุณหภูมิจากเตาต้มเกลือป่อสถานที่จริง จำนวน 2 ป่อ คือ ป่อเกลือบ้านป่อหลวง ป่อที่ 1 และ ป่อเกลือบ้านป่อหลวง ป่อที่ 2 บันทึกผลของอุณหภูมิ 3 ซ้ำ

ตอนที่ 2 สมบัติการนำไฟฟ้า

3.5 เตรียมสารละลายเกลือที่ความเค็ม 100 % โดยใช้เกลือปริมาณ 36 กรัม ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

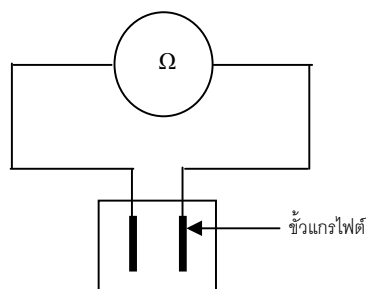
3.6 เตรียมสารละลายของสารละลายเกลือที่ความเค็ม 0 – 100 %

3.7 ใช้แอมมิเตอร์ วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยวัดในช่วงความเค็ม 0 – 100 % โดยเพิ่มขึ้นช่วงละ 10% ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3 V ใช้ขั้วแกรไฟต์เป็นหัววัด วงจร ดังภาพประกอบ 8

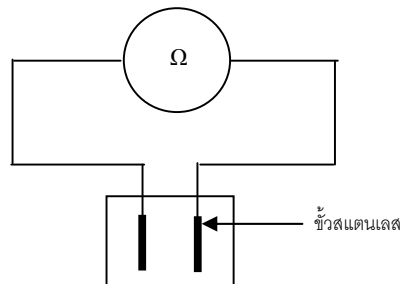


ภาพประกอบ 8 วงจรวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3 V

3.8 วัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ตามวงจร ภาพประกอบ 9 ใช้ขั้วแกรไฟต์เป็นหัววัด และ วงจร ภาพประกอบ 10 ใช้ขั้วสแตนเลสเป็นหัววัด

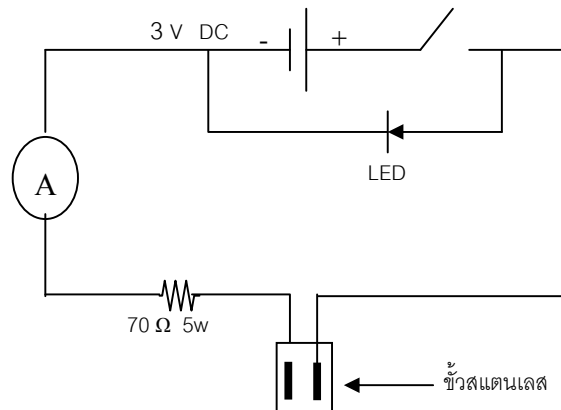


ภาพประกอบ 9 วงจรวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือ โดยใช้ขั้วแกรไฟต์เป็นหัววัด

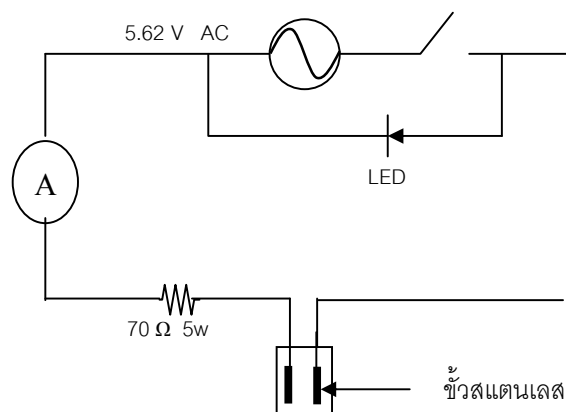


ภาพประกอบ 10 วงจรวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือ โดยใช้ขั้วสแตนเลสเป็นหัววัด

3.9 ใช้แอมมิเตอร์ วัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือโดย วัดที่ช่วงความเค็ม 0 – 100 % โดยเพิ่มขึ้นช่วงละ 10% ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3V และกระแสสลับ AC 5.62V ใช้ขั้วสแตนเลสเป็นหัววัด โดยใช้วงจร ดังภาพประกอบ 11 และ ภาพประกอบ 12 ตามลำดับ เพื่อสร้างเครื่องมือวัดความเค็มอย่างง่ายของสารละลายเกลือ



ภาพประกอบ 11 วงจรสร้างเครื่องมือวัดความเค็มของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3V



ภาพประกอบ 12 วงจรวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ AC 5.62V

3.10 ออกแบบเครื่องมือวัดความเค็มอย่างง่ายของสารละลายเกลือ สร้างเครื่องมือวัดความเค็มของสารละลายเกลือ โดยใช้วงจรไฟฟ้ากระแสตรง DC 3V ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 ออกแบบเครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I)

3.12 นำเครื่องมือวัดความเค็มของสารละลายเกลือไปทดลองวัดค่าความเค็มของน้ำเกลือบ่อ
จำนวน 2 บ่อ คือ บ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 2 ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ14 เครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การศึกษาภูมิปัญญาชาวบ้านในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน เกี่ยวกับการผลิตเกลือสินเธาว์ เพื่อเปรียบเทียบกับองค์ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังตาราง 2

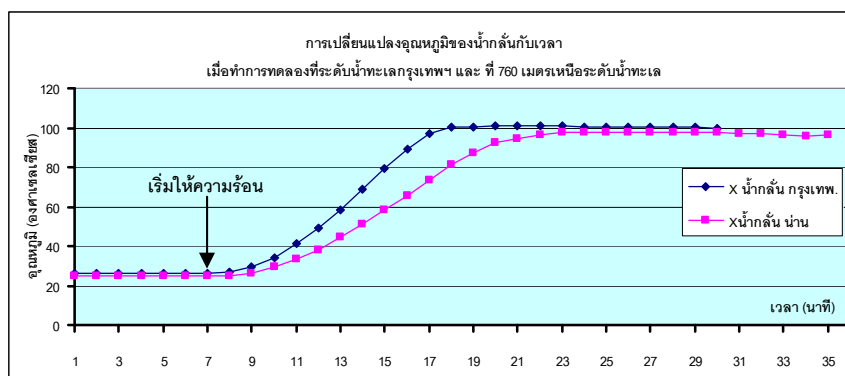
ตาราง 2 เปรียบเทียบภูมิปัญญาชาวบ้านในการผลิตเกลือสินเธาว์กับองค์ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่	ภูมิปัญญาท้องถิ่น	องค์ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1.	การค้นพบบ่อเกลือ โดยการสังเกตสัตว์ที่ไปรวมกันเพื่อกินโปงเกลือ	การสำรวจทางธรณีวิทยาและสายแร่ของน้ำเกลือ
2.	การตักน้ำเกลือ จากบ่อ โดยการนำหินมาผูกคานไม้ไผ่เพื่อถ่วงน้ำหนักในการตักน้ำเกลือขึ้นมาจากบ่อ	กลศาสตร์ของเครื่องผ่อนแรง คาน โมเมนต์
3.	การตักน้ำเกลือที่มีความเค็มน้อย ที่ผิวน้ำในบ่อทิ้ง	ความหนาแน่นของน้ำเกลือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4.	การชิมน้ำเกลือ เพื่อทดสอบความเค็ม	การใช้อุปกรณ์ วัดระดับความเค็ม ความเข้มข้นของสารละลาย
5.	การใช้น้ำบั้ง หรือ ถังพลาสติกในการตักน้ำเกลือขึ้นมาจากบ่อ (น้ำบั้ง คือไม้ไผ่ขนาดใหญ่ที่ใช้ในการนำน้ำเกลือจากบ่อไปยังเตา)	การเลือกวัสดุ การตวง การผูกกร่อนจากปฏิกิริยาเคมี การหาปริมาตรของรูปทรงกระบอก ความจุของกระบอก การวัด การตวง
6.	การนำน้ำเกลือจากบ่อมาสู่เตาต้มเกลือ	ของไหล แรงโน้มถ่วง การตวง
7.	การคัดเลือกพื้นที่ใช้ต้มน้ำเกลือ	การเลือกวัสดุให้ความร้อน ความจุความร้อน
8.	การต้มเกลือ	จุดเดือดของสารละลาย การเปลี่ยนสถานะของสาร การตกผลึก การใช้พลังงาน
9.	การใช้ไม้คักเกลือใส่ตะกร้าทิ้งให้เย็นก่อนนำไปบรรจุถุง	การเลือกวัสดุ การตวง การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี การผูกกร่อน
10.	การนำเกลือที่ไม่ผสมไอโอดีนไปใช้ในการหมักดอง	ไอโอดีนช่วยป้องกันโรคคอพอก แต่ทำให้ผักดองเน่า ควรศึกษาปฏิกิริยาเคมี
11.	การพักกระโถนหลังจากการต้มติดต่อกันประมาณ 5 - 7 วัน เพื่อป้องกันกระโถนแตก	สมบัติของวัสดุ
12.	การหยุดต้มเกลือในช่วงเช้าพรรษา	การเจือจางของน้ำเกลือเนื่องจากน้ำฝน ความเข้มข้นของสารละลาย ความชื้นในบรรยากาศ
13.	ข้อห้ามนำน้ำเกลือออกจากบ่อต้มเกลือและบุคคลภายนอกไม่สามารถทำการต้มเกลือได้	การอนุรักษ์ทรัพยากรและอาชีพ วัฒนธรรมพื้นบ้าน

จากการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ น้ำกลั่น และสารละลายเกลือ วัดที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% โดยการให้ความร้อนด้วยแผ่นให้ความร้อนไฟฟ้า ในลักษณะของระบบเปิด (open system) ที่ความสูงระดับน้ำทะเลกรุงเทพ เปรียบเทียบกับที่ 760 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล โดยใช้ ตัวอย่างสารละลายเกลือ เกลือสินเธาว์ จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน 6 ตัวอย่าง **บน. A** (บ่อน้ำน ไม่ผสมไอโอดีน) **บน. A** (บ่อหยวก ไม่ผสมไอโอดีน) **บล. 1A** (บ่อหลวง บ่อที่ 1 ไม่ผสมไอโอดีน) **บล. 1B** (บ่อหลวง บ่อที่ 1 ผสมไอโอดีน) **บล. 2A** (บ่อหลวง บ่อที่ 2 ไม่ผสมไอโอดีน) **บล. 2B** (บ่อหลวง บ่อที่ 2 ผสมไอโอดีน) และ **กม. B** (เกลือสมุทร ผสมไอโอดีน) ได้ผลการทดลอง ดังนี้

สมบัติทางความร้อนของน้ำกลั่น

ภาพประกอบ 15 แสดง ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่น เมื่อมีการให้ความร้อนแก่น้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ บ้านสว่าใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน (ตั้งอยู่ที่ 760 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล)

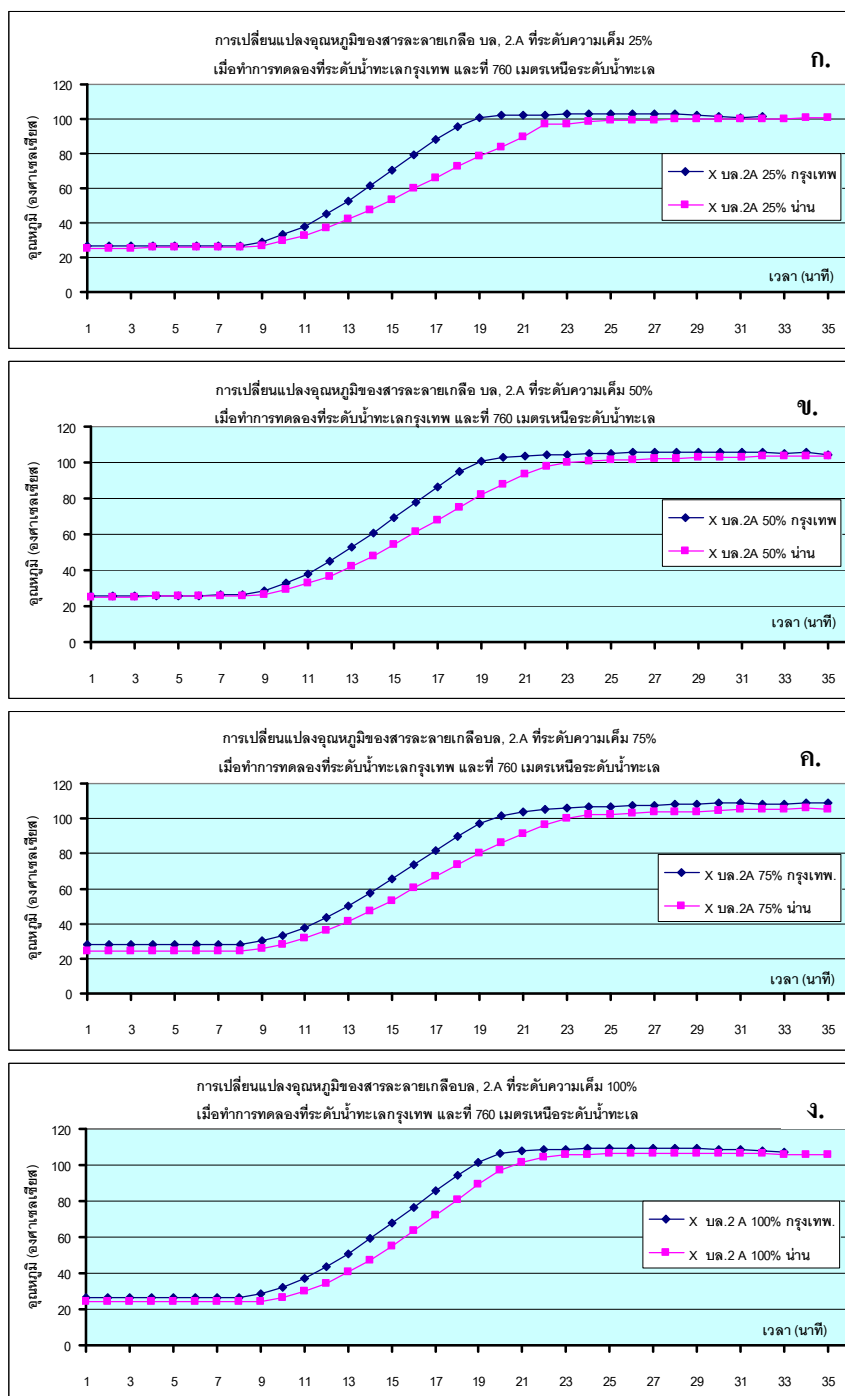


ภาพประกอบ 15 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสว่าใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่น แบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลา ในช่วง 7 นาทีแรก (0-7) นาที เป็นช่วงสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้น ก่อนให้ความร้อน หรืออุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำกลั่น ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประมาณ 25°C ความชื้น 40 % ความดันบรรยากาศ 761 มิลลิเมตรปรอท และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล น้ำกลั่นมีอุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 27°C ความชื้น 76 % และเมื่อให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง จากนาทีที่ 8 ถึงนาทีที่ 35 อุณหภูมิของน้ำกลั่น เพิ่มขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้นกับเวลา จนถึงจุดเดือดนาทีที่ 20 โดยประมาณ หลังจากนาทีที่ 20 อุณหภูมิของน้ำกลั่นจะมีค่าคงที่ อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่นต่อเวลาที่ระดับน้ำทะเล มีค่าสูงขึ้นเร็วกว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่นต่อเวลาที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีค่าจุดเดือดเฉลี่ยของน้ำกลั่นที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีค่าประมาณ 100.52°C และ 97.66°C ตามลำดับ

สมบัติทางความร้อนของสารละลายเกลือ

สมบัติทางความร้อนของสารละลายเกลือ **บล.2A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% ตามลำดับ เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ **บล.2A** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (จังหวัดน่าน) โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสัว้าใต้ อำเภอป่อเกลือ จังหวัดน่าน รายละเอียดของข้อมูลแสดงไว้ใน ภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ บล.2A ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

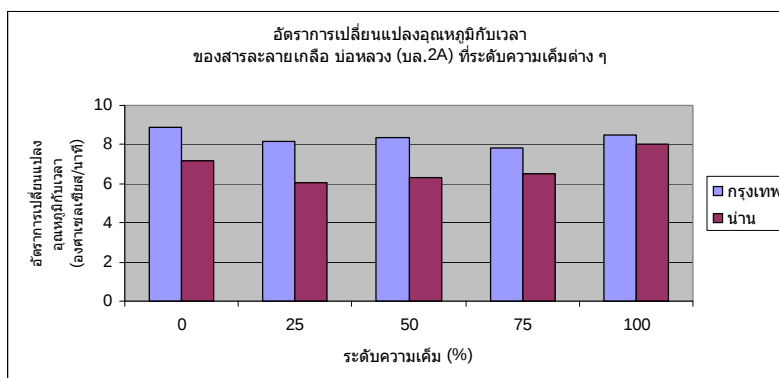
ตาราง 3 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.2A** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

ตัวอย่าง บล.2A		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
น้ำกลั่น	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02 °C	y = 8.8497x - 54.371(0.9922)	100.52±0.46 °C	2.86 °C
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03 °C	y = 7.2007x + 30.043(0.9990)	97.66±0.21 °C	
บล 2A 25%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.48±0.01 °C	y = 8.1881x + 29.130(0.9982)	102.68±0.35 °C	2.61 °C
	น่าน ⁽²⁾	25.53±0.15 °C	y = 6.0550x + 29.702(0.9989)	100.07±0.42 °C	
บล 2A 50%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	27.77±0.04 °C	y = 8.3811x + 36.02(0.9996)	105.57±0.35 °C	2.60 °C
	น่าน ⁽²⁾	24.45±0.01 °C	y = 6.3391x + 23.885(0.9972)	102.97±0.69 °C	
บล 2A 75%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.98±0.08 °C	y = 7.8193x + 34.563(0.9990)	108.23±0.47 °C	3.51 °C
	น่าน ⁽²⁾	25.35±0.24 °C	y = 6.4900x + 28.409(0.9954)	104.72±0.97 °C	
บล 2A 100%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.13±0.04 °C	y = 8.4962x + 34.247(0.9991)	108.94±0.36 °C	2.54 °C
	น่าน ⁽²⁾	24.11±0.05 °C	y = 8.0208x + 24.456(0.9974)	106.40±0.30 °C	

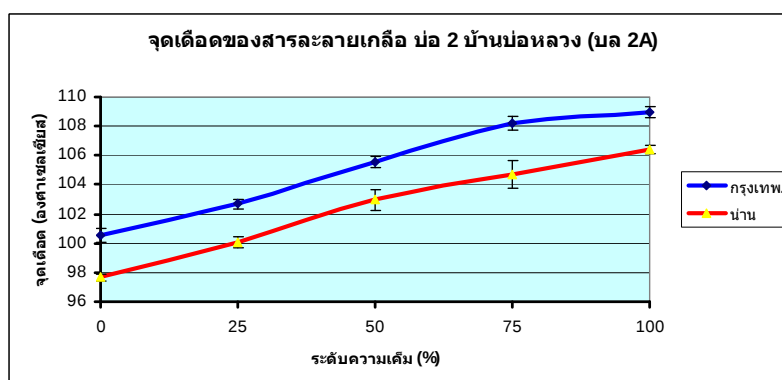
(1) ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

(2) ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว้าใต้ ตำบลงพงา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล.2A** ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% แบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลา ในช่วง 7 นาทีแรก (0-7) นาที เป็นช่วงสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้นก่อนให้ความร้อน หรืออุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของสารละลายเกลือ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประมาณ 25 -26 °C ความชื้น 45 % ความดันบรรยากาศ 761 มิลลิเมตรปรอท และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สารละลายเกลือ มีอุณหภูมิเริ่มต้น ประมาณ 24 -25 °C ความชื้น 83% และเมื่อให้ความร้อน จากนาทีที่ 8 ถึงนาทีที่ 36 อุณหภูมิของสารละลายเกลือ เพิ่มขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้นกับเวลา อุณหภูมิของจุดเดือดของสารละลายเกลือจะมีค่าคงที่ ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ ต่อเวลาที่ระดับน้ำทะเล มีค่าสูงกว่า ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ค่าจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ มีค่าประมาณ 108.94 °C และ 106.40 °C ตามลำดับ



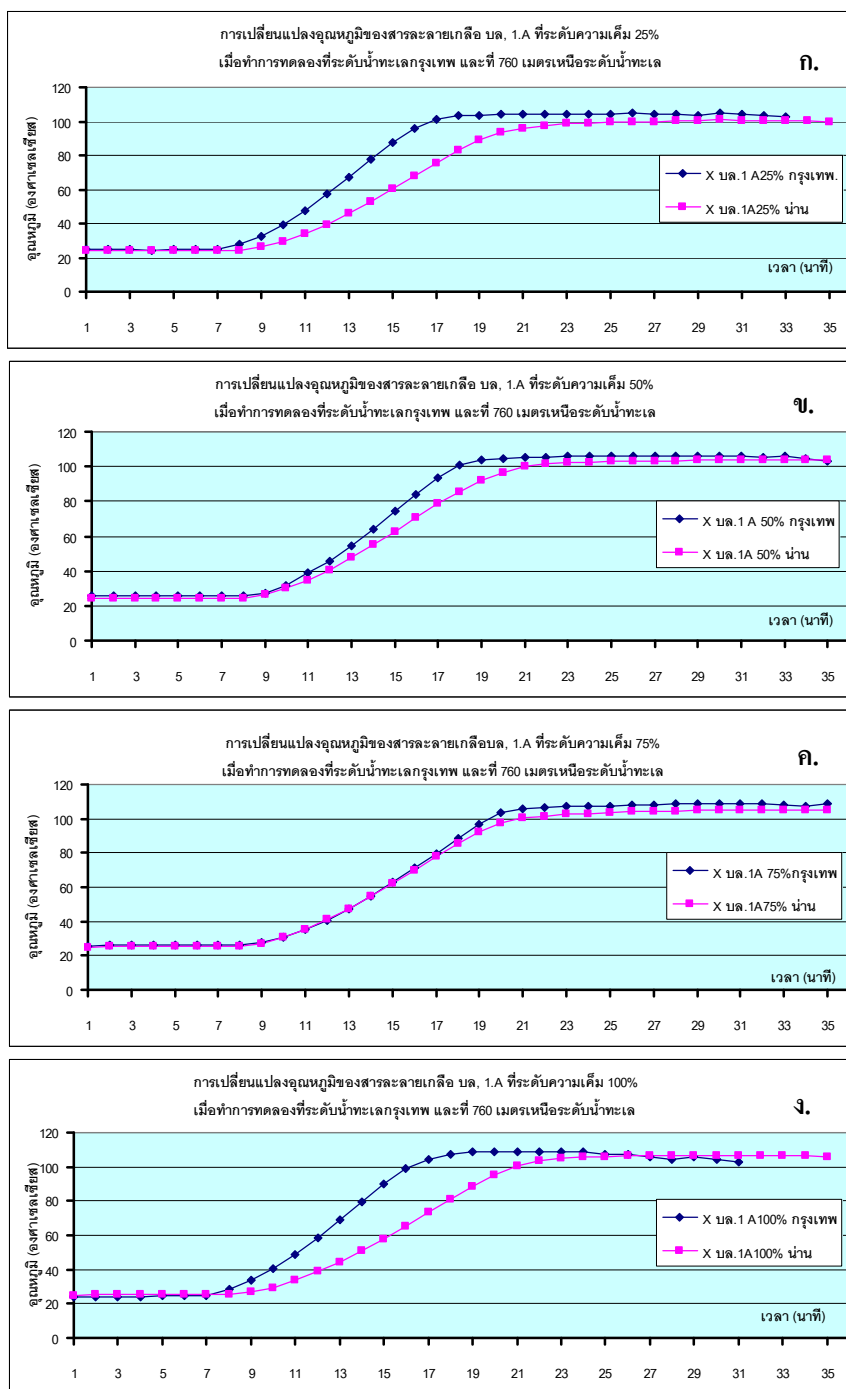
ภาพประกอบ 17 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาสารละลายเกลือ **บล.2A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 18 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บล.2A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

จากภาพประกอบ 17 อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.2A** ที่ระดับความเค็ม 0% 25% 50% 75% และ 100% มีความสัมพันธ์กับภาพประกอบ 18 โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา และจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บล.2A** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ จะสูงกว่าที่ 760 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลประมาณ 2.5- 3°C

ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสารละลายเกลือ **บล.1A** (ภาพประกอบ 19) สารละลายเกลือ **บย. A** (ภาพประกอบ 22) และ สารละลายเกลือ **บน. A** (ภาพประกอบ 25) ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสัวใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ



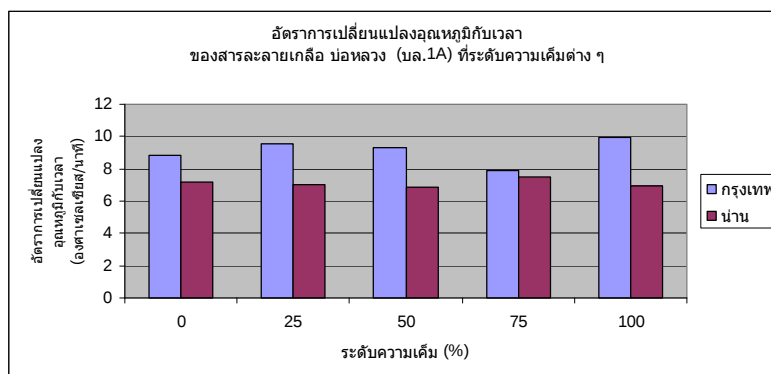
ภาพประกอบ 19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล.1A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข.50% ค.75% และ ง.100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 4 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.1A** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

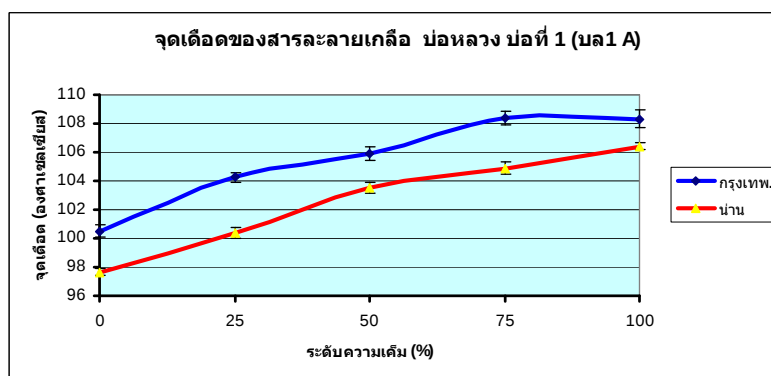
ตัวอย่าง บล.1 A		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0 % (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	24.73±0.16	$y = 9.5556x + 29.22(0.9992)$	104.26±0.31	3.88
	น่าน ⁽²⁾	23.95±0.01	$y = 6.9965x + 25.746(0.9975)$	100.38±0.41	
50 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.57±0.04	$y = 9.3525x + 27.476(0.9970)$	105.92±0.47	2.42
	น่าน ⁽²⁾	24.01±0.03	$y = 6.8522x + 15.651(0.9908)$	103.5±0.36	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.84±0.25	$y = 7.8785x + 24.624(0.9960)$	108.37±0.44	3.48
	น่าน ⁽²⁾	25.21±0.10	$y = 7.502x + 32.57(0.9992)$	104.89±0.40	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	24.29±0.15	$y = 9.9254x + 29.629(0.9984)$	108.33±0.65	1.91
	น่าน ⁽²⁾	25.17±0.05	$y = 6.9505x + 24.556(0.9976)$	106.42±0.22	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

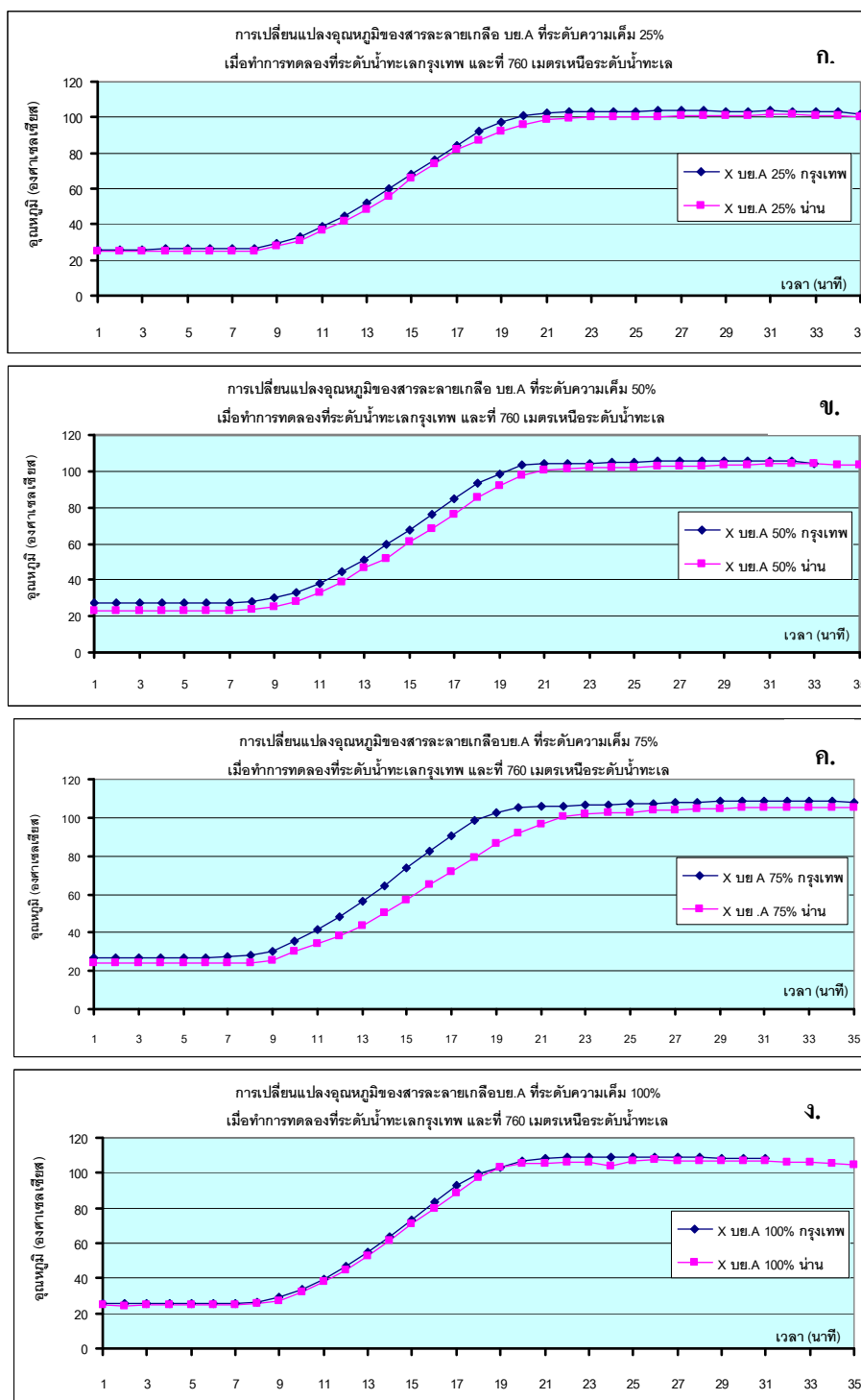
⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว่าใต้ ตำบลดงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)



ภาพประกอบ 20 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.1A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 21 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บล.1A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



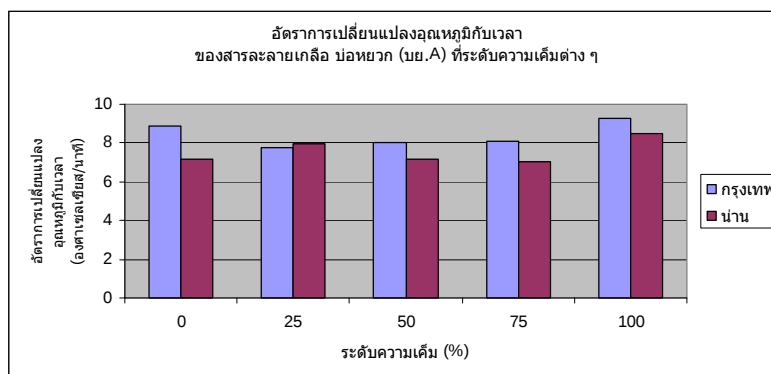
ภาพประกอบ 22 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บย. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 5 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บย. A** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

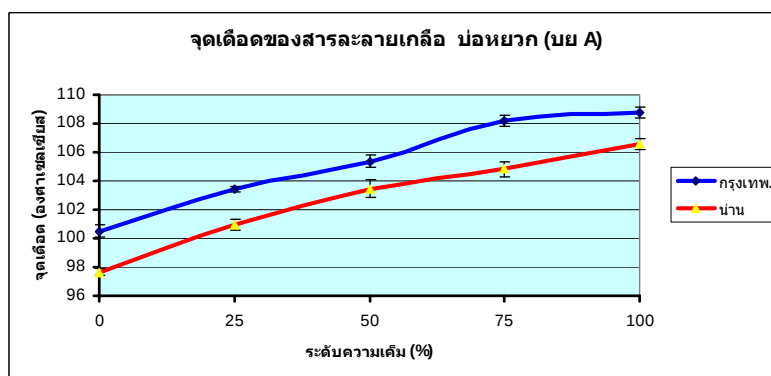
ตัวอย่าง บย. A		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0 % (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.96±0.04	$y = 7.7852x + 29.406(0.9985)$	103.45±0.21	2.52
	น่าน ⁽²⁾	24.81±0.11	$y = 7.96x + 33.067(0.9962)$	100.93±0.37	
50 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	27.41±0.06	$y = 7.9965x + 28.509(0.9974)$	105.36±0.45	1.98
	น่าน ⁽²⁾	23.19±0.09	$y = 7.193x + 18.417(0.9943)$	103.47±0.60	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	27.05±0.08	$y = 8.0713x + 25.376(0.9976)$	108.2±0.38	3.39
	น่าน ⁽²⁾	23.95±0.14	$y = 7.008x + 29.923(0.9985)$	104.81±0.57	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.63±0.10	$y = 9.2923x + 36.572(0.9991)$	108.77±0.36	2.22
	น่าน ⁽²⁾	24.98±0.39	$y = 8.4843x + 28.336(0.9982)$	106.55±0.39	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านส้วได้ ตำบลดงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)

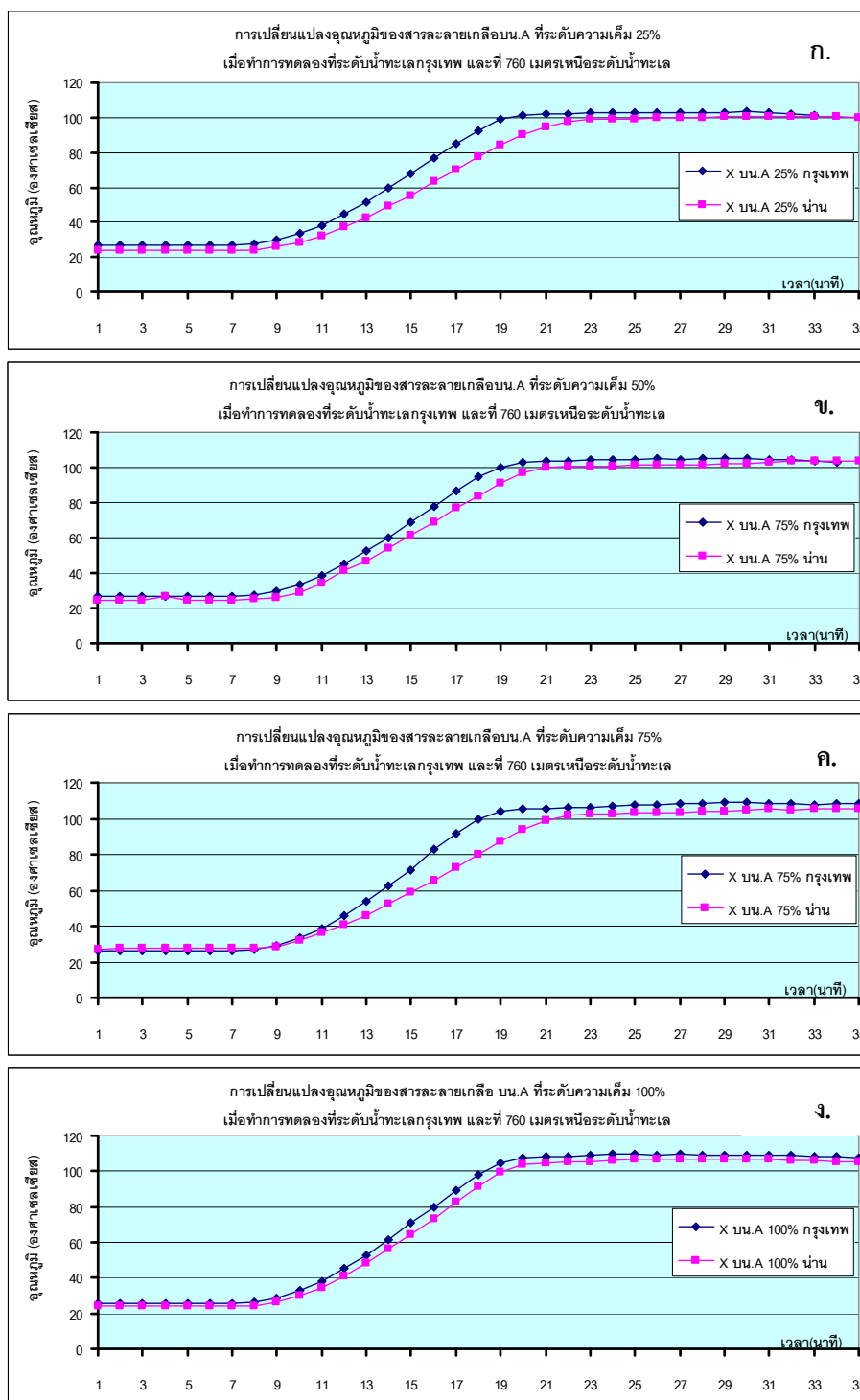


ภาพประกอบ 23 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ **บย. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 24 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บย. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ **บย. A** ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสว้าใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน รายละเอียดของข้อมูลแสดงไว้ดังภาพประกอบ 25



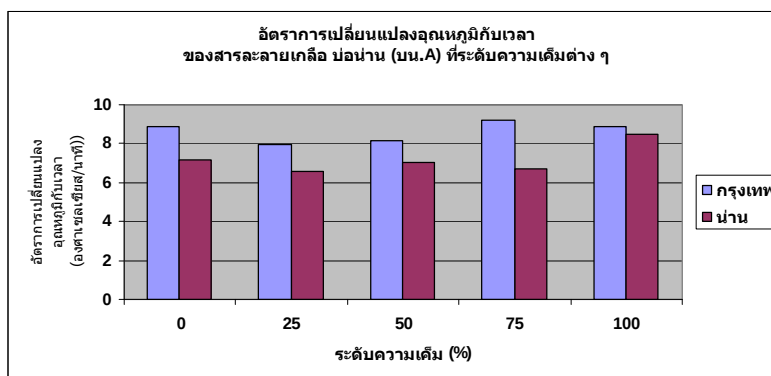
ภาพประกอบ 25 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บน. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 6 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บน. A** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

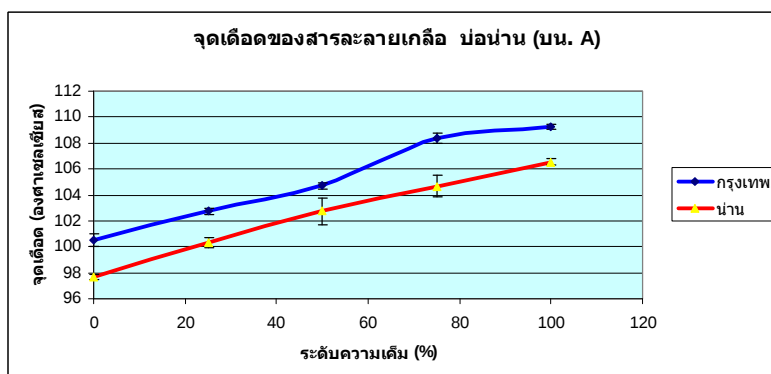
ตัวอย่าง บน. A		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0 % (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.95±0.14	$y = 7.9838x + 36.16(0.9989)$	102.73±0.24	2.41
	น่าน ⁽²⁾	23.88±0.13	$y = 6.5593x + 23.964(0.9975)$	100.32±0.41	
50%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.62±0.07	$y = 8.1267x + 28.81(0.9977)$	104.73±0.25	1.98
	น่าน ⁽²⁾	24.91±0.72	$y = 7.0218x + 20.043(0.9985)$	102.75±1.01	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	23.13±0.09	$y = 9.2221x + 35.603(0.9978)$	108.37±0.36	3.72
	น่าน ⁽²⁾	27.43±0.17	$y = 6.7037x + 32.739(0.9988)$	104.65±0.83	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.55±0.11	$y = 8.9046x + 35.436(0.9993)$	109.23±0.20	2.71
	น่าน ⁽²⁾	24.05±0.01	$y = 8.5094x + 31.196(0.9991)$	106.52±0.23	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว้าใต้ ตำบลดงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)



ภาพประกอบ 26 การเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ **บน. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

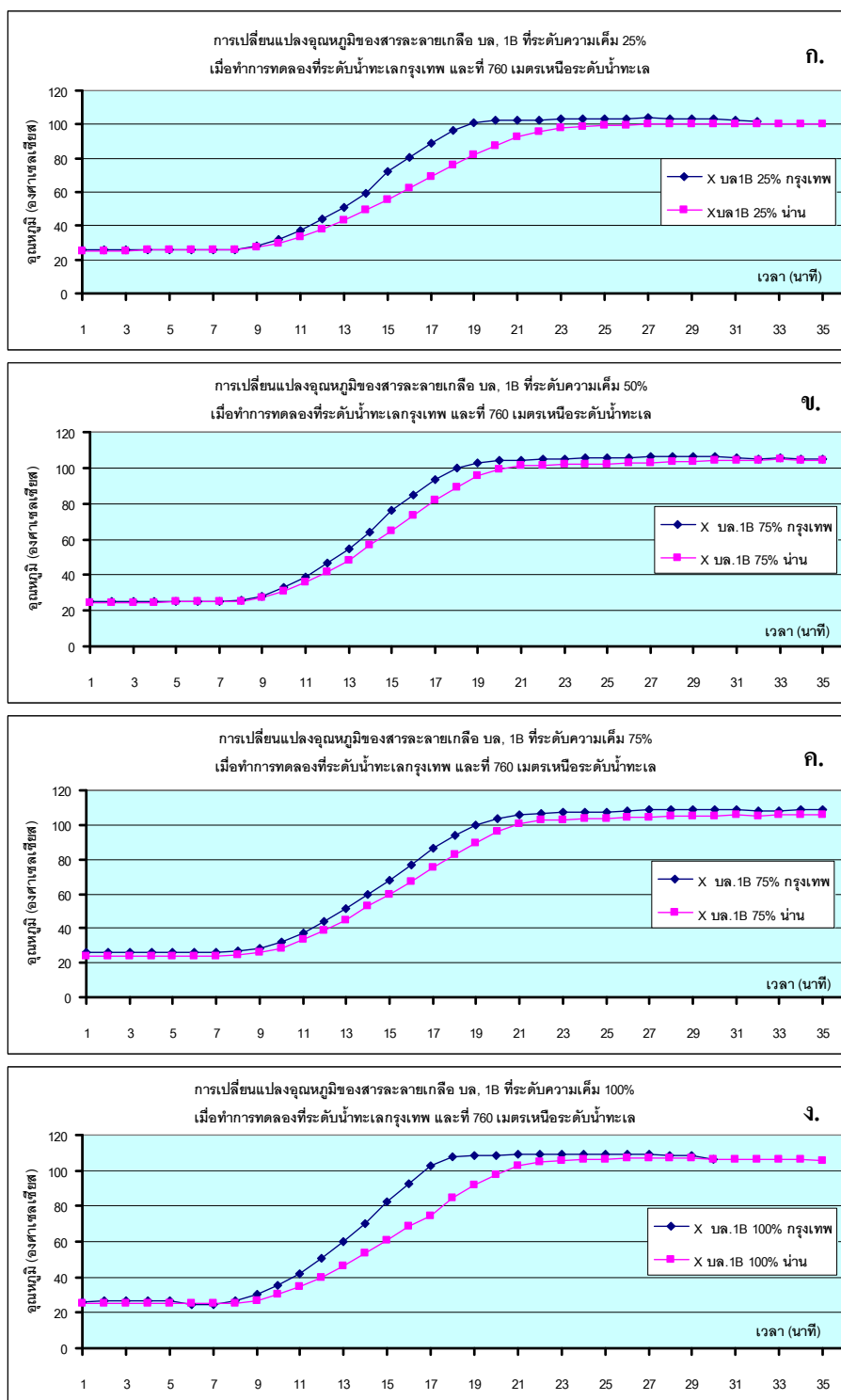


ภาพประกอบ 27 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บน. A** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล 1A** สารละลายเกลือ **บย. A** และสารละลายเกลือ **บน. A** พบว่าสารละลายเกลือ **บล 1A** **บย. A** **บน. A** ที่ระดับความเค็ม 0% 25% 50% 75% และ 100% แบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลา ในช่วง 7 นาทีแรก (0-7) นาที เป็นช่วงสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้นก่อนให้ความร้อน หรืออุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของสารละลายเกลือ แต่ละระดับความเค็ม ในการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) ประมาณ 24 - 26°C ความชื้น 38 - 42 % ความดันบรรยากาศ 761 มิลลิเมตรปรอท และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สารละลายเกลือมีอุณหภูมิเริ่มต้น ประมาณ 21 - 27°C ความชื้น 70 - 100 % และเมื่อให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง จากนาทีที่ 8 - นาทีที่ 35 อุณหภูมิของสารละลายเกลือ ทุกระดับความเค็ม เพิ่มขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้นกับเวลา จนถึงจุดเดือดนาทีที่ 20 โดยประมาณ หลังจากนั้นที่ 20 อุณหภูมิ

ของสารละลายเกลือ จะมีค่าคงที่ อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือต่อเวลา ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ มีค่าสูงขึ้นเร็วกว่า ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล แต่ที่ระดับความเค็ม 25% มีอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บย. A** ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเร็วกว่าที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และค่าจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จุดเดือดของสารละลายเกลือจะสูงขึ้นตามระดับความเค็ม โดยสารละลายที่มีระดับความเค็มมาก จุดเดือดจะสูงกว่าสารละลายที่มีระดับความเค็มน้อย ผลต่างของอุณหภูมิประมาณ $2 - 2.5^{\circ}\text{C}$

ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือผสมไอโอดีน เมื่อให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ **บล. 1B** (ภาพประกอบ 28) สารละลายเกลือ **บล. 2B** (ภาพประกอบ 31) และเกลือสมุทร **กม. B** (ภาพประกอบ 34) ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสว่าใต้ อำเภอบ่อเกลือ



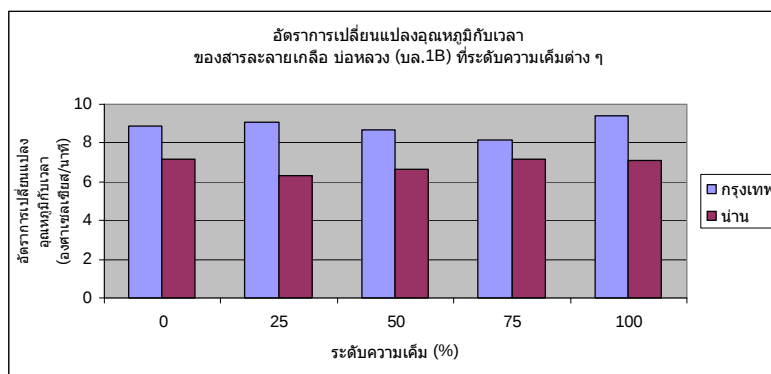
ภาพประกอบ 28 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล.1B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 7 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.1B** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

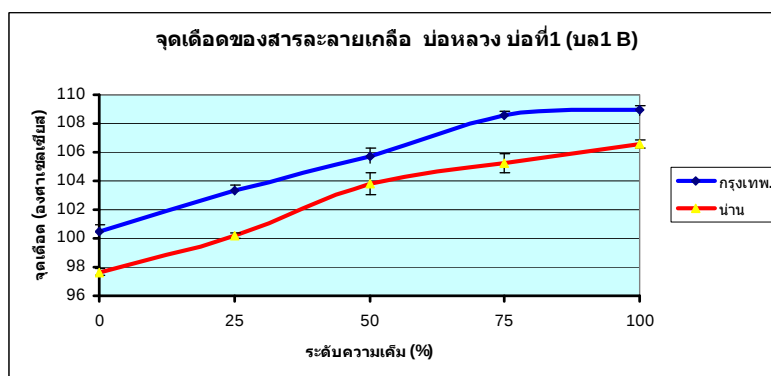
ตัวอย่าง บล1 B		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0% (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.99±0.03	$y = 9.1118x + 33.899(0.9946)$	103.37±0.32	3.16
	น่าน ⁽²⁾	24.48±0.19	$y = 6.3345x + 30.946(0.9989)$	100.21±0.18	
50 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.18±0.13	$y = 8.6796x + 33.566(0.9994)$	105.73±0.53	1.93
	น่าน ⁽²⁾	24.72±0.14	$y = 6.6642x + 20.479(0.9937)$	103.80±0.77	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.25±0.00	$y = 8.1532x + 27.865(0.9980)$	108.58±0.32	3.36
	น่าน ⁽²⁾	24.14±0.00	$y = 7.1694x + 24.591(0.9985)$	105.22±0.66	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.93±0.90	$y = 9.3989x + 23.817(0.9923)$	108.91±0.36	2.34
	น่าน ⁽²⁾	25.37±0.03	$y = 7.1003x + 25.968(0.9970)$	106.57±0.30	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว้าใต้ ตำบลงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)

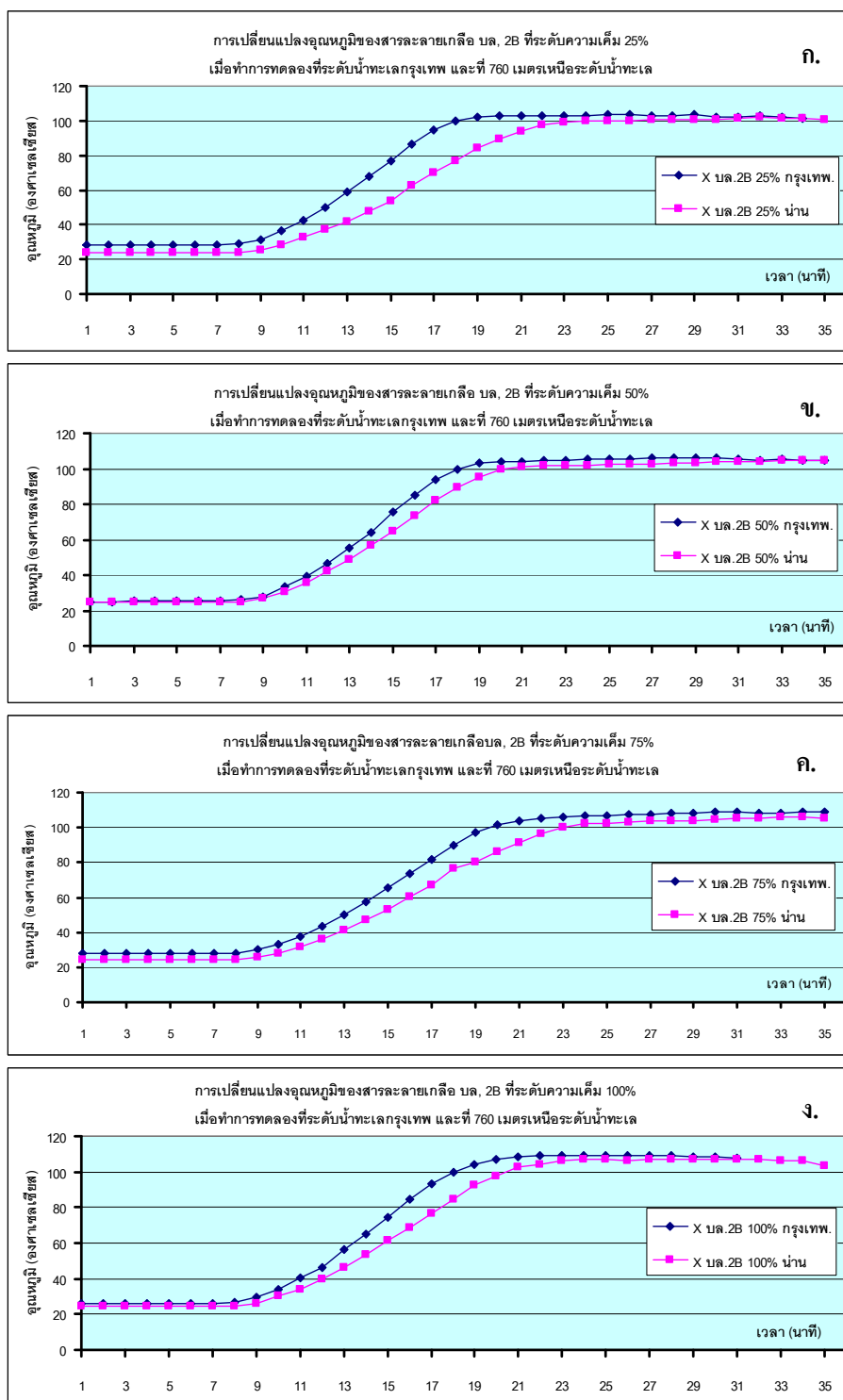


ภาพประกอบ 29 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ **บล.1B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บล.1B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ **บล.2B** ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสว่าใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน แสดงได้ดัง ภาพประกอบ 31



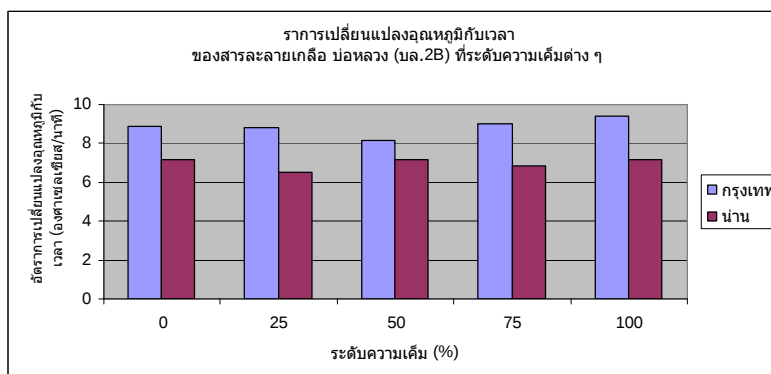
ภาพประกอบ 31 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล.2B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 8 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ **บล.2B** ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

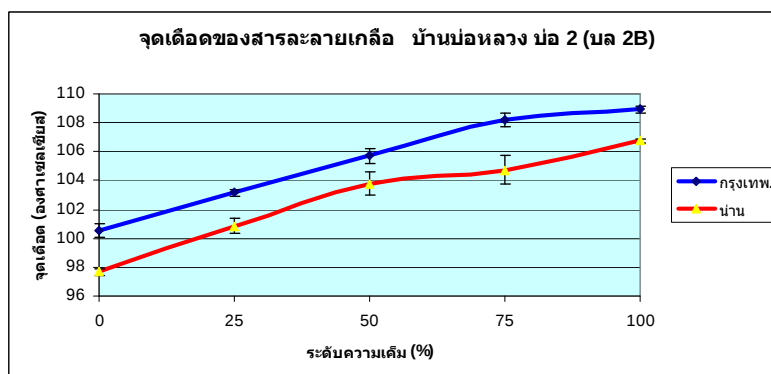
ตัวอย่าง บล 2B		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0 % (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	28.03±0.03	$y = 8.794x + 32.9(0.9990)$	103.17±0.25	2.29
	น่าน ⁽²⁾	23.77±0.08	$y = 6.5231x + 23.528(0.9950)$	100.87±0.51	
50%	กรุงเทพ ⁽¹⁾	25.18±0.13	$y = 8.1267x + 21.9(0.9957)$	105.73±0.53	1.93
	น่าน ⁽²⁾	24.72±0.14	$y = 7.1678x + 15.489(0.9892)$	103.8±0.77	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	27.77±0.04	$y = 9.0139x + 31.26(0.9992)$	108.23±0.47	3.49
	น่าน ⁽²⁾	24.45±0.01	$y = 6.8605x + 26.888(0.9973)$	104.75±1.00	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.17±0.05	$y = 9.4183x + 37.126(0.9997)$	108.93±0.26	2.19
	น่าน ⁽²⁾	24.49±0.04	$y = 7.1786x + 25.757(0.9969)$	106.75±0.15	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว่าใต้ ตำบลคงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)

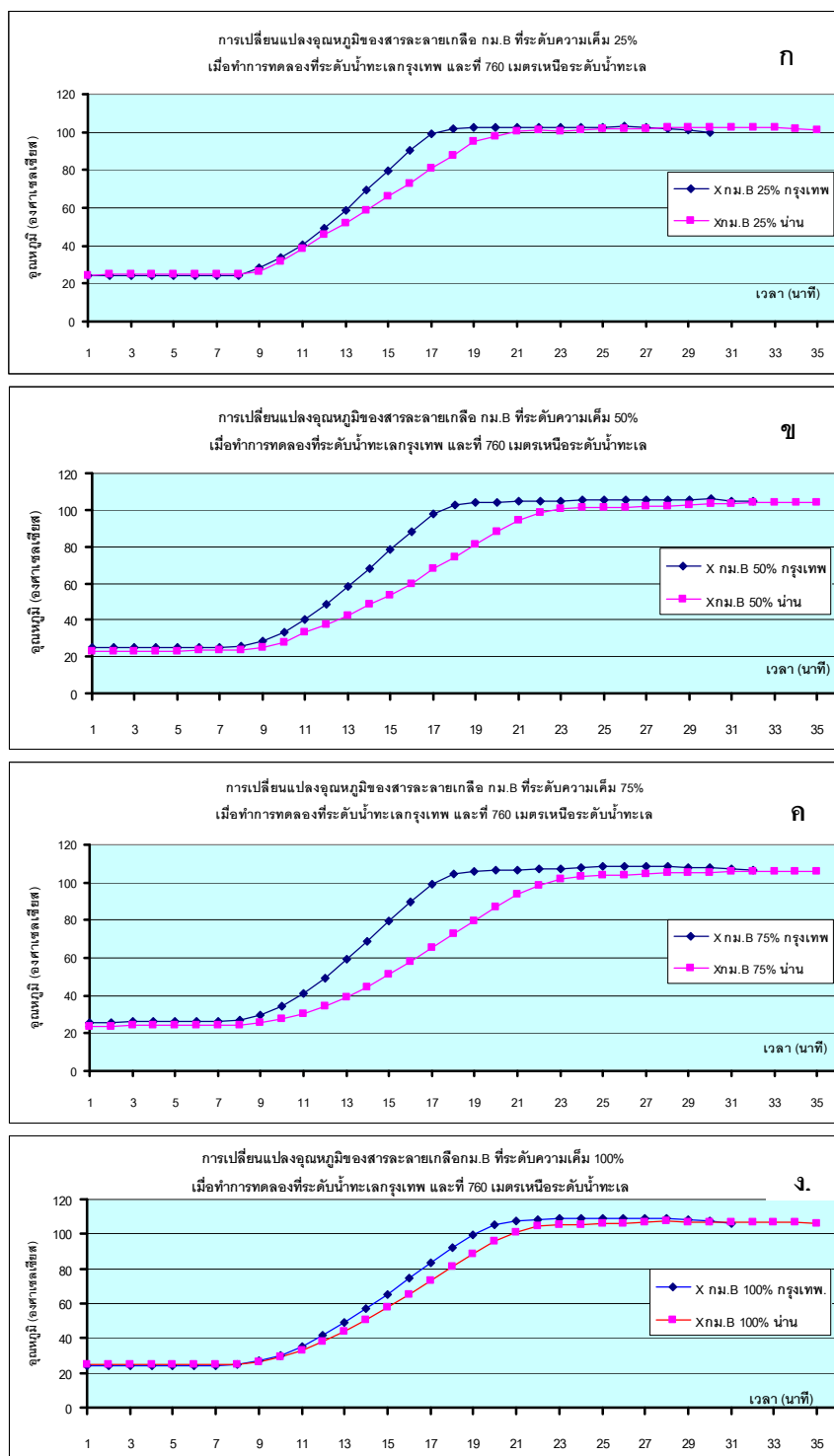


ภาพประกอบ 32 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ **บล.2B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 33 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **บล.2B** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ผลการทดลองเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายเกลือ **กม.บ** ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ) และห้องปฏิบัติการ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้านสว่าใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน แสดงได้ดัง ภาพประกอบ 34



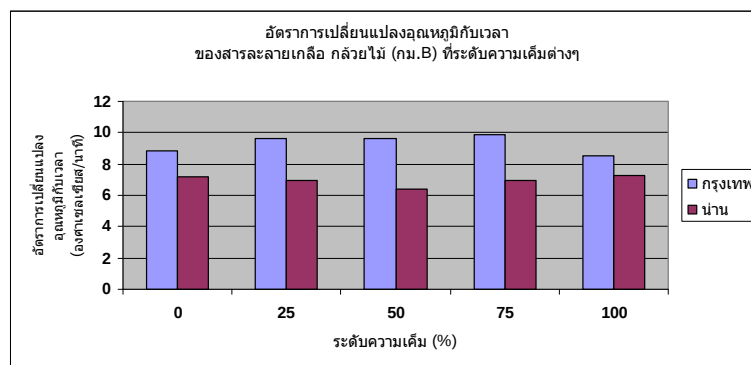
ภาพประกอบ 34 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **กม.บ** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ก. 25% ข. 50% ค. 75% และ ง. 100% ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตาราง 9 แสดงสรุปผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับเวลาของสารละลายเกลือ *กม.บ* ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือ ทำการทดลองที่กรุงเทพ และที่จังหวัดน่าน

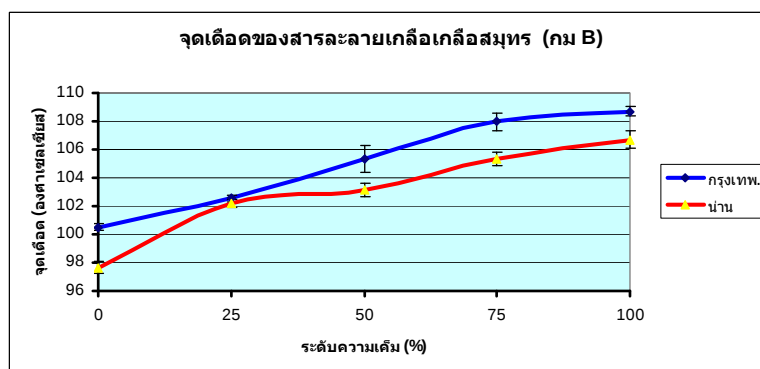
กม.บ ตัวอย่าง		อุณหภูมิเฉลี่ยก่อนต้ม (°C)	ลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ	อุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
0 % (น้ำกลั่น)	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.61±0.02	$y = 8.8497x - 54.371(0.9922)$	100.52±0.46	2.86
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.03	$y = 7.2007x + 30.043(0.9990)$	97.66±0.21	
25 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	24.07±0.01	$y = 9.6343x + 21.619(0.9972)$	102.53±0.25	0.34
	น่าน ⁽²⁾	24.72±0.14	$y = 6.9545x + 17.805(0.9985)$	102.19±0.27	
50 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	24.91±0.13	$y = 9.6575x + 29.886(0.9992)$	105.31±0.49	2.19
	น่าน ⁽²⁾	24.19±0.06	$y = 6.4296x + 29.276(0.9975)$	103.12±0.93	
75 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	26.06±0.15	$y = 9.8389x + 30.349(0.9991)$	107.98±0.50	2.67
	น่าน ⁽²⁾	24.00±0.17	$y = 6.9392x + 31.048(0.9992)$	105.31±0.61	
100 %	กรุงเทพ ⁽¹⁾	24.15±0.22	$y = 8.5064x + 32.076(0.9990)$	108.68±0.60 °C	1.98 °C
	น่าน ⁽²⁾	24.70±0.05	$y = 7.2868x + 29.551(0.9985)$	106.70±0.33 °C	

⁽¹⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร (สูงจากระดับน้ำทะเล 1 เมตร โดยประมาณ)

⁽²⁾ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการบ้านสว่าใต้ ตำบลดงพญา จังหวัดน่าน สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร ละติจูดที่ 2119726 N ลองจิจูดที่ 047Q 0727425 E โดยวัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS)



ภาพประกอบ 35 การเปรียบเทียบอัตราเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกับเวลา ของสารละลายเกลือ **กม.บ** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล



ภาพประกอบ 36 การเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายเกลือ **กม.บ** ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพและที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

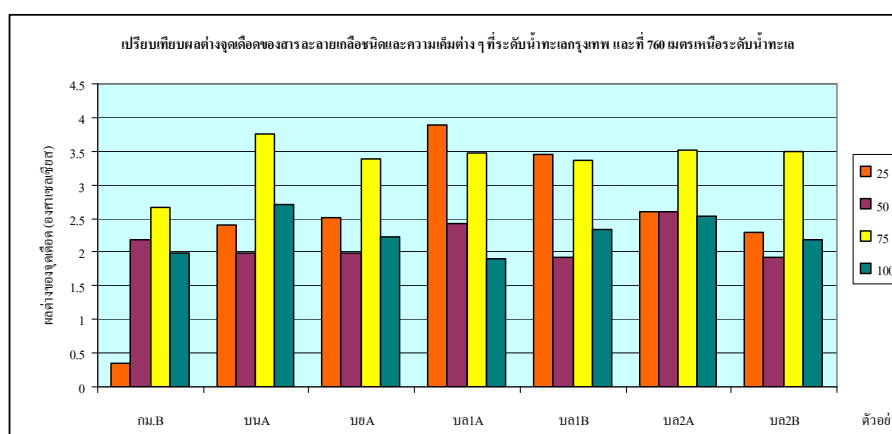
จากการทดลองการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ **บล 1B** สารละลายเกลือ **บล.2B** และสารละลายเกลือ **กม.บ** พบว่าสารละลายเกลือ **บล 1B** **บล.2B** **กม B** ที่ระดับความเค็ม 0% 25% 50% 75% และ 100% แบ่งได้เป็น 3 ช่วงเวลา ในช่วง 7 นาทีแรก (0 - 7) นาที เป็นช่วงสมดุลความร้อนที่อุณหภูมิเริ่มต้น ก่อนให้ความร้อน หรืออุณหภูมิห้อง โดยอุณหภูมิเริ่มต้นของสารละลายเกลือแต่ละระดับความเค็ม ในการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประมาณ 24 - 26°C ความชื้น 38 - 42 % ความดันบรรยากาศ 761 มิลลิเมตรปรอท และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล สารละลายเกลือ มีอุณหภูมิเริ่มต้น ประมาณ 21 - 27°C ความชื้น 70 - 100 % และเมื่อให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง จากนาทีที่ 8 - นาทีที่ 35 อุณหภูมิของสารละลายเกลือ ทุกระดับความเค็ม เพิ่มขึ้นอย่างเป็นเชิงเส้นกับเวลา จนถึงจุดเดือดนาทีที่ 20 โดยประมาณ หลังจากนาทีที่ 20 อุณหภูมิของสารละลายเกลือ จะมีค่าคงที่ ค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือต่อเวลา ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ มีค่า

สูงขึ้นเร็วกว่า ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และค่าจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จุดเดือดของสารละลายเกลือจะสูงขึ้นตามระดับความเค็ม โดย สารละลายที่มีระดับความเค็มมาก จุดเดือดจะสูงกว่าสารละลายที่มีระดับความเค็มน้อย ผลต่างของ อุณหภูมิประมาณ 2 – 2.5 °C แต่ที่ระดับความเค็ม 25% จุดเดือดของสารละลายเกลือ *กม.บ* ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล มีจุดเดือดเฉลี่ยเท่ากับ 102.19 °C และที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ มีจุดเดือดเฉลี่ย เท่ากับ 102.53 °C ผลต่างของจุดเดือดเท่ากับ 0.34 °C

ตาราง 10 ตารางสรุปผลต่างจุดเดือดของสารละลายเกลือ 7 ตัวอย่าง ที่ระดับความเค็ม 25% 50% 75% และ 100% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

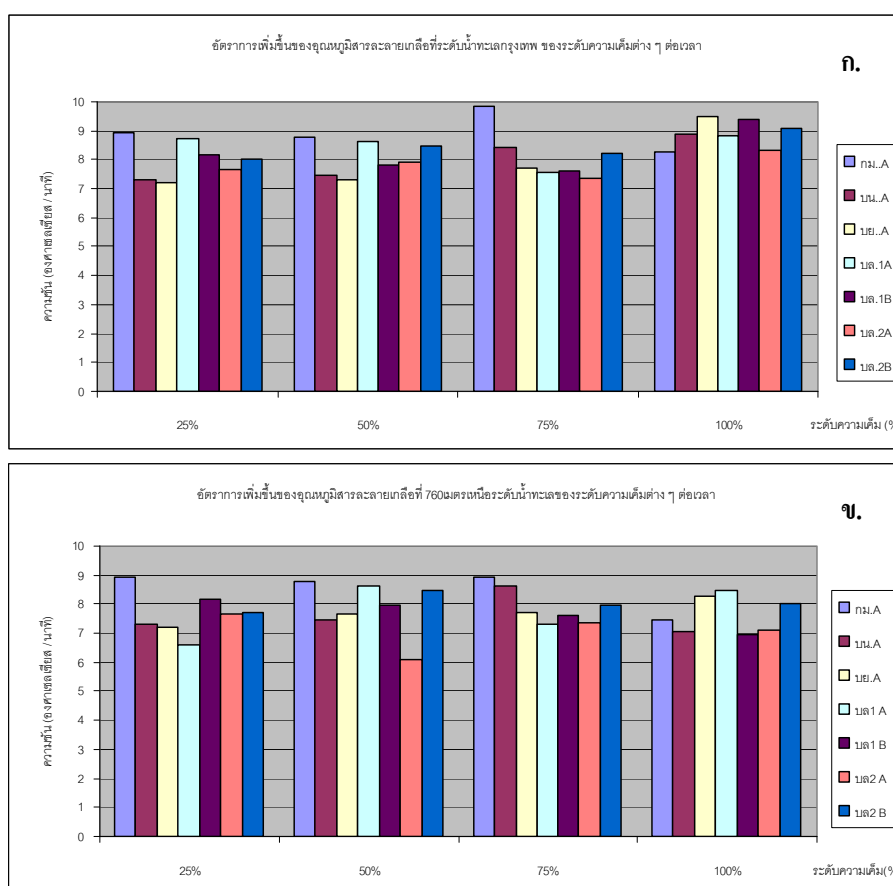
ความเค็ม(%)	ชนิดของเกลือ							$\Delta T^{(1)}$ (°C) เฉลี่ย	SD
	กม. A	บน. A	บย. A	บล1 A	บล1 B	บล2 A	บล2 B		
0 (น้ำกลั่น)	-	-	-	-	-	-	-	2.86	0.00
25	0.34	2.41	2.52	3.88	3.46	2.61	2.29	2.50	1.12
50	2.19	1.98	1.98	2.42	1.93	2.60	1.93	2.15	0.27
75	2.67	3.75	3.39	3.48	3.36	3.51	3.49	3.38	0.34
100	1.98	2.71	2.22	1.91	2.34	2.54	2.19	2.27	0.29

$\Delta T^{(1)}$ = จุดเดือดที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ – จุดเดือดที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

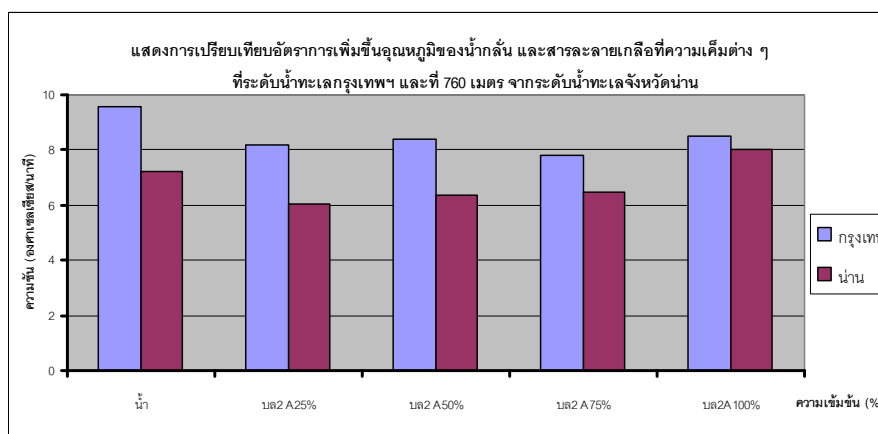


ภาพประกอบ 37 สรุปผลต่างจุดเดือดของสารละลายเกลือชนิดและความเค็มต่าง ๆ ที่ความสูง ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

จากการทดลองวัดจุดเดือดที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เปรียบเทียบกับ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ของน้ำกลั่นและสารละลายเกลือ 7 ตัวอย่าง พบว่า ผลต่างของจุดเดือดของน้ำกลั่น เท่ากับ 2.86°C ผลต่างของจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็ม 25% เท่ากับ 2.50°C แต่ในสารละลายเกลือ *กม.บ* มีผลต่างจุดเดือดเฉลี่ย เท่ากับ 0.34°C ผลต่างของจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็ม 50% เท่ากับ 2.15°C ผลต่างของจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็ม 75% เท่ากับ 3.38°C แต่ในสารละลายเกลือ *กม.บ* มีผลต่างจุดเดือดเฉลี่ย เท่ากับ 2.19°C และผลต่างของจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็ม 100% เท่ากับ 2.27°C



ภาพประกอบ 38 แสดงเปรียบเทียบอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิต่อเวลาของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เปรียบเทียบการทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ (ก.) กับที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (ข.)



ภาพประกอบ 39 แสดงอิทธิพลของความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงแตกต่างกันของของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือ **บด.2A** ระดับความเค็มต่าง ๆ ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลกรุงเทพฯ และที่ 760 เมตรเหนือ ระดับน้ำทะเล

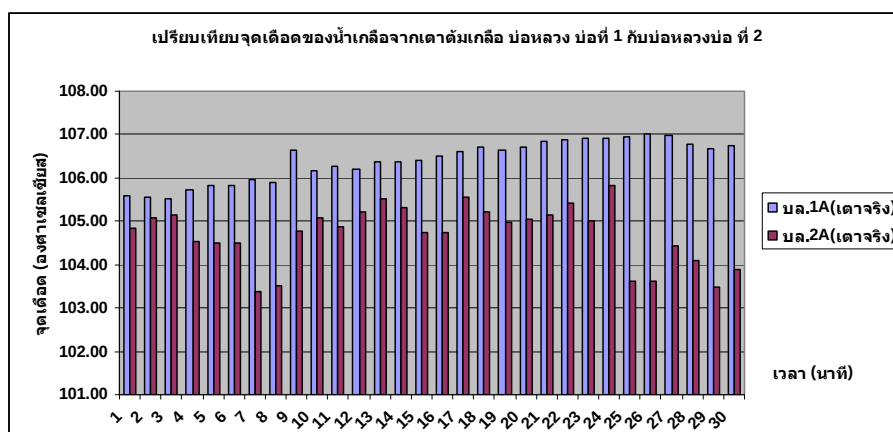
จากการศึกษาอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายเกลือ ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพฯ กับที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยเปรียบเทียบตัวอย่างสารละลายเกลือ **กม A บน.A บย.A บด.1A บด.1B บด.2A** และ **บด.2B** ระดับความเค็ม ที่ 25% 50% 75% และ 100% ตามลำดับ พบว่า อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิของสารละลายเกลือแต่ละตัวอย่างไม่เท่ากัน ดังภาพประกอบ 38 และอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่อเวลา ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพฯ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสูงกว่า ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ดังภาพประกอบ 39

จากการวัดจุดเดือดของน้ำเกลือโดยทำการวัดน้ำเกลือในกระทะต้มเกลือของบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อเกลือบ่อหลวง บ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน สามารถวัดได้จุดเดือดของน้ำเกลือ ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงจุดเดือดของน้ำเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อหลวง บ่อที่ 2 วัดจากเตาต้มเกลือจริง
ในพื้นที่บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

นาที่ที่	บ่อหลวง บ่อที่ 1 (เตาจริง) (°C)	บ่อหลวง บ่อที่ 2 (เตาจริง) (°C)	ผลต่างของจุดเดือด (°C)
1	105.59	104.85	0.74
2	105.55	105.08	0.47
3	105.52	105.14	0.38
4	105.72	104.53	1.19
5	105.84	104.50	1.34
6	105.81	104.50	1.31
7	105.96	103.39	2.57
8	105.91	103.53	2.38
9	106.64	104.77	1.87
10	106.15	105.09	1.06
11	106.28	104.89	1.39
12	106.19	105.21	0.98
13	106.36	105.53	0.83
14	106.37	105.30	1.07
15	106.40	104.75	1.65
16	106.49	104.75	1.74
17	106.62	105.55	1.07
18	106.72	105.22	1.50
19	106.63	104.99	1.64
20	106.71	105.04	1.67
21	106.84	105.16	1.68
22	106.88	105.43	1.45
23	106.90	105.02	1.88
24	106.92	105.82	1.10
25	106.95	103.60	3.35
26	107.01	103.60	3.41
27	106.99	104.42	2.57
28	106.78	104.10	2.68
29	106.68	103.47	3.21
30	106.74	103.90	2.84
$\bar{T}$	106.41	104.70	1.71
SD	0.47	0.68	-

จากการวัดสารละลายเกลือโดยใช้สารละลายเกลือจากบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อเกลือบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ทำการวัดจุดเดือดของสารละลายเกลือจากเตาต้มเกลือ สามารถวัดได้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ย ประมาณ 106°C และ 104°C ตามลำดับ



ภาพประกอบ 40 แสดงจุดเดือดของน้ำเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 และบ่อหลวง บ่อที่ 2 วัดจากเตาต้มเกลือจริง ในพื้นที่บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

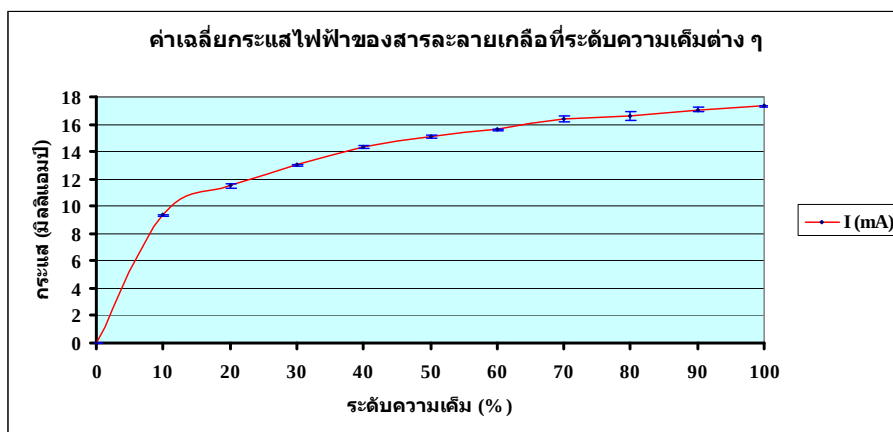
จากการวัดน้ำเกลือโดยใช้น้ำเกลือจากเตาต้มเกลือจริง จากบ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 (บล.1A) และบ่อหลวง บ่อที่ 2 (บล.2A) บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ทำการวัดจุดเดือดของสารละลายเกลือจากเตาต้มเกลือ จำนวน 30 ครั้ง ห่างช่วงละ 1 นาที สามารถวัดได้ค่าจุดเดือดเฉลี่ย ของน้ำเกลือ บล.1A เท่ากับ 106.41°C และค่าจุดเดือดเฉลี่ย ของน้ำเกลือ บล. 2A เท่ากับ 104.70 มีผลต่างของจุดเดือดเฉลี่ยเท่ากับ 1.71°C

สมบัติการนำไฟฟ้า

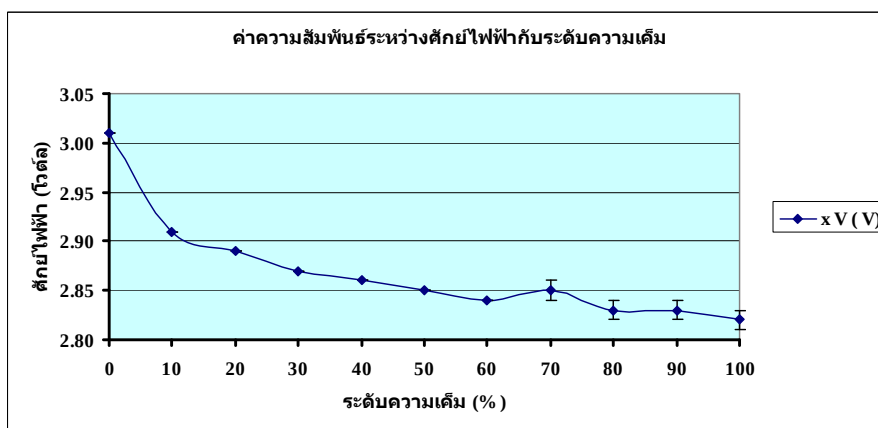
จากการศึกษาการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% และ 100 % ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างสารละลายเกลือ (บล.2A) บ่อหลวง บ่อที่ 2 ไม่ผสมไอน์ไดน เกลือสินเธาว์ จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยใช้ไฟฟ้า DC กระแสตรง 3.0 โวลต์ โดยใช้มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A แสดงได้ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าของสารละลายเกลือ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง DC 3.0 V ที่ระดับความเค็มต่างๆ เมื่อวัดโดยใช้ HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		I (mA)		V (V)	
	I (mA)	V (V)	I (mA)	V (V)	I (mA)	V (V)	$\bar{I}$	SD	$\bar{V}$	SD
0	0.02	3.01	0.02	3.01	0.02	3.01	0.02	0.00	3.01	0.00
10	9.34	2.91	9.32	2.91	9.40	2.91	9.35	0.03	2.91	0.00
20	11.64	2.88	11.33	2.89	11.51	2.89	11.49	0.13	2.89	0.00
30	12.90	2.87	13.08	2.87	13.02	2.87	13.00	0.07	2.87	0.00
40	14.43	2.86	14.19	2.86	14.27	2.86	14.30	0.10	2.86	0.00
50	15.00	2.85	15.09	2.85	15.17	2.85	15.09	0.07	2.85	0.00
60	15.55	2.84	15.62	2.84	15.70	2.84	15.62	0.06	2.84	0.00
70	16.13	2.85	16.47	2.85	16.60	2.83	16.40	0.20	2.85	0.01
80	16.84	2.82	16.72	2.82	16.12	2.83	16.56	0.31	2.83	0.01
90	17.00	2.82	16.06	2.84	16.06	2.84	17.04	0.16	2.83	0.01
100	17.33	2.81	17.40	2.82	17.19	2.82	17.31	0.09	2.82	0.01



ภาพประกอบ 41 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับระดับความเค็ม จากการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า DC 3.0 โวลต์



ภาพประกอบ 42 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างศักย์ไฟฟ้ากับระดับความเค็ม จากการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า DC 3.0 โวลต์

จากการศึกษาการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0% - 100 % โดยช่วงละ 10% ตามลำดับ ใช้ไฟฟ้า DC กระแสตรง 3.0 โวลต์ ใช้ค่าความต้านทานขนาด 5 โอห์ม ½ วัตต์ วัดค่ากระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้า โดยใช้หวัวัดเกรไฟต์ พบว่า ค่าของกระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มของสารละลายเกลือ ศักย์ไฟฟ้าจะลดลงตามระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น แสดงได้ดังตาราง 12

จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0% - 100 % ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างสารละลายเกลือ **บด.2A** จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยใช้ไฟฟ้า DC กระแสตรง 3.0 โวลต์ โดยใช้หัววัดสแตนด์เลสจากเครื่องมือวัดดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A แสดงได้ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่ เมื่อวัดโดยใช้ มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A สารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1 (mA)	ครั้งที่ 2 (mA)	ครั้งที่ 3 (mA)	$\bar{I}$	SD
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
10	20.0	21.0	23.0	21.33	1.53
20	28.0	27.0	27.0	27.33	0.58
30	33.0	30.0	31.0	31.33	1.53
40	34.0	36.0	35.0	35.00	1.00
50	39.5	39.0	41.0	39.83	1.04
60	42.0	42.0	42.0	42.00	0.00
70	42.0	44.0	44.0	43.33	1.15
80	45.0	45.0	45.0	45.00	0.00
90	47.0	46.0	46.0	46.33	0.58
100	49.0	48.0	48.0	48.33	0.58

พบว่าค่าการวัดกระแสไฟฟ้าของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือ **บด.2A** กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเค็มของน้ำเกลือ โดยน้ำกลั่นจากการวัดใช้มัลติมิเตอร์ดิจิตอล ไม่มีค่าการนำไฟฟ้า และที่ระดับความเค็ม 100% มีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 48.33 มิลลิแอมป์

จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0%- 100 % ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างสารละลายเกลือ **บล.2A** จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยใช้ไฟฟ้า AC กระแสตรง 5.62 โวลต์ โดยใช้มัลติมิเตอร์ดิจิทัล TESTMATE รุ่น 810 แสดงได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงการวัดค่าการนำไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่างๆ

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{I}$	SD
	กระแส (mA)	กระแส (mA)	กระแส (mA)		
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	4.20	4.10	4.20	4.17	0.05
20	5.40	5.40	5.20	5.33	0.09
30	6.20	6.00	6.10	6.10	0.08
40	6.60	6.40	6.50	6.50	0.08
50	6.70	6.80	6.70	6.73	0.05
60	6.90	6.90	6.80	6.87	0.05
70	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
80	7.10	7.10	7.00	7.07	0.05
90	7.20	7.20	7.30	7.23	0.05
100	7.30	7.40	7.30	7.33	0.05

จากการทดลองวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือโดยใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) และใช้ตัวต้านทาน 5 โอห์ม 5 วัตต์ พบว่า ค่าการวัดกระแสไฟฟ้าของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือ **บล.2A** กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามระดับความเค็มของสารละลายเกลือ กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเค็มของน้ำเกลือ โดยน้ำกลั่นจากการวัดใช้มัลติมิเตอร์ดิจิทัล TESTMATE รุ่น 810 ไม่มีค่าการนำไฟฟ้า และที่ระดับความเค็ม 100% มีค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 มิลลิแอมป์

จากการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0% - 100 % ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างสารละลายเกลือ **บล.2A** จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน โดยใช้ไฟฟ้า AC กระแสตรง 5.62 โวลต์ โดยใช้มัลติมิเตอร์ดิจิทัล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A แสดงได้ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{V}$	SD
	ความต่างศักย์ (V)	ความต่างศักย์ (V)	ความต่างศักย์ (V)		
0	5.61	5.61	5.63	5.62	0.11
10	3.27	3.25	3.25	3.26	0.01
20	2.51	2.498	2.59	2.53	0.05
30	2.08	2.18	2.16	2.14	0.05
40	1.94	1.99	1.93	1.95	0.03
50	1.78	1.79	1.89	1.82	0.06
60	1.73	1.72	1.8	1.75	0.04
70	1.67	1.68	1.7	1.68	0.02
80	1.60	1.65	1.64	1.63	0.03
90	1.62	1.57	1.54	1.58	0.04
100	1.56	1.55	1.55	1.55	0.01

จากการทดลองวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือโดยใช้ตัวต้านทาน 5 โอห์ม 5 วัตต์ พบว่า ศักย์ไฟฟ้าจะลดลงตามระดับความเค็มของสารละลายเกลือ โดยที่น้ำกลั่น มีค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 5.62 V และที่สารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 100% มีค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย เท่ากับ 1.55 V

จากการวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0% - 100 % ตามลำดับ โดยใช้ตัวอย่างสารละลายเกลือ **บล.2A** จากอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ใช้หัววัดเกรฟไฟต์ วัดโดยใช้มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A แสดงได้ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงค่าการวัดความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

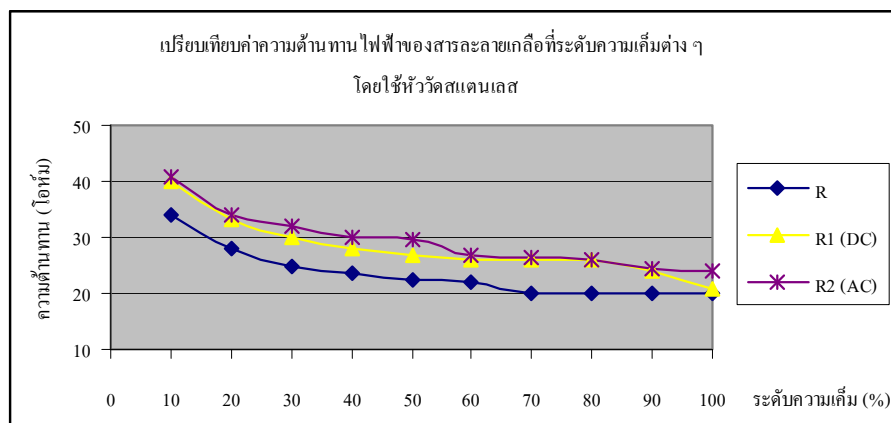
ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ความต้านทานเฉลี่ย (M Ω)	SD
	ความต้านทาน (M Ω)	ความต้านทาน(M Ω)	ความต้านทาน(M Ω)		
0	2.898	2.910	2.830	2.879	0.043
10	2.590	2.578	2.569	2.579	0.011
20	2.552	2.540	2.538	2.543	0.008
30	2.520	2.513	2.507	2.513	0.007
40	2.488	2.488	2.484	2.487	0.002
50	2.466	2.462	2.462	2.463	0.002
60	2.443	2.442	2.440	2.442	0.002
70	2.439	2.435	2.438	2.437	0.002
80	2.419	2.419	2.418	2.419	0.001
90	2.407	2.402	2.406	2.405	0.003
100	2.402	2.401	2.400	2.401	0.001

จากการทดลองวัดค่าความต้านทานของน้ำกลั่น (0%) และสารละลายเกลือ **บล.2A** พบว่า ที่ระดับความเค็มน้อยจะมีค่าความต้านทานมากกว่าระดับความเค็มมาก โดยที่ระดับความเค็ม 0% มีค่าความต้านทานเฉลี่ย เท่ากับ 2.88 M Ω และที่ระดับความเค็ม 100%มีค่าความต้านทานเฉลี่ย เท่ากับ 2.4 M Ω

ตาราง 17 แสดงค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ โดยใช้หัววัดสแตนเลส จากเครื่องมือวัดความเค็มที่สร้างขึ้น

ระดับความเค็ม	ครั้งที่ 1 (Ω)	ครั้งที่ 2 (Ω)	ครั้งที่ 3 (Ω)	ค่าความต้านทานเฉลี่ย (Ω)
100	20.00	20.00	20.00	20.00
90	20.00	20.00	20.00	20.00
80	20.00	20.00	20.00	20.00
70	20.00	20.00	20.00	20.00
60	22.00	22.00	22.00	22.00
50	22.50	22.50	22.50	22.50
40	23.75	23.75	23.75	23.75
30	25.00	25.00	25.00	25.00
20	28.00	28.00	28.00	28.00
10	34.00	34.00	34.00	34.00
น้ำกลั่น *	150.00	140.00	150.00	146.67 ± 5.77
น้ำกลั่น * หน่วยวัดเป็น กิโลโอห์ม ($k\Omega$)				

จากการวัดค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 0 - 100 % โดยห่างช่วงละ 10% ตามลำดับ โดยไม่ให้ศักย์ไฟฟ้า วัดค่าความต้านทานใช้หัววัดสแตนเลส จากเครื่องมือวัดความเค็ม พบว่า ที่ระดับความเค็ม 60 - 100% มีค่าความต้านทานเท่ากัน เท่ากับ 20 โอห์ม และที่ ที่ระดับความเค็ม 0 - 50% ค่าความต้านทานจะสูงขึ้นเมื่อระดับความเค็มลดลง โดยที่ระดับความเค็ม 0% (น้ำกลั่น) มีค่าความต้านทานเฉลี่ยประมาณ 146.7 ± 5.8 กิโลโอห์ม



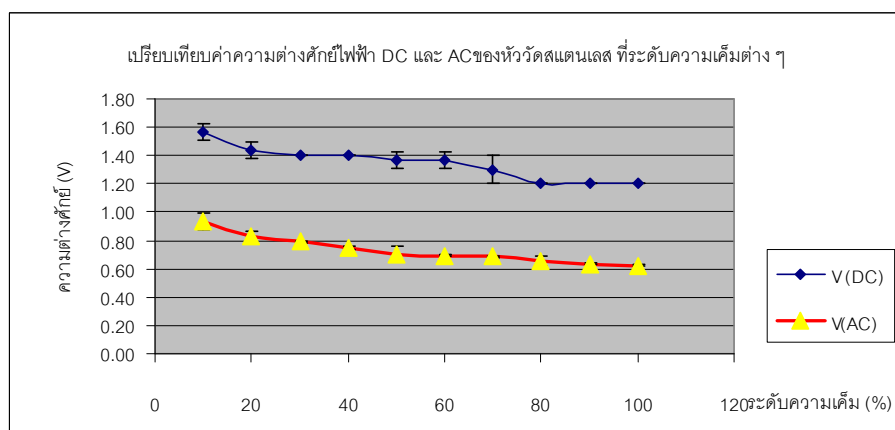
ภาพประกอบ 43 การเปรียบเทียบค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

R= ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยไม่ให้ศักย์ไฟฟ้า

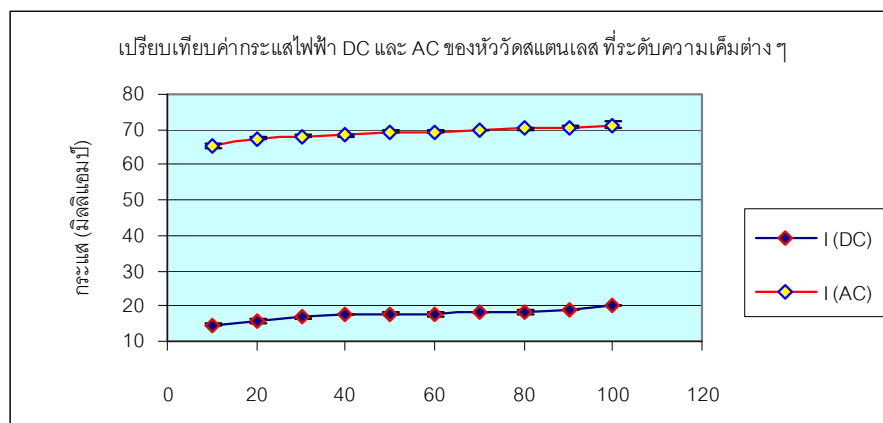
R1 (DC) = ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดย ให้ศักย์ไฟฟ้า DC 3V

R2 (AC) = ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดย ให้ศักย์ไฟฟ้า AC 5.62 V

จากการวัดค่าความต้านทานของหัววัด ใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทานของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ โดยไม่ให้ศักย์ไฟฟ้า และเมื่อให้ศักย์ไฟฟ้า DC 3V จากแบตเตอรี่ D size และ ให้ศักย์ไฟฟ้า AC 5.62 V จากแหล่งจ่ายไฟ Power supply รุ่น KBM 3002 โดยค่าความต้านทานของการวัดค่าความต้านทานโดยตรง เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้า DC 3V และศักย์ไฟฟ้า AC 5.62 V จะลดลงเมื่อระดับความเค็มเพิ่มขึ้น



ภาพประกอบ 44 การเปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า DC และ AC ของหัววัดสแตนเลส ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ



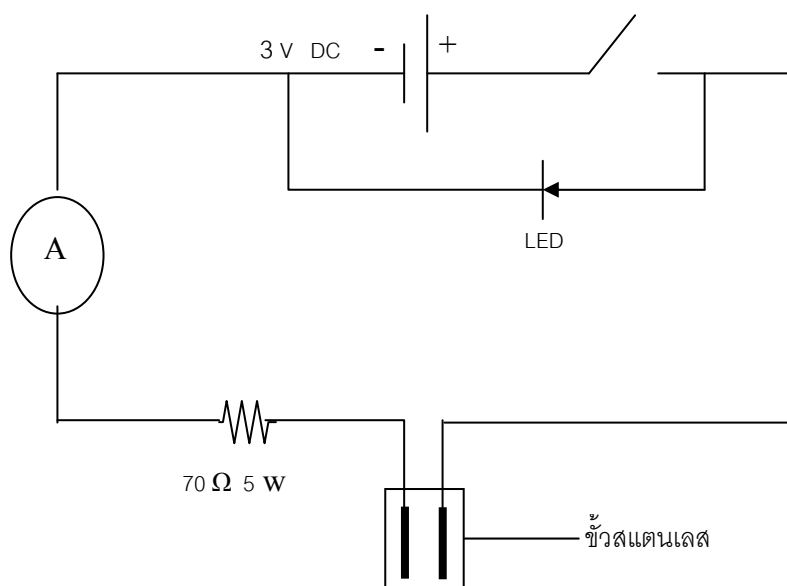
ภาพประกอบ 45 การเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้า DC และ AC ของหัววัดสแตนเลส ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

$I (DC)$ = ค่ากระแสไฟฟ้าของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยให้ศักย์ไฟฟ้า DC 3V

$I (AC)$ = ค่ากระแสไฟฟ้าของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยให้ศักย์ไฟฟ้า AC 5.62 V

เครื่องมือวัดความเค็ม

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวเกี่ยวกับกฎของโอห์ม ได้นำมาใช้ในการจัดทำเครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I) เป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้วัดระดับความเค็มของน้ำเกลือ โดยใช้ไฟฟ้าจาก แบตเตอรี่ D size DC 1.5 V จำนวน 2 ก้อน จากการทดลองเครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง นี้สามารถวัดระดับความเค็มได้ดีในช่วง ระดับความเค็ม ตั้งแต่ 10 - 60 % และมีวงจรของเครื่องมือดังนี้



ภาพประกอบ 46 วงจรสร้างเครื่องมือวัดความเค็มของน้ำเกลือ



ภาพประกอบ 47 เครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I)

ขั้นตอนการใช้เครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN I)

1. ติดตั้งแบตเตอรี่ D size DC 1.5 V จำนวน 2 ก้อน
2. นำฝาครอบที่ปิดหัววัดมาเป็นถ้วยสำหรับเติมน้ำเกลือ
3. นำน้ำเกลือใส่ในถ้วยวัดให้เกินระดับที่เจาะรูไว้
4. ต่อสายวัดเข้ากับตัวเครื่องและตัวหัววัด นำหัววัดจุ่มลงไปถ้วยวัด
5. เปิดสวิตช์ ไปที่ ON สังเกตที่หลอด LED ถ้าไฟติดแสดงว่าเครื่องทำงาน
6. อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่หน้าปัด
7. นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตารางวัดระดับความเค็ม

ข้อแนะนำในการใช้

1. ไม่ควรแช่หัววัดไว้ในถ้วยตวงนานเกินไป
2. ทำความสะอาดหัววัดหลังจากการใช้งานทุกครั้ง
3. เมื่อเลิกใช้งานปิดสวิตช์ไปที่ OFF เพื่อเป็นการประหยัดแบตเตอรี่
4. กระแสที่อ่านได้ ตั้งแต่ 45 มิลลิแอมป์ หรือที่ระดับความเค็ม 60 % ขึ้นไป เหมาะสมสำหรับการนำน้ำเกลือไปต้ม

ตาราง 18 แสดงค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SMU-NAN /) เปรียบเทียบกับระดับความเค็ม

ค่าที่อ่านได้ (มิลลิแอมป์)	ระดับความเค็ม (%)
0.00	0
39.17	10
41.33	20
42.17	30
43.00	40
44.00	50
45.00	60
45.00	70
45.00	80
45.83	90
46.00	100

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

งานวิจัยนี้ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ เมื่อให้ความร้อนในลักษณะของระบบเปิด ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยวัดจุดเดือดของสารละลายเกลือ และสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องมือวัดความเค็มอย่างง่าย

สมบัติทางความร้อน

การทดลองวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ของสารละลายเกลือ บล.2A บน.A บย.A บล.1A บล.1B บล.2B และ กม B ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล บ้าน สว่าใต้ อำเภอปอเกลือ จังหวัดน่าน พบว่า

1. อุณหภูมิเริ่มต้นช่วงเจ็ดนาทีกแรกของสารละลายเกลือ มีค่าใกล้เคียงกัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การทดลองที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นช่วงเจ็ดนาทีกแรกของสารละลายเกลือแต่ละตัวอย่าง แตกต่างกันไม่มากนัก เนื่องจากการทดลองในห้องปรับอากาศ ส่วนการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ ที่บ้านสว่าใต้ ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล อุณหภูมิเริ่มต้นของสารละลายเกลือแต่ละตัวอย่างไม่เท่ากัน เป็นไปตามสภาพอากาศและอุณหภูมิจริงของห้องปฏิบัติการขณะทำการทดลอง

อุณหภูมิของช่วงเจ็ดนาทีกแรก เป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์

2. อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสารละลายเกลือต่อเวลาที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ เพิ่มขึ้นเร็วกว่าที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ที่ระดับความเค็มเดียวกัน

อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็ม 50% มีค่าโดยประมาณที่ 8.4 องศาต่ออนาที ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และ 6.3 องศาต่ออนาที ที่ห้องปฏิบัติการที่บ้านสว่าใต้ ตามลำดับ

การให้ความร้อนในระบบเปิด มีการถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิที่แตกต่างกันขึ้นกับ อุณหภูมิ ความชื้น และสภาวะแวดล้อมของห้องทดลอง ถึงแม้ว่าจะมีการให้ความร้อนในลักษณะเดียวกัน

อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของสารละลายเกลือ สามารถนำไปสู่การคำนวณหาความจุความร้อนของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ ได้

3. จุดเดือดของสารละลายขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ ความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล กรุงเทพมหานครสูงกว่าความดันบรรยากาศที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จึงเป็นผลให้จุดเดือดของสารละลายเกลือที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพมหานครสูงกว่าจุดเดือดของสารละลายเกลือที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ในทุกระดับความเค็ม ผลต่างของอุณหภูมิมีค่าประมาณ $2 - 3^{\circ}\text{C}$

ผลต่างของอุณหภูมิจุดเดือดนี้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาความดันบรรยากาศที่ระดับความสูงที่แตกต่างกันได้ หรือสามารถนำไปใช้ในการประเมินความดันบรรยากาศอย่างง่ายได้ เมื่อใช้สารละลายเกลือที่มีระดับความเค็มเท่ากัน

4. จากการวัดจุดเดือดของสารละลายเกลือที่เตาต้มเกลือที่ บ่อเกลือบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน วัดได้ค่าอุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ย ประมาณ 106°C และที่เตาต้มเกลือที่ บ่อเกลือบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน วัดได้ค่าอุณหภูมิจุดเดือดเฉลี่ยประมาณ 105°C

โดยอาศัยสมบัติคอลลิเกทิฟ ได้นำจุดเดือดเฉลี่ยนี้ไปเปรียบเทียบกับค่าจุดเดือดเฉลี่ยของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่างๆในห้องปฏิบัติการบ้านสัวได้ พบว่าสามารถประมาณระดับความเค็ม ของสารละลายเกลือในเตาต้มเกลือ บ่อเกลือบ่อที่ 1 และ บ่อเกลือบ่อที่ 2 ได้ ระดับความเค็มขณะต้มเกลือมีค่าประมาณ 90% - 100% และประมาณ 75% ตามลำดับ

5. ความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดกับระดับความเค็มสารละลายเกลือ เป็นไปตาม ลักษณะเฉพาะตามสมบัติคอลลิเกทิฟของสารละลาย ที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณระดับความเค็มได้เมื่อทราบอุณหภูมิจุดเดือด

สมบัติการนำไฟฟ้า

การทดลองการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ สารละลายเกลือที่ระดับความเค็มน้อยมีค่าความต้านทานสูง การนำไฟฟ้าได้ไม่ดี กระแสไหลผ่านได้น้อย ส่วนสารละลายเกลือที่มีระดับความเค็มมาก มีค่าความต้านทานน้อย กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดี

การนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนไอออนที่ละลายน้ำได้

เครื่องมือวัดความเค็ม

เครื่องมือวัดความเค็ม **รุ่นเสริมเก่ง (SWU-NAN 1)** เป็นเครื่องมือที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้วัดระดับความเค็มของน้ำเกลือ โดยใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ DC 3 V จากการสอบเทียบ **เครื่องมือวัดความเค็มรุ่นเสริมเก่ง** นี้สามารถวัดระดับความเค็มได้ดีในช่วง ระดับความเค็มตั้งแต่ 10% - 60 %

อภิปรายผลโดยสรุป

จากการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน ที่ความสูงระดับน้ำทะเลต่างกันนั้น พบว่า อุณหภูมิเริ่มต้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ 7 นาทีก่อนให้ความร้อนแก่อุณหภูมิของสารละลายเกลือจะมีค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิห้อง ซึ่งเป็นไปตามกฎข้อที่ศูนย์ของอุณหพลศาสตร์ เมื่อเริ่มให้ความร้อนในนาที่ที่ 7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพจะเปลี่ยนแปลงได้เร็วกว่าที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จุดเดือดของสารละลายเกลือที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ จะสูงกว่าที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล ขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ โดยที่ 760 เมตร เมตรเหนือระดับน้ำทะเล จะมีความดันบรรยากาศต่ำทำให้จุดเดือดที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และจุดเดือดของสารละลายเกลือจะขึ้นอยู่กับระดับความเค็มของสารละลายเกลือ ซึ่งสารละลายเกลือที่มีความเค็มมากจะมีจุดเดือดสูงกว่า สารละลายเกลือที่มีความเค็มน้อย (Steven S. Zumdani. 1995: 89) จุดเดือดของน้ำบริสุทธิ์จะอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส แต่จุดเดือดสามารถเพิ่มขึ้นได้ เมื่อเราเพิ่มตัวทำละลาย โดยส่วนใหญ่แล้วสารละลายจะสามารถวัดจุดเดือดได้สูงกว่าตัวทำละลายบริสุทธิ์ ซึ่งสามารถหาจุดเดือดที่สูงขึ้นได้จากสมการ $\Delta T_b = K_b C_m$ ซึ่งเป็นสมบัติคอลลิเกทีฟ (Boiling point elevation in solution) ของสารละลาย แต่จากการทดลองพบว่า จุดเดือดของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มเดียวกัน และทดลองที่ความดันบรรยากาศเท่ากัน หรือที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลเท่ากัน มีจุดเดือดที่ไม่เท่ากัน เนื่องมาจากในสารละลายเกลือแต่ละแห่ง ไม่ใช่เกลือโซเดียมคลอไรด์ทั้งหมด ซึ่งอาจมีสารอื่นที่สามารถละลายน้ำเจือปนอยู่ และการทำการทดลองไม่ได้ควบคุมความชื้น และไม่ได้กรองตะกอนที่มากับเกลือแต่ละแห่ง

จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าและค่าความต้านทานของสารละลายเกลือ นั้น พบว่า เกลือเมื่อละลายน้ำจะเป็นสารละลายที่สามารถนำไฟฟ้าได้ สารละลายนี้สามารถนำไฟฟ้าได้เนื่องจากสารอิเล็กโทรไลต์เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็นไอออน เช่น โซเดียมคลอไรด์ เมื่อละลายน้ำจะแตกตัวเป็น Na^+ ไอออน และ Cl^- ไอออน ซึ่งเป็นไอออนที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระในสารละลาย (ระจิต ตรีพุทธรัตน์. 2534:88) เรียกการนำไฟฟ้าแบบไอออน (Ionic conduction) ทำให้สารละลายเกลือสามารถนำไฟฟ้าได้ โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือจะสัมพันธ์กับระดับความเค็ม และค่าความต้านทาน สารละลายเกลือ

ที่มีความเค็มมากมีค่าความต้านทานน้อยจะสามารถนำไฟฟ้าได้ดี การทดลองวัดค่าการนำไฟฟ้าและค่าความต้านทานของสารละลายเกลือไม่สามารถใช้ทองแดงเป็นขั้วในการวัดได้ เนื่องจาก จะเกิดอิเล็กโทรลิซิส และเกิดการกัดกร่อนที่ขั้วทองแดง จากการทดลองผู้วิจัยได้ใช้แกรไฟต์เป็นขั้วในการทดสอบเปรียบเทียบกับขั้วสแตนเลส พบว่ากระแสที่ไหลผ่านขั้วสแตนเลสมีมากกว่าขั้วแกรไฟต์ ดังนั้นจึงมีการเปลี่ยนค่าความต้านทานในวงจรจากขนาด 5 โอห์ม ของหัววัดแกรไฟต์ มาเป็นความต้านทานขนาด 70 โอห์ม เพื่อปรับค่ากระแสให้เหมาะสมกับสเกล เนื่องจากขั้วสแตนเลสมีค่าการนำไฟฟ้าที่มากกว่า และยังมีความแข็งแรงไม่แตกหักง่าย ดังนั้นขั้วสแตนเลสจึงมีความเหมาะสมที่นำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดความเค็ม ได้นำข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความสามารถในการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างเครื่องมือวัดความเค็มของสารละลาย เกลืออย่างง่ายได้ โดยอาศัยกฎของโอห์ม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาวงจรในการวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำอิเล็กโทรลิซิสได้เพื่อใช้ในการจำแนกสารออกจากกัน
2. ควรมีการศึกษาวิธีการเพิ่มมูลค่าของเกลือสินเธาว์
3. ควรมีการศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาของ บ่อเกลือสินเธาว์
4. ควรมีการศึกษาวิเคราะห์สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของสารละลายเกลือ
5. นำเครื่องมือวัดความเค็มไปพัฒนาเพื่อให้สามารถวัดค่าได้อย่างถูกต้อง
6. เกลือที่ใช้ในการทดลองต้องมีการอบแห้งเพื่อไล่ความชื้น และมีการคัดแยกตะกอนก่อนนำมาทำการทดลอง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กล้าณรงค์ ศรีรอด.(2521). *เกลือ : คุณสมบัติและการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร*. ภาควิชา
วิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เกษร พะลัง และคนอื่นๆ. (2548). *เคมี เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
- กำจร มนูญปิยะ; และคนอื่นๆ. (2523). *ฟิสิกส์ เล่ม 2* กรุงเทพฯ: เบญจักษ์
- จตุพร สังธิกุล. (2549)*เกลือสินเธาว์กับการพัฒนาอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง* (พ.ศ. 2512-2544)
ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม.(ประวัติศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- ดำรงค์ คงสวัสดิ์. (2544).*สารละลาย*. กรุงเทพฯ : ครูสภา ลาดพร้าว
- ประดิษฐ์ เขียวสกุล. (2540,กรกฎาคม-ธันวาคม). *เกลือแกง. วารสารวิทยาศาสตร์* ปีที่ 51
ฉบับ 4-6 หน้า369-370.
- ปิยะ ปิยะนุช; และคนอื่นๆ. (2524).*ฟิสิกส์ 2* .กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภูเบศ วิโรทัย; และมลศิริ วิโรทัย. (2536, กรกฎาคม). *เกลือบ่อกับโรคขาดสารไอโอดีนในจังหวัด
น่าน วารสาร วิทยาศาสตร์มศว. ปีที่ 9* หน้า46 – 49.
- ระจิต ตรีพุทธรัตน์. (2534). *เคมีสำหรับक्रमมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น..
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546) *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. หน้า1,195.
- ราณี สุวรรณพฤกษ์.(2549) *เคมีทั่วไปเล่ม 2.กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี.*
- วลัยลักษณ์ ทรงศิริ. (2535,มกราคม – มีนาคม). *บ่อเกลือเมืองน่านที่บ้านบ่อหลวง วารสาร
เมืองโบราณ ปีที่ 18 ฉบับที่ 1*หน้า. 41 – 49.
- วิกิพีเดีย.(2550) *ผลึกเกลือ สืบค้นเมื่อ26 มีนาคม 2550*,จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ผลึกเกลือ>
- ศศิเกษม ทองยงค์ และพรรณิ เดชกำแหง. (2524) *เคมีทั่วไป* กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- สมัย สุทธิธรรม. (2539) *สารคดีชุดถิ่นทองของไทย* . กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์
- อุทัย สันธูสาร. (2533) *สารานุกรมไทย อนุภาค 9*.หน้า 1,236.
- Frederick J. Bueche. (2538). *ทฤษฎีและตัวอย่างโจทย์ฟิสิกส์พื้นฐาน*.แปลโดย ปิยพงษ์
สิทธิคง. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชันแนล เอ็นเตอร์ไพรส์, อิงค์

Noggl, Joseph. (1996). *Physical Chemistry*. 3 rd ed. New York: Harper Collins. pp. 478 - 479

November 21, 2007, from <http://www.en.wikipedia.org>

Pettucci, Ralph. (1993). *General Chemistry*. 5 th ed. New York: Macmillan. pp. 178, 478, 479

Serway, Raymond. (1999). *College Physics*. 5th ed. California: Harcourt. pp. 89-93, 342-343

Zumdahl, Steven. (1995). *Chemistry. Principles*. 2nd. Ed. Massachusetts: D.C. Heath. P. 89

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตาราง แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่น และสารละลายเกลือ 7 ตัวอย่าง
ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ และที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

ตารางภาคผนวก 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่นที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.36	26.40	26.5	26.42	0.07
1	26.43	26.34	26.5	26.42	0.08
2	26.38	26.34	26.51	24.41	0.09
3	26.34	26.36	26.5	26.40	0.09
4	26.34	26.38	26.51	26.41	0.09
5	26.40	26.40	26.56	26.45	0.09
6	26.42	26.41	26.54	26.46	0.07
7	26.41	26.41	26.53	26.45	0.07
8	26.70	26.71	27.27	26.89	0.33
9	29.64	29.10	29.27	29.34	0.28
10	33.99	34.00	34.06	34.02	0.04
11	41.47	40.47	41.51	41.15	0.59
12	50.01	48.33	49.76	49.37	0.91
13	59.57	56.79	58.25	58.20	1.39
14	70.19	67.00	69.62	68.94	1.70
15	80.68	77.22	79.28	79.06	1.74
16	90.15	87.02	89.68	88.95	1.69
17	98.45	95.04	97.63	97.04	1.78
18	100.25	100.07	100.26	100.19	0.11
19	100.68	100.18	100.39	100.42	0.25
20	100.83	100.66	100.74	100.74	0.09
21	100.83	100.55	100.59	100.66	0.15
22	100.65	100.75	100.65	100.68	0.06
23	100.63	100.94	100.73	100.77	0.16
24	100.67	100.75	100.52	100.65	0.12
25	100.42	100.86	100.47	100.58	0.24
26	100.01	100.96	100.02	100.33	0.55
27	100.15	100.92	99.66	100.24	0.64

ตารางภาคผนวก 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำกลั่นที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.67	24.38	25.89	24.65	1.13
1	23.67	24.38	25.96	24.67	1.17
2	23.67	24.36	26.02	24.68	1.21
3	23.67	24.35	26.06	24.69	1.23
4	23.67	24.32	26.14	24.71	1.28
5	23.67	24.30	26.21	24.73	1.32
6	23.67	24.26	26.26	24.73	1.36
7	23.67	24.25	26.29	24.74	1.38
8	23.67	24.22	26.59	24.83	1.55
9	25.78	25.13	28.4	26.44	1.73
10	29.17	27.11	31.94	29.41	2.42
11	33.65	29.99	36.29	33.31	3.16
12	39.70	31.81	42.26	37.92	5.45
13	46.67	38.30	48.32	44.43	5.37
14	54.48	43.59	55.64	51.24	6.65
15	62.64	49.07	62.95	58.22	7.93
16	71.38	55.37	70.66	65.80	9.04
17	79.61	61.97	78.16	73.25	9.79
18	87.45	69.97	85.75	81.06	9.64
19	93.84	75.32	92.46	87.21	10.32
20	97.56	81.53	97.44	92.18	9.22
21	98.04	87.53	97.32	94.30	5.87
22	97.99	92.75	98.21	96.32	3.09
23	98.04	96.55	97.99	97.53	0.85
24	97.93	97.57	97.15	97.55	0.39
25	97.86	97.97	97.94	97.92	0.06
26	97.81	97.68	98.04	97.84	0.18
27	97.81	97.94	97.94	97.90	0.08
28	97.64	97.88	97.88	97.80	0.14
29	97.21	97.92	98.02	97.72	0.44
30	97.18	97.85	97.95	97.66	0.42
31	97.13	97.81	97.17	97.37	0.38
32	97.28	97.87	96.87	97.34	0.50
33	96.38	97.07	96.28	96.58	0.43
34	94.55	97.19	96.05	95.93	1.32

ตารางภาคผนวก 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 25%* ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.99	24.40	23.82	24.07	0.30
1	23.99	24.37	23.8	24.05	0.29
2	23.99	24.37	23.84	24.07	0.27
3	23.98	24.35	23.85	24.06	0.26
4	24.00	24.31	23.86	24.06	0.23
5	24.01	24.30	23.89	24.07	0.21
6	24.01	24.29	23.9	24.07	0.20
7	24.00	24.28	23.96	24.08	0.17
8	24.47	24.90	23.98	24.54	0.46
9	27.90	28.53	28.04	28.16	0.33
10	33.34	33.98	33.15	33.49	0.43
11	40.44	40.85	39.95	40.41	0.45
12	49.45	49.71	48.34	49.17	0.73
13	59.31	59.07	57.54	58.64	0.96
14	70.02	69.93	67.77	69.24	1.27
15	80.95	80.19	78.17	79.77	1.44
16	91.54	90.29	88.32	90.05	1.62
17	99.50	99.50	98.05	99.02	0.84
18	101.78	102.31	101.89	101.99	0.28
19	102.88	102.30	102.28	102.49	0.34
20	102.63	102.96	102.18	102.59	0.39
21	102.29	102.30	102.26	102.28	0.02
22	102.47	102.68	102.51	102.55	0.11
23	102.31	102.63	102.45	102.46	0.16
24	102.54	102.96	102.5	102.67	0.25
25	102.65	102.99	102.57	102.74	0.22
26	102.98	102.94	102.82	102.91	0.08
27	102.79	102.96	102.18	102.64	0.41
28	102.35	102.30	101.36	102.00	0.56
29	101.68	101.41	100.58	101.22	0.57

ตารางภาคผนวก 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 25%* ที่ 760 มมปรอทเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.27	24.86	24.48	24.54	0.30
1	24.31	24.85	24.52	24.56	0.27
2	24.60	24.86	24.52	24.66	0.18
3	24.60	24.88	24.60	24.69	0.16
4	24.64	24.88	24.64	24.72	0.14
5	24.75	24.92	24.72	24.80	0.11
6	24.91	24.95	24.77	24.88	0.09
7	24.97	24.97	24.86	24.93	0.06
8	25.10	24.97	24.92	25.00	0.09
9	27.09	27.66	25.11	26.62	1.34
10	34.48	31.67	28.00	31.38	3.25
11	39.04	39.96	36.66	38.55	1.70
12	45.29	47.84	43.78	45.64	2.05
13	50.02	54.11	50.79	51.64	2.17
14	60.02	57.18	57.79	58.33	1.50
15	64.41	64.73	68.72	65.95	2.40
16	72.30	73.29	73.04	72.88	0.51
17	81.85	80.06	80.05	80.65	1.04
18	88.97	88.27	86.68	87.97	1.17
19	96.74	95.49	93.67	95.30	1.54
20	98.99	97.19	97.46	97.88	0.97
21	100.90	100.11	100.33	100.45	0.41
22	100.90	100.93	100.83	100.89	0.05
23	100.12	100.84	101.32	100.76	0.60
24	101.02	101.95	101.22	101.40	0.49
25	101.33	101.29	102.24	101.62	0.54
26	101.31	102.17	102.32	101.93	0.55
27	101.26	102.39	102.74	102.13	0.77
28	101.80	101.97	102.90	102.22	0.59
29	101.64	102.56	102.31	102.17	0.48
30	101.86	102.82	102.96	102.55	0.60
31	101.94	103.13	102.47	102.51	0.60
32	101.73	102.22	102.89	102.28	0.58
33	101.79	102.51	102.80	102.37	0.52
34	101.30	102.57	102.46	102.11	0.70
35	99.35	102.13	101.84	101.11	1.53

ตารางภาคผนวก 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 50%* ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.55	23.30	27.40	24.75	2.30
1	23.62	23.33	27.36	24.77	2.25
2	23.79	23.38	27.31	24.83	2.16
3	23.93	23.40	27.26	24.86	2.09
4	24.05	23.49	27.26	24.93	2.03
5	24.17	23.58	27.26	25.00	1.98
6	24.27	23.65	27.26	25.06	1.93
7	24.31	23.74	27.24	25.10	1.88
8	24.91	24.63	27.50	25.68	1.58
9	27.99	27.82	30.12	28.64	1.28
10	33.83	31.99	35.03	33.62	1.53
11	41.49	38.02	41.80	40.44	2.10
12	50.80	45.70	49.70	48.73	2.68
13	60.68	55.44	59.01	58.38	2.68
14	71.64	63.33	68.54	67.84	4.20
15	82.88	73.35	78.87	78.37	4.78
16	93.81	83.17	88.06	88.35	5.33
17	102.36	92.61	97.54	97.50	4.88
18	103.46	101.92	103.15	102.84	0.81
19	103.91	104.09	104.05	104.02	0.09
20	104.10	104.70	104.22	104.34	0.32
21	104.30	104.78	104.13	104.40	0.34
22	104.39	105.11	104.56	104.69	0.38
23	104.89	105.02	104.41	104.77	0.32
24	105.16	105.32	105.09	105.19	0.12
25	106.56	105.37	105.12	105.68	0.77
26	106.58	105.40	105.36	105.78	0.69
27	106.26	105.55	105.51	105.77	0.42
28	106.06	104.71	105.37	105.38	0.68
29	106.01	104.11	105.76	105.29	1.03

ตารางภาคผนวก 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 50%* ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	22.86	22.86	23.92	23.21	0.61
1	22.79	22.86	23.64	23.10	0.47
2	22.78	22.91	23.67	23.12	0.48
3	22.75	22.96	23.70	23.14	0.50
4	22.77	23.02	23.77	23.19	0.52
5	22.77	23.06	23.81	23.21	0.54
6	22.77	23.08	23.86	23.24	0.56
7	22.77	23.11	23.96	23.28	0.61
8	22.80	23.14	24.40	23.45	0.84
9	23.01	26.86	25.25	25.01	1.93
10	23.38	29.71	30.01	27.70	3.74
11	32.02	33.07	33.92	33.00	0.95
12	35.66	38.50	38.15	37.44	1.55
13	40.81	43.47	42.96	42.41	1.41
14	48.73	47.26	48.88	48.29	0.90
15	55.11	50.19	55.86	53.72	3.08
16	59.05	57.70	62.41	59.72	2.43
17	67.64	65.91	69.55	67.70	1.82
18	72.25	74.03	76.16	74.15	1.96
19	78.91	81.46	82.75	81.04	1.95
20	85.63	88.99	88.76	87.79	1.88
21	91.77	95.92	94.70	94.13	2.13
22	97.40	99.87	98.87	98.71	1.24
23	101.23	100.83	100.26	100.70	0.49
24	101.77	101.18	100.31	101.09	0.73
25	102.02	101.60	100.95	101.52	0.54
26	102.50	101.08	100.93	101.50	0.87
27	102.34	102.08	101.55	101.99	0.40
28	102.79	102.35	101.74	102.29	0.53
29	103.03	102.56	102.78	102.79	0.24
30	103.47	102.56	103.95	103.33	0.71
31	103.36	102.57	104.32	103.42	0.88
32	103.65	103.11	104.62	103.79	0.77
33	104.56	103.19	104.23	103.99	0.72
34	104.33	103.46	104.27	104.02	0.49

ตารางภาคผนวก 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 75%* ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาทิตี่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	28.13	24.60	24.71	25.81	2.01
1	28.10	24.76	24.87	25.91	1.90
2	27.99	24.86	25.01	25.95	1.77
3	27.97	25.05	25.14	26.05	1.66
4	27.97	25.18	25.24	26.13	1.59
5	27.91	25.31	25.35	26.19	1.49
6	27.90	25.40	25.42	26.24	1.44
7	27.85	25.51	25.19	26.18	1.45
8	28.20	25.89	25.88	26.66	1.34
9	31.16	28.90	28.49	29.52	1.44
10	36.49	33.94	33.04	34.49	1.79
11	43.31	40.96	39.39	41.22	1.97
12	52.28	49.20	46.82	49.43	2.74
13	62.32	58.77	56.89	59.33	2.76
14	72.92	68.84	65.35	69.04	3.79
15	83.83	79.86	75.60	79.76	4.12
16	94.09	90.36	85.17	89.87	4.48
17	102.94	100.05	94.84	99.28	4.11
18	105.94	105.14	103.36	104.81	1.32
19	106.92	105.70	105.26	105.96	0.86
20	107.00	106.41	105.86	106.42	0.57
21	107.55	106.79	106.10	106.81	0.73
22	107.81	107.04	106.42	107.09	0.70
23	107.88	107.26	107.01	107.38	0.45
24	108.59	107.95	107.66	108.07	0.48
25	108.83	108.45	107.94	108.41	0.45
26	108.77	108.60	107.70	108.36	0.58
27	108.96	108.96	107.12	108.35	1.06
28	108.93	108.98	107.96	108.62	0.58
29	107.81	108.94	107.19	107.98	0.89
30	107.70	108.33	107.99	108.01	0.32

ตารางภาคผนวก 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 75%* ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.89	23.52	23.98	23.80	0.24
1	23.95	23.51	24.04	23.83	0.28
2	23.99	23.57	24.11	23.89	0.28
3	24.06	23.60	24.19	23.95	0.31
4	24.12	23.64	24.29	24.02	0.34
5	24.19	23.70	24.40	24.10	0.36
6	24.25	23.77	24.52	24.18	0.38
7	24.31	23.82	24.64	24.26	0.41
8	24.37	23.87	24.85	24.36	0.49
9	24.31	26.82	25.10	25.41	1.28
10	26.40	29.61	26.48	27.50	1.83
11	29.05	32.58	28.83	30.15	2.10
12	32.95	37.55	32.07	34.19	2.94
13	37.58	43.21	36.30	39.03	3.68
14	43.06	49.87	41.38	44.77	4.50
15	49.66	56.82	47.49	51.32	4.88
16	55.58	64.38	53.94	57.97	5.61
17	63.63	72.32	60.82	65.59	6.00
18	69.59	80.51	68.25	72.78	6.72
19	76.92	87.06	75.23	79.74	6.40
20	83.90	94.15	82.44	86.83	6.38
21	89.91	101.79	89.29	93.66	7.04
22	98.19	102.24	95.60	98.68	3.35
23	100.53	103.51	100.73	101.59	1.67
24	102.72	103.79	102.83	103.11	0.59
25	103.72	104.49	103.30	103.84	0.60
26	103.47	105.16	103.63	104.09	0.93
27	103.93	105.32	104.43	104.56	0.70
28	104.54	105.69	104.37	104.87	0.72
29	105.06	106.27	104.99	105.44	0.72
30	105.55	105.16	105.29	105.33	0.20
31	105.98	105.85	105.29	105.71	0.37
32	105.44	105.86	105.59	105.63	0.21
33	105.47	105.37	106.18	105.67	0.44
34	105.50	105.40	106.60	105.83	0.67
35	105.74	105.35	106.75	105.95	0.72

ตารางภาคผนวก 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 100%* ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.34	24.83	23.42	23.86	0.84
1	23.42	25.00	23.43	23.95	0.91
2	23.46	25.07	23.48	24.00	0.92
3	23.52	25.06	23.52	24.03	0.89
4	23.58	25.44	23.65	24.22	1.05
5	23.62	25.56	23.70	24.29	1.10
6	23.57	25.74	23.80	24.37	1.19
7	23.73	25.86	23.89	24.49	1.19
8	23.87	26.19	24.24	24.77	1.25
9	25.62	27.62	26.88	26.71	1.01
10	28.80	30.70	31.36	30.29	1.33
11	33.34	34.88	37.63	35.28	2.17
12	39.35	39.40	45.45	41.40	3.51
13	45.71	46.57	54.37	48.88	4.77
14	53.38	53.82	63.68	56.96	5.82
15	61.39	60.71	74.11	65.40	7.55
16	69.80	69.10	84.43	74.44	8.66
17	78.54	77.96	94.48	83.66	9.37
18	87.23	86.22	104.19	92.55	10.10
19	96.18	94.73	107.73	99.55	7.12
20	104.02	102.85	108.39	105.09	2.92
21	107.50	107.32	108.63	107.82	0.71
22	108.02	108.35	108.71	108.39	0.35
23	108.78	108.48	109.39	108.88	0.46
24	109.04	108.81	109.36	109.07	0.28
25	109.29	109.14	109.10	109.18	0.10
26	109.52	109.16	109.06	109.25	0.24
27	109.12	109.20	108.82	109.05	0.20
28	109.02	109.12	108.90	109.01	0.11
29	108.92	108.62	108.39	108.64	0.27

ตารางภาคผนวก 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ *กม.บ 100%* ที่ 760 เมตริกเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.21	25.03	25.66	24.63	1.27
1	23.23	25.03	25.70	24.65	1.28
2	23.25	25.05	25.71	24.67	1.27
3	23.28	25.08	25.71	24.67	1.26
4	23.30	25.15	25.71	27.72	1.26
5	23.33	25.16	25.71	24.73	1.25
6	23.35	25.16	25.71	24.74	1.23
7	23.37	25.16	25.71	24.75	1.22
8	23.61	25.23	25.77	24.87	1.12
9	25.00	26.53	27.53	26.35	1.27
10	27.63	29.04	30.84	29.17	1.61
11	31.74	32.64	35.18	33.19	1.78
12	36.62	37.44	40.74	38.27	2.18
13	41.88	43.18	47.16	44.17	2.75
14	48.44	49.48	54.25	50.72	3.10
15	55.29	56.26	61.67	57.74	3.44
16	62.26	63.49	69.49	65.08	3.87
17	69.94	71.31	78.30	73.18	4.48
18	77.31	78.96	86.33	80.87	4.80
19	85.00	86.30	93.61	88.30	4.64
20	92.95	93.47	100.21	95.54	4.05
21	99.12	99.51	103.95	100.86	2.68
22	103.73	104.06	105.08	104.29	0.70
23	104.61	105.34	105.77	105.24	0.59
24	105.13	105.70	105.96	105.60	0.42
25	105.85	105.32	106.60	105.92	0.64
26	106.19	106.21	106.88	106.43	0.39
27	106.34	106.32	107.48	106.71	0.66
28	107.03	107.94	107.48	107.48	0.46
29	107.86	107.00	106.72	106.72	0.59
30	107.05	106.97	106.72	106.72	0.17
31	107.07	106.84	106.79	106.79	0.15
32	106.95	106.83	106.79	106.79	0.08
33	106.66	106.68	106.64	106.64	0.02
34	106.66	106.68	106.47	106.47	0.12
35	106.37	106.46	106.21	106.21	0.13

ตารางภาคผนวก 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บพ. A25%** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	27.10	27.00	26.14	26.75	0.53
1	27.14	27.01	26.23	26.79	0.49
2	27.19	27.14	26.40	26.91	0.44
3	27.20	27.08	26.51	26.93	0.37
4	27.22	27.10	26.61	26.98	0.32
5	27.26	27.14	26.70	27.03	0.29
6	27.30	27.18	26.78	27.09	0.27
7	27.35	27.20	26.86	27.14	0.25
8	27.72	27.42	27.15	27.43	0.29
9	29.82	29.74	29.04	29.53	0.43
10	33.58	33.56	32.78	33.31	0.46
11	38.94	38.60	37.48	38.34	0.76
12	45.18	44.76	43.61	44.52	0.81
13	52.48	51.93	50.45	51.62	1.05
14	60.63	59.83	58.05	59.50	1.32
15	69.73	68.06	66.76	68.18	1.49
16	78.38	76.14	74.78	76.43	1.82
17	86.89	84.16	83.35	84.80	1.85
18	95.26	91.21	91.43	92.63	2.28
19	100.58	97.29	99.15	99.01	1.65
20	101.85	101.23	101.92	101.67	0.38
21	102.21	101.72	102.28	102.07	0.31
22	102.57	101.88	102.49	102.31	0.38
23	102.67	102.36	102.85	102.63	0.25
24	102.65	102.51	103.06	102.74	0.29
25	102.49	102.59	103.15	102.74	0.36
26	102.59	102.72	103.22	102.84	0.33
27	102.19	102.92	103.33	102.81	0.58
28	101.50	102.92	103.29	102.57	0.94
29	100.92	103.23	103.49	102.55	1.41

ตารางภาคผนวก 12 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บบ.A25%** ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.05	23.61	23.64	23.77	0.25
1	24.06	23.56	23.64	23.75	0.27
2	24.11	23.56	23.68	23.78	0.29
3	24.16	23.56	23.71	23.81	0.31
4	24.24	23.63	23.80	23.89	0.31
5	24.27	23.69	23.88	23.95	0.30
6	24.30	23.78	23.96	24.01	0.26
7	24.36	23.88	24.05	24.10	0.24
8	24.41	23.72	24.06	24.06	0.35
9	25.97	26.28	26.23	26.16	0.17
10	28.55	29.12	28.33	28.67	0.41
11	31.96	33.07	31.64	32.22	0.75
12	36.87	38.52	36.16	37.18	1.21
13	42.52	44.42	41.29	42.74	1.58
14	48.61	51.18	47.00	48.93	2.11
15	55.52	58.84	51.31	55.22	3.77
16	63.90	66.66	59.94	63.50	3.38
17	69.98	73.92	66.38	70.09	3.77
18	77.12	81.28	73.58	77.33	3.85
19	84.37	88.51	79.83	84.24	4.34
20	90.74	94.29	85.52	90.18	4.41
21	95.64	97.92	91.10	94.89	3.47
22	98.14	98.94	95.55	97.54	1.77
23	99.05	99.26	98.38	98.90	0.46
24	99.29	99.47	99.53	99.43	0.12
25	99.14	99.52	99.74	99.47	0.30
26	99.89	99.65	99.59	99.71	0.16
27	99.72	99.91	99.68	99.77	0.12
28	99.83	100.12	99.82	99.92	0.17
29	101.05	100.12	100.25	100.47	0.50
30	101.16	100.18	100.45	100.60	0.51
31	101.68	100.23	100.92	100.94	0.73
32	100.84	100.16	100.94	100.65	0.42
33	100.89	99.93	100.78	100.53	0.53
34	100.75	99.70	100.75	100.40	0.61
35	100.22	99.57	100.80	100.20	0.62

ตารางภาคผนวก 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บพ. A50%** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.69	26.82	26.11	26.54	0.38
1	26.70	26.85	26.14	26.56	0.37
2	26.74	26.89	26.18	26.60	0.37
3	26.75	26.90	26.20	26.62	0.37
4	26.76	26.62	26.22	26.53	0.28
5	26.79	26.94	26.24	26.66	0.37
6	26.80	26.98	26.28	26.69	0.36
7	26.85	27.00	26.30	26.72	0.37
8	27.35	27.78	26.98	27.37	0.40
9	29.54	29.98	29.42	29.65	0.29
10	33.11	34.13	33.14	33.46	0.58
11	37.99	39.06	38.79	38.61	0.56
12	44.21	45.18	45.42	44.94	0.64
13	51.88	51.96	52.91	52.25	0.57
14	59.43	59.64	61.54	60.20	1.16
15	67.88	67.64	70.62	68.71	1.66
16	76.54	76.14	79.69	77.46	1.94
17	85.63	84.24	89.07	86.31	2.49
18	93.72	91.95	98.01	94.56	3.12
19	98.65	98.82	102.82	100.10	2.36
20	102.35	102.66	103.26	102.76	0.46
21	104.05	103.10	103.85	103.67	0.50
22	104.23	103.70	104.05	103.99	0.27
23	104.50	103.81	104.44	104.25	0.38
24	104.80	104.03	104.80	104.51	0.44
25	104.72	104.32	105.36	104.80	0.52
26	104.96	104.50	105.06	104.84	0.30
27	104.14	104.55	105.51	104.73	0.70
28	104.72	104.98	105.44	105.05	0.36
29	104.69	104.78	105.62	105.03	0.51
30	104.72	104.83	105.08	104.88	0.18
31	104.37	104.50	105.27	104.71	0.49
32	104.32	104.14	105.02	104.49	0.46

ตารางภาคผนวก 14 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บ่น. A 50%** ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาทิตี่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.58	24.80	24.47	24.62	0.17
1	24.58	24.79	24.47	24.61	0.16
2	24.58	24.82	24.48	24.63	0.17
3	24.59	24.85	24.49	24.64	0.19
4	24.6	24.91	24.53	24.68	0.20
5	24.61	24.93	24.53	24.69	0.21
6	24.63	24.96	24.43	24.67	0.27
7	24.64	25.00	24.53	24.72	0.25
8	25.66	25.08	24.53	25.09	0.57
9	26.76	25.26	26.24	26.09	0.76
10	29.97	27.12	28.96	28.68	1.45
11	37.87	31.14	32.90	33.97	3.49
12	39.83	40.60	43.41	41.28	1.88
13	45.44	45.73	49.70	46.96	2.38
14	52.54	53.17	56.45	54.05	2.10
15	59.49	60.45	63.83	61.26	2.28
16	67.92	68.80	70.16	68.96	1.13
17	76.11	76.38	78.33	76.94	1.21
18	83.91	83.43	84.83	84.06	0.71
19	90.85	90.20	91.89	90.98	0.85
20	96.96	96.49	97.16	96.87	0.34
21	99.85	99.75	99.88	99.83	0.07
22	100.77	100.36	100.18	100.44	0.30
23	100.94	100.66	100.73	100.78	0.15
24	100.85	100.62	100.92	100.80	0.16
25	101.26	101.10	101.60	101.32	0.26
26	101.60	101.98	100.93	101.50	0.53
27	101.83	101.34	101.43	101.53	0.26
28	102.03	101.35	101.63	101.67	0.34
29	101.91	101.73	102.63	102.09	0.48
30	102.15	102.14	102.78	102.36	0.37
31	102.56	102.66	104.21	103.14	0.93
32	103.04	103.69	104.27	103.67	0.62
33	103.29	103.30	104.56	103.72	0.73
34	103.48	103.32	104.79	103.86	0.81
35	103.57	103.63	104.43	103.88	0.48

ตารางภาคผนวก 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บพ. A75%** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.12	26.24	26.68	26.01	0.80
1	25.16	26.26	26.70	26.04	0.79
2	25.18	26.28	26.74	26.07	0.80
3	25.20	26.30	26.78	26.09	0.81
4	25.55	26.30	26.82	26.22	0.64
5	25.24	26.36	26.86	26.15	0.83
6	25.30	26.40	26.90	26.20	0.82
7	25.34	26.44	26.96	26.25	0.83
8	25.85	27.10	27.33	26.76	0.80
9	28.49	29.03	29.15	28.89	0.35
10	32.62	33.27	33.68	33.19	0.53
11	37.87	38.97	39.75	38.86	0.94
12	44.28	45.89	46.66	45.61	1.21
13	51.96	54.82	54.62	53.80	1.60
14	60.09	63.67	63.47	62.41	2.01
15	69.27	73.35	71.55	71.39	2.04
16	77.35	82.93	88.48	82.92	5.57
17	85.94	92.43	96.99	91.79	5.55
18	94.40	101.05	103.12	99.52	4.56
19	101.30	105.12	104.98	103.80	2.17
20	104.50	105.32	105.60	105.14	0.57
21	105.00	105.77	105.79	105.52	0.45
22	105.49	106.55	106.23	106.09	0.54
23	105.55	106.78	107.07	106.47	0.81
24	105.93	107.18	107.70	106.91	0.91
25	106.55	107.56	108.55	107.55	1.00
26	106.84	108.24	108.22	107.77	0.80
27	108.02	108.63	108.59	108.41	0.34
28	108.19	108.96	108.61	108.59	0.39
29	108.89	108.94	108.91	108.91	0.03
30	108.96	108.77	108.53	108.75	0.22
31	108.95	108.65	108.05	108.55	0.46
32	108.79	108.51	107.48	108.26	0.69

ตารางภาคผนวก 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บ.บ. A 75%** ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	28.14	28.29	25.72	27.38	1.44
1	28.14	28.30	24.72	27.05	2.02
2	28.16	28.36	25.72	27.41	1.47
3	28.21	28.41	25.72	27.45	1.50
4	28.20	28.46	25.72	27.46	1.51
5	28.29	28.49	25.72	27.50	1.54
6	28.60	28.52	25.73	27.62	1.63
7	28.37	28.55	25.73	27.55	1.58
8	28.44	28.80	25.75	27.66	1.67
9	29.93	30.33	25.78	28.68	2.52
10	32.56	33.18	29.81	31.85	1.79
11	36.20	37.07	34.79	36.02	1.15
12	41.11	41.93	39.10	40.71	1.46
13	46.66	47.22	44.21	46.03	1.60
14	53.07	53.18	50.01	52.09	1.80
15	59.95	59.52	56.99	58.82	1.60
16	66.89	65.08	64.67	65.55	1.18
17	74.47	72.40	71.76	72.88	1.42
18	80.81	79.62	79.67	80.03	0.67
19	87.56	86.81	86.82	87.06	0.43
20	94.41	93.19	93.48	93.69	0.64
21	99.42	98.87	99.40	99.23	0.31
22	101.84	101.53	102.16	101.84	0.32
23	102.36	101.63	102.75	102.25	0.57
24	102.69	101.63	102.96	102.43	0.70
25	103.28	103.03	103.49	103.27	0.23
26	102.96	103.10	103.68	103.25	0.38
27	103.68	103.16	103.75	103.53	0.32
28	104.01	103.63	104.36	104.19	0.25
29	104.39	104.22	104.29	104.30	0.09
30	104.53	104.34	104.80	104.56	0.23
31	105.56	104.92	105.14	105.21	0.33
32	105.25	104.18	105.41	104.95	0.67
33	105.00	105.70	105.15	105.28	0.37
34	105.46	105.96	105.12	105.51	0.42
35	105.50	105.98	105.52	105.67	0.27

ตารางภาคผนวก 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ **บม. A100%** ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.50	25.40	25.28	25.39	0.11
1	25.54	26.44	25.32	25.77	0.59
2	25.57	25.47	25.36	25.47	0.11
3	25.60	25.50	25.38	25.49	0.11
4	25.63	25.55	25.42	25.53	0.11
5	25.65	25.58	25.44	25.56	0.11
6	25.70	25.60	25.47	25.59	0.12
7	25.71	25.64	25.50	25.62	0.11
8	26.50	26.76	26.22	26.49	0.27
9	27.99	28.85	28.70	28.51	0.46
10	33.02	32.67	32.96	32.88	0.19
11	38.51	37.70	38.94	38.38	0.63
12	45.50	44.20	46.00	45.23	0.93
13	53.53	51.08	54.03	52.88	1.58
14	62.59	58.94	62.85	61.46	2.19
15	71.90	67.79	72.53	70.74	2.57
16	81.66	76.29	82.02	79.99	3.21
17	90.94	84.68	91.35	88.99	3.74
18	100.65	93.26	100.35	98.09	4.18
19	107.23	101.00	106.70	104.98	3.45
20	108.17	106.30	107.65	107.37	0.97
21	108.56	107.51	108.13	108.07	0.53
22	109.18	108.12	108.45	108.58	0.54
23	109.36	108.48	109.18	109.01	0.46
24	109.95	108.90	109.58	109.48	0.53
25	109.46	109.37	109.71	109.51	0.18
26	109.24	109.63	109.09	109.32	0.28
27	109.06	109.97	109.26	109.46	0.48
28	109.16	109.19	109.23	109.19	0.04
29	109.12	109.17	109.09	109.13	0.04
30	109.16	109.04	109.06	109.09	0.06
31	109.35	108.90	108.83	109.03	0.28
32	108.97	109.94	108.23	109.05	0.86
33	108.90	108.87	107.83	108.53	0.61
34	108.67	108.47	107.43	108.19	0.67
35	107.89	107.94	106.29	107.37	0.94

ตารางภาคผนวก 18 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บน A 100% ที่ 760 มมปรอทเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.71	22.83	24.60	24.05	1.06
1	24.71	22.83	24.64	24.06	1.07
2	24.70	22.84	24.64	24.06	1.06
3	24.68	22.85	24.64	24.06	1.05
4	24.65	22.85	24.65	24.05	1.04
5	24.64	22.85	24.67	24.05	1.04
6	24.61	22.86	24.68	24.05	1.03
7	24.60	22.86	24.69	24.05	1.03
8	24.85	22.93	24.93	24.24	1.13
9	26.55	25.27	26.99	26.27	0.89
10	29.98	28.84	30.79	29.87	0.98
11	34.63	33.15	36.48	34.75	1.67
12	40.55	38.98	42.65	40.73	1.84
13	47.58	46.21	50.58	48.12	2.24
14	55.20	54.18	58.58	55.99	2.30
15	63.22	62.85	67.28	64.45	2.46
16	71.99	71.96	76.50	73.48	2.61
17	81.10	81.00	85.35	82.48	2.48
18	90.29	89.18	94.45	91.31	2.78
19	98.87	97.97	101.21	99.35	1.67
20	104.52	103.87	104.30	104.23	0.33
21	105.23	104.76	104.88	104.96	0.24
22	105.53	105.08	105.48	105.36	0.25
23	105.70	105.60	105.86	105.72	0.13
24	106.01	105.89	106.47	106.12	0.31
25	106.31	106.38	106.91	106.53	0.33
26	106.90	106.69	106.96	106.85	0.14
27	106.75	106.93	106.94	106.57	0.11
28	106.68	106.66	106.55	106.63	0.07
29	106.96	106.63	106.52	106.7	0.23
30	106.82	106.56	106.58	106.65	0.14
31	106.76	106.50	106.38	106.55	0.19
32	106.34	106.75	106.29	106.46	0.25
33	105.93	106.38	106.09	106.13	0.23
34	105.51	105.80	105.73	105.68	0.15

ตารางภาคผนวก 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 25% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	27.10	27.00	26.14	26.75	0.53
1	27.14	27.01	26.23	26.79	0.49
2	27.19	27.14	26.40	26.91	0.44
3	27.20	27.08	26.51	26.93	0.37
4	27.22	27.10	26.61	26.98	0.32
5	27.26	27.14	26.70	27.03	0.29
6	27.30	27.18	26.78	27.09	0.27
7	27.35	27.20	26.86	27.14	0.25
8	27.72	27.42	27.15	27.43	0.29
9	29.82	29.74	29.04	29.53	0.43
10	33.58	33.56	32.78	33.31	0.46
11	38.94	38.60	37.48	38.34	0.76
12	45.18	44.76	43.61	44.52	0.81
13	52.48	51.93	50.45	51.62	1.05
14	60.63	59.83	58.05	59.50	1.32
15	69.73	68.06	66.76	68.18	1.49
16	78.38	76.14	74.78	76.43	1.82
17	86.89	84.16	83.35	84.80	1.85
18	95.26	91.21	91.43	92.63	2.28
19	100.58	97.29	99.15	99.01	1.65
20	101.85	101.23	101.92	101.67	0.38
21	102.21	101.72	102.28	102.07	0.31
22	102.57	101.88	102.49	102.31	0.38
23	102.67	102.36	102.85	102.63	0.25
24	102.65	102.51	103.06	102.74	0.29
25	102.49	102.59	103.15	102.74	0.36
26	102.59	102.72	103.22	102.84	0.33
27	102.19	102.92	103.33	102.81	0.58
28	101.50	102.92	103.29	102.57	0.94
29	100.92	103.23	103.49	102.55	1.41

ตารางภาคผนวก 20 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 25% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.81	24.83	24.38	24.67	0.25
1	24.80	24.94	24.38	24.71	0.29
2	24.80	25.02	24.38	24.73	0.33
3	24.86	25.11	24.44	24.80	0.34
4	24.90	25.09	24.44	24.81	0.33
5	24.93	25.26	24.45	24.88	0.41
6	24.95	25.35	24.48	24.93	0.44
7	24.98	25.42	24.49	24.96	0.47
8	25.04	25.49	24.55	25.03	0.47
9	28.48	28.83	26.34	27.88	1.35
10	30.92	32.77	29.32	31.00	1.73
11	41.19	35.53	33.40	36.71	4.03
12	46.08	40.04	38.54	41.55	3.99
13	53.18	47.30	44.50	48.33	4.43
14	61.73	53.89	51.39	55.67	5.39
15	70.80	61.05	65.53	65.79	4.88
16	79.32	68.20	73.25	73.59	5.57
17	87.66	75.33	82.99	81.99	6.23
18	95.08	82.78	84.43	87.43	6.68
19	99.11	89.35	87.74	92.07	6.15
20	99.64	95.15	93.44	96.08	3.20
21	100.13	98.84	98.16	99.04	1.00
22	99.85	99.51	99.22	99.53	0.32
23	100.25	100.12	99.38	99.92	0.47
24	100.52	100.40	99.50	100.14	0.56
25	100.37	100.87	100.07	100.44	0.40
26	100.46	100.65	100.03	100.38	0.32
27	100.59	101.14	100.09	100.61	0.53
28	100.85	101.49	100.67	101.00	0.43
29	101.50	101.34	100.22	101.02	0.70
30	101.37	101.60	100.65	101.21	0.50
31	101.14	102.04	101.07	101.42	0.54
32	101.10	101.83	101.26	101.40	0.38
33	100.37	101.25	101.44	101.02	0.57
34	99.81	101.24	101.29	100.78	0.84
35	98.67	101.53	101.05	100.42	1.53

ตารางภาคผนวก 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 50% ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.69	26.82	26.11	26.54	0.38
1	26.70	26.85	26.14	26.56	0.37
2	26.74	26.89	26.18	26.60	0.37
3	26.75	26.90	26.20	26.62	0.37
4	26.76	26.62	26.22	26.53	0.28
5	26.79	26.94	26.24	26.66	0.37
6	26.80	26.98	26.28	26.69	0.36
7	26.85	27.00	26.30	26.72	0.37
8	27.35	27.78	26.98	27.37	0.40
9	29.54	29.98	29.42	29.65	0.29
10	33.11	34.13	33.14	33.46	0.58
11	37.99	39.06	38.79	38.61	0.56
12	44.21	45.18	45.42	44.94	0.64
13	51.88	51.96	52.91	52.25	0.57
14	59.43	59.64	61.54	60.20	1.16
15	67.88	67.64	70.62	68.71	1.66
16	76.54	76.14	79.69	77.46	1.94
17	85.63	84.24	89.07	86.31	2.49
18	93.72	91.95	98.01	94.56	3.12
19	98.65	98.82	102.82	100.10	2.36
20	102.35	102.66	103.26	102.76	0.46
21	104.05	103.10	103.85	103.67	0.50
22	104.23	103.70	104.05	103.99	0.27
23	104.50	103.81	104.44	104.25	0.38
24	104.80	104.03	104.80	104.51	0.44
25	104.72	104.32	105.36	104.80	0.52
26	104.96	104.50	105.06	104.84	0.30
27	104.14	104.55	105.51	104.73	0.70
28	104.72	104.98	105.44	105.05	0.36
29	104.69	104.78	105.62	105.03	0.51
30	104.72	104.83	105.08	104.88	0.18
31	104.37	104.50	105.27	104.71	0.49
32	104.32	104.14	105.02	104.49	0.46

ตารางภาคผนวก 22 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 50% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	22.65	23.08	23.53	23.09	0.44
1	22.65	23.10	23.55	23.10	0.45
2	22.65	23.16	23.57	23.13	0.46
3	22.64	23.27	23.58	23.16	0.48
4	22.64	23.37	23.60	23.20	0.50
5	22.64	23.49	23.61	23.25	0.53
6	22.63	23.59	23.63	23.28	0.57
7	22.63	23.69	23.65	23.32	0.60
8	22.63	23.79	23.66	23.36	0.64
9	26.46	23.90	25.11	25.16	1.28
10	30.13	23.96	29.43	27.84	3.38
11	34.62	30.85	34.14	33.20	2.05
12	40.16	36.32	39.83	38.77	2.13
13	51.49	43.31	46.37	47.06	4.13
14	52.15	50.82	53.21	52.06	1.20
15	61.39	59.73	61.23	60.78	0.92
16	66.55	68.63	69.14	68.11	1.37
17	74.18	77.73	77.12	76.34	1.90
18	84.41	86.77	84.65	85.28	1.30
19	91.31	93.37	91.25	91.98	1.21
20	95.49	100.32	97.74	97.85	2.42
21	100.30	101.14	100.62	100.69	0.42
22	101.19	101.34	100.85	101.13	0.25
23	102.07	101.65	101.80	101.84	0.21
24	102.66	101.87	101.70	102.08	0.51
25	102.81	101.95	101.87	102.21	0.52
26	102.76	102.08	102.59	102.48	0.35
27	103.16	102.58	102.56	102.77	0.34
28	103.69	102.71	102.35	102.92	0.69
29	103.55	103.00	103.41	103.32	0.29
30	103.59	103.34	103.84	103.59	0.25
31	104.18	103.60	103.89	103.89	0.29
32	103.93	104.27	104.11	104.10	0.17
33	104.27	104.56	104.25	104.36	0.17
34	104.21	102.37	104.16	103.58	1.05
35	103.91	102.93	104.10	103.65	0.63

ตารางภาคผนวก 23 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 75% ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.12	26.24	26.68	26.01	0.80
1	25.16	26.26	26.70	26.04	0.79
2	25.18	26.28	26.74	26.07	0.80
3	25.20	26.30	26.78	26.09	0.81
4	25.55	26.30	26.82	26.22	0.64
5	25.24	26.36	26.86	26.15	0.83
6	25.30	26.40	26.90	26.20	0.82
7	25.34	26.44	26.96	26.25	0.83
8	25.85	27.10	27.33	26.76	0.80
9	28.49	29.03	29.15	28.89	0.35
10	32.62	33.27	33.68	33.19	0.53
11	37.87	38.97	39.75	38.86	0.94
12	44.28	45.89	46.66	45.61	1.21
13	51.96	54.82	54.62	53.80	1.60
14	60.09	63.67	63.47	62.41	2.01
15	69.27	73.35	71.55	71.39	2.04
16	77.35	82.93	88.48	82.92	5.57
17	85.94	92.43	96.99	91.79	5.55
18	94.40	101.05	103.12	99.52	4.56
19	101.30	105.12	104.98	103.80	2.17
20	104.50	105.32	105.60	105.14	0.57
21	105.00	105.77	105.79	105.52	0.45
22	105.49	106.55	106.23	106.09	0.54
23	105.55	106.78	107.07	106.47	0.81
24	105.93	107.18	107.70	106.91	0.91
25	106.55	107.56	108.55	107.55	1.00
26	106.84	108.24	108.22	107.77	0.80
27	108.02	108.63	108.59	108.41	0.34
28	108.19	108.96	108.61	108.59	0.39
29	108.89	108.94	108.91	108.91	0.03
30	108.96	108.77	108.53	108.75	0.22
31	108.95	108.65	108.05	108.55	0.46
32	108.79	108.51	107.48	108.26	0.69

ตารางภาคผนวก 24 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 75% ที่ 760 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	X (°C)	SD
0	23.99	23.55	23.78	23.77	0.22
1	24.00	23.61	23.81	23.81	0.20
2	24.02	23.67	23.88	23.86	0.18
3	24.05	23.68	23.96	23.90	0.19
4	24.10	23.72	24.07	23.96	0.21
5	24.12	23.84	24.17	24.04	0.18
6	24.13	23.89	24.25	24.09	0.18
7	24.16	23.94	24.34	24.15	0.20
8	24.22	24.02	24.48	24.24	0.23
9	26.12	23.55	27.12	25.60	1.84
10	29.40	31.07	30.22	30.23	0.84
11	33.76	33.62	34.91	34.10	0.71
12	37.30	37.15	39.93	38.13	1.56
13	42.29	41.99	46.90	43.73	2.75
14	49.26	47.76	53.93	50.32	3.22
15	55.56	53.81	62.04	57.14	4.34
16	63.64	60.38	70.07	64.70	4.93
17	69.77	67.74	78.33	71.95	5.62
18	77.26	73.32	86.60	79.06	6.82
19	84.04	80.99	94.90	86.64	7.31
20	90.89	85.48	100.05	92.14	7.36
21	95.91	91.24	102.89	96.68	5.86
22	101.21	95.99	103.57	100.26	3.88
23	102.29	98.81	104.36	101.82	2.80
24	103.00	99.37	104.45	102.27	2.62
25	103.14	100.20	104.96	102.77	2.40
26	103.50	102.40	105.26	103.72	1.44
27	103.93	102.87	105.57	104.12	1.36
28	104.39	103.65	105.25	104.43	0.80
29	104.58	103.75	105.55	104.63	0.90
30	104.86	104.37	105.74	104.99	0.69
31	105.06	105.14	105.48	105.23	0.22
32	105.64	105.34	105.31	105.43	0.18
33	105.76	105.72	104.68	105.39	0.61
34	105.80	105.43	104.14	105.12	0.87
35	105.72	105.17	104.07	104.99	0.84

ตารางภาคผนวก 25 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 100% ที่ ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.50	25.40	25.28	25.39	0.11
1	25.54	26.44	25.32	25.77	0.59
2	25.57	25.47	25.36	25.47	0.11
3	25.60	25.50	25.38	25.49	0.11
4	25.63	25.55	25.42	25.53	0.11
5	25.65	25.58	25.44	25.56	0.11
6	25.70	25.60	25.47	25.59	0.12
7	25.71	25.64	25.50	25.62	0.11
8	26.50	26.76	26.22	26.49	0.27
9	27.99	28.85	28.70	28.51	0.46
10	33.02	32.67	32.96	32.88	0.19
11	38.51	37.70	38.94	38.38	0.63
12	45.50	44.20	46.00	45.23	0.93
13	53.53	51.08	54.03	52.88	1.58
14	62.59	58.94	62.85	61.46	2.19
15	71.90	67.79	72.53	70.74	2.57
16	81.66	76.29	82.02	79.99	3.21
17	90.94	84.68	91.35	88.99	3.74
18	100.65	93.26	100.35	98.09	4.18
19	107.23	101.00	106.70	104.98	3.45
20	108.17	106.30	107.65	107.37	0.97
21	108.56	107.51	108.13	108.07	0.53
22	109.18	108.12	108.45	108.58	0.54
23	109.36	108.48	109.18	109.01	0.46
24	109.95	108.90	109.58	109.48	0.53
25	109.46	109.37	109.71	109.51	0.18
26	109.24	109.63	109.09	109.32	0.28
27	109.06	109.97	109.26	109.46	0.48
28	109.16	109.19	109.23	109.19	0.04
29	109.12	109.17	109.09	109.13	0.04
30	109.16	109.04	109.06	109.09	0.06
31	109.35	108.90	108.83	109.03	0.28
32	108.97	109.94	108.23	109.05	0.86
33	108.90	108.87	107.83	108.53	0.61
34	108.67	108.47	107.43	108.19	0.67
35	107.89	107.94	106.29	107.37	0.94

ตารางภาคผนวก 26 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บย. A 100% ที่ 760 มม.ปรอทในระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.11	25.31	25.42	24.95	0.73
1	24.14	25.41	25.44	25.00	0.74
2	24.17	25.50	25.46	24.04	0.76
3	24.20	25.59	25.48	25.09	0.77
4	24.22	25.65	25.50	25.12	0.79
5	24.25	25.75	25.52	25.17	0.81
6	24.29	25.79	25.54	25.21	0.80
7	24.31	25.81	25.55	25.22	0.80
8	24.62	25.98	25.86	25.49	0.75
9	27.17	26.23	28.42	27.27	1.10
10	31.79	32.19	32.53	32.17	0.37
11	37.79	37.22	38.58	37.86	0.68
12	45.37	43.41	45.65	44.81	1.22
13	53.77	51.32	53.66	52.92	1.38
14	62.86	58.83	62.65	61.45	2.27
15	72.80	67.20	71.89	70.63	3.01
16	82.16	76.09	81.20	79.82	3.26
17	91.37	84.80	90.23	88.80	3.51
18	100.04	93.14	98.77	97.32	3.67
19	105.05	100.53	104.05	103.21	2.37
20	105.66	104.39	105.25	105.10	0.65
21	106.00	105.16	105.50	105.55	0.42
22	106.46	105.61	106.05	106.04	0.43
23	106.88	105.65	106.38	106.30	0.62
24	106.93	106.42	107.08	103.81	0.35
25	106.84	106.51	106.21	106.52	0.32
26	106.66	107.98	106.96	107.20	0.69
27	106.60	107.07	106.72	106.80	0.24
28	106.60	106.90	106.68	106.73	0.16
29	106.83	106.60	106.89	106.77	0.15
30	106.65	106.25	106.70	106.53	0.25
31	106.53	106.59	106.63	106.58	0.05
32	106.28	106.55	106.55	106.46	0.16
33	105.98	106.59	106.05	106.21	0.33
34	105.56	106.23	105.39	105.73	0.44

ตารางภาคผนวก 27 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 25% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.24	25.18	22.73	24.72	1.80
1	26.37	25.16	22.77	24.77	1.83
2	26.35	25.18	22.79	24.77	1.81
3	26.35	25.26	22.83	24.81	1.80
4	25.36	25.3	22.89	24.52	1.41
5	25.37	25.37	22.98	24.57	1.38
6	25.37	25.4	23.11	24.63	1.31
7	26.38	25.46	23.25	25.03	1.61
8	28.73	28.67	26.53	27.98	1.25
9	32.58	33.96	31.48	32.67	1.24
10	38.59	41.23	38.65	39.49	1.51
11	45.98	49.93	47.47	47.79	1.99
12	54.2	59.99	57.29	57.16	2.90
13	63.74	70.66	67.73	67.38	3.47
14	72.84	81.03	78.48	77.45	4.19
15	82.3	90.99	88.21	87.17	4.44
16	90.59	99.32	97.08	95.66	4.53
17	98.71	102.82	102.89	101.47	2.39
18	102.97	103.33	103.98	103.43	0.51
19	104.07	103.09	103.99	103.72	0.54
20	103.72	103.52	104.79	104.01	0.68
21	103.68	103.52	104.69	103.96	0.63
22	103.88	103.58	104.72	104.06	0.59
23	104.12	103.3	104.88	104.10	0.79
24	104.36	103.59	104.9	104.28	0.66
25	104.63	103.61	104.86	104.37	0.67
26	104.53	104.11	105.15	104.60	0.52
27	104.55	103.55	105.1	104.40	0.79
28	104.73	102.62	104.55	103.97	1.17
29	104.69	101.85	104.5	103.68	1.59

ตารางภาคผนวก 28 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 25% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	22.94	23.62	25.28	23.95	1.20
1	22.96	23.62	25.29	23.96	1.20
2	22.96	23.62	25.31	23.96	1.21
3	22.95	23.62	25.31	23.96	1.22
4	22.92	23.62	25.32	23.95	1.23
5	22.92	23.62	25.34	23.96	1.25
6	22.91	23.62	25.35	23.96	1.26
7	22.89	23.62	25.25	23.92	1.21
8	23.04	23.73	25.37	24.05	1.20
9	25.10	25.21	28.14	26.15	1.72
10	28.91	27.67	31.51	29.36	1.96
11	33.79	31.34	35.90	33.68	2.28
12	40.04	36.11	41.81	39.32	2.92
13	46.96	41.68	48.65	45.76	3.64
14	54.70	47.64	56.30	52.88	4.61
15	63.19	54.10	63.96	60.42	5.48
16	71.02	61.35	72.54	68.30	6.07
17	79.29	67.52	80.59	75.80	7.20
18	86.73	73.04	88.25	82.67	8.38
19	93.80	79.31	95.04	89.38	8.75
20	98.87	83.84	98.56	93.76	8.59
21	100.06	88.13	99.39	95.86	6.70
22	100.30	92.27	99.22	97.26	4.36
23	100.33	96.02	99.84	98.73	2.36
24	100.59	97.30	99.69	99.19	1.70
25	100.64	99.10	100.05	99.93	0.78
26	100.80	98.03	100.22	99.68	1.46
27	100.41	99.16	100.12	99.90	0.65
28	101.15	100.17	100.05	100.46	0.60
29	101.38	100.32	99.98	100.56	0.73
30	101.68	100.72	100.33	100.91	0.69
31	101.26	100.98	99.81	100.68	0.77
32	101.18	100.08	100.51	100.59	0.55
33	101.11	100.58	100.50	100.73	0.33
34	101.06	100.10	99.79	100.32	0.66
35	100.98	100.04	97.72	99.58	1.68

ตารางภาคผนวก 29 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 50% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.37	27.36	25.19	25.64	1.54
1	24.40	27.25	25.16	25.60	1.48
2	24.46	27.15	25.14	25.58	1.40
3	24.44	27.14	25.11	25.56	1.41
4	24.45	27.05	25.09	25.53	1.35
5	24.47	27.01	25.06	25.51	1.33
6	24.54	27.01	25.06	25.54	1.30
7	24.60	27.01	25.06	25.56	1.28
8	24.76	27.06	25.2	25.67	1.22
9	24.80	29.37	26.78	26.98	2.29
10	28.04	34.1	32.24	31.46	3.10
11	33.27	41.33	41.63	38.74	4.74
12	40.10	48.15	47.85	45.37	4.56
13	48.53	57.25	57.35	54.38	5.06
14	57.76	66.92	66.87	63.85	5.27
15	67.89	77	77.61	74.17	5.44
16	77.92	87.16	87.02	84.03	5.29
17	87.83	96.26	96.9	93.66	5.06
18	96.55	103.36	102.87	100.93	3.80
19	103.89	104.69	103.57	104.05	0.58
20	105.15	105.05	103.82	104.67	0.74
21	105.82	105.16	104.15	105.04	0.84
22	106.05	105.44	104.18	105.22	0.95
23	106.60	106.19	104.49	105.76	1.12
24	106.87	106.48	104.75	106.03	1.13
25	105.68	106.56	105.45	105.90	0.59
26	105.79	106.45	105.83	106.02	0.37
27	106.09	106.67	106.31	106.36	0.29
28	106.27	106.48	106.29	106.35	0.12
29	106.68	106.36	106	106.35	0.34
30	106.92	105.64	106.07	106.21	0.65
31	107.69	105.53	104.33	105.85	1.70

ตารางภาคผนวก 30 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 50% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.16	22.69	25.08	23.98	1.21
1	24.15	22.69	25.08	23.97	1.20
2	24.17	22.7	25.08	23.98	1.20
3	24.22	22.71	25.08	24.00	1.20
4	24.25	22.72	25.08	24.02	1.20
5	24.30	22.73	25.06	24.03	1.19
6	24.33	22.74	25.04	24.04	1.18
7	24.33	22.75	25.01	24.03	1.16
8	24.39	23.00	25.14	24.18	1.09
9	25.70	24.91	28.28	26.30	1.76
10	29.66	28.64	32.18	30.16	1.82
11	32.98	33.60	38.12	34.90	2.81
12	38.09	39.52	44.72	40.78	3.49
13	44.18	46.13	52.77	47.69	4.50
14	50.94	52.77	61.27	54.99	5.51
15	58.08	60.21	70.32	62.87	6.54
16	66.04	67.48	79.46	70.99	7.37
17	73.61	75.23	87.97	78.94	7.86
18	81.11	81.39	94.77	85.76	7.81
19	88.27	86.80	100.53	91.87	7.54
20	95.03	92.00	101.39	96.14	4.79
21	99.71	97.16	102.60	99.82	2.72
22	101.06	101.28	102.70	101.68	0.89
23	102.00	101.53	102.82	102.12	0.65
24	102.05	102.30	102.94	102.43	0.46
25	102.96	102.26	103.16	102.79	0.47
26	102.59	102.49	103.64	102.91	0.64
27	103.48	102.26	103.66	103.13	0.76
28	102.75	102.76	103.58	103.03	0.48
29	103.18	103.20	104.14	103.51	0.55
30	103.78	103.21	104.39	103.79	0.59
31	103.99	103.33	104.08	103.80	0.41
32	104.32	103.56	103.83	103.90	0.39
33	103.82	103.91	103.58	103.77	0.17
34	104.33	104.47	102.24	103.68	1.25
35	104.16	104.60	101.71	103.49	1.56

ตารางภาคผนวก 31 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 75% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.09	26.7	25.02	25.60	0.95
1	25.02	25.9	25.9	25.61	0.51
2	25.04	26.92	25.91	25.96	0.94
3	25.08	26.86	25.84	25.93	0.89
4	25.14	26.83	25.79	25.92	0.85
5	25.2	26.75	25.78	25.91	0.78
6	25.22	26.75	25.71	25.89	0.78
7	25.26	26.71	25.71	25.89	0.74
8	25.77	26.68	25.76	26.07	0.53
9	27.86	28.02	27.01	27.63	0.54
10	31.2	30.92	29.71	30.61	0.79
11	35.87	35.41	33.87	35.05	1.05
12	41.55	40.92	39.09	40.52	1.28
13	48.31	47.57	45.53	47.14	1.44
14	56.27	54.87	52.59	54.58	1.86
15	64.64	62.79	60.47	62.63	2.09
16	73.47	71.27	68.94	71.23	2.27
17	82	79.73	77.43	79.72	2.29
18	91.71	87.86	85.81	88.46	3.00
19	101.02	95.46	93.99	96.82	3.71
20	106.18	102.12	101.26	103.19	2.63
21	106.98	105.43	105.42	105.94	0.90
22	107.28	105.77	106.36	106.47	0.76
23	107.85	106.17	106.86	106.96	0.84
24	108.2	106.47	107.3	107.32	0.87
25	108.26	106.28	107.75	107.43	1.03
26	108.89	106.68	108.13	107.90	1.12
27	108.74	107.72	108.38	108.28	0.52
28	108.96	107.69	108.86	108.50	0.71
29	108.89	108.27	108.96	108.71	0.38
30	108.86	108.3	108.9	108.69	0.34
31	108.87	108.91	108.87	108.88	0.02
32	107.5	108.96	108.98	108.48	0.85
33	106.27	108.9	108.99	108.05	1.55
34	104.78	108.88	108.86	107.51	2.36

ตารางภาคผนวก 32 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 75% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.35	26.12	24.76	25.08	0.93
1	24.36	26.16	24.75	25.09	0.95
2	24.41	26.24	24.75	25.13	0.97
3	24.46	26.30	24.75	25.17	0.99
4	24.50	26.49	24.76	25.25	1.08
5	24.55	26.46	24.77	25.26	1.05
6	24.60	26.57	24.78	25.32	1.09
7	24.63	26.61	24.78	25.34	1.10
8	24.67	26.66	24.80	25.38	1.11
9	26.72	28.35	26.95	27.34	0.88
10	29.81	31.40	30.94	30.72	0.82
11	34.32	35.42	35.96	35.23	0.84
12	39.87	40.29	42.70	40.95	1.53
13	46.63	45.58	49.78	47.33	2.19
14	53.52	52.00	57.96	54.49	3.10
15	61.71	58.42	66.21	62.11	3.91
16	69.50	65.65	74.22	69.79	4.29
17	77.70	73.32	82.39	77.80	4.54
18	85.83	80.78	90.28	85.63	4.75
19	93.72	86.06	97.80	92.53	5.96
20	99.58	91.19	102.22	97.66	5.76
21	102.38	95.29	102.78	100.15	4.21
22	102.90	97.50	103.70	101.37	3.37
23	103.45	99.93	103.75	102.38	2.12
24	103.30	100.90	104.68	102.96	1.91
25	103.53	102.89	104.51	103.64	0.82
26	104.08	103.46	104.89	104.14	0.72
27	105.05	103.45	105.24	104.58	0.98
28	105.10	103.02	105.18	104.43	1.22
29	105.53	103.46	105.46	104.82	1.18
30	105.81	103.35	105.68	104.95	1.38
31	105.16	104.32	105.38	104.95	0.56
32	105.06	105.17	105.59	105.27	0.28
33	105.39	105.38	105.19	105.32	0.11
34	105.46	105.12	105.13	105.24	0.19
35	105.53	105.08	105.12	105.24	0.25

ตารางภาคผนวก 33 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 100% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	21.15	26.81	24.32	24.09	2.84
1	21.18	26.88	24.33	24.13	2.86
2	21.21	26.97	24.35	24.18	2.88
3	21.28	27.15	24.40	24.28	2.94
4	21.31	27.26	24.44	24.34	2.98
5	21.35	27.35	24.48	24.39	3.00
6	21.40	27.40	24.53	24.44	3.00
7	21.45	27.43	24.58	24.49	2.99
8	27.58	30.76	27.46	28.60	1.87
9	31.59	37.01	32.58	33.73	2.89
10	37.04	44.80	39.99	40.61	3.92
11	43.93	54.50	48.74	49.06	5.29
12	52.04	65.06	58.25	58.45	6.51
13	61.15	76.43	68.98	68.85	7.64
14	71.02	87.62	79.83	79.49	8.31
15	80.52	98.42	90.32	89.75	8.96
16	89.70	106.48	100.58	98.92	8.51
17	98.50	108.00	107.05	104.52	5.23
18	105.64	108.57	108.37	107.53	1.64
19	107.50	108.97	108.72	108.40	0.79
20	107.83	109.41	109.43	108.89	0.92
21	108.29	109.30	109.11	108.90	0.54
22	108.40	109.15	109.33	108.96	0.49
23	108.41	108.89	108.97	108.76	0.30
24	108.00	108.84	108.83	108.56	0.48
25	106.09	108.15	108.56	107.60	1.32
26	105.84	107.73	108.49	107.35	1.36
27	102.50	105.91	108.45	105.62	2.99
28	99.68	104.62	108.28	104.19	4.32

ตารางภาคผนวก 34 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1A 100% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.82	24.64	25.82	25.09	0.64
1	24.78	24.71	25.82	25.1	0.62
2	24.75	24.84	25.82	25.14	0.59
3	24.73	24.95	25.82	25.17	0.58
4	24.72	25.05	25.81	25.19	0.56
5	24.69	25.12	25.80	25.2	0.56
6	24.67	25.20	25.80	25.22	0.57
7	24.65	25.28	25.79	25.24	0.57
8	24.71	25.43	25.81	25.32	0.56
9	26.31	27.09	27.12	26.84	0.46
10	29.44	29.79	29.47	29.57	0.19
11	34.24	33.75	32.85	33.61	0.71
12	39.89	38.60	37.43	38.64	1.23
13	46.67	44.31	42.48	44.49	2.10
14	54.12	50.16	48.36	50.88	2.95
15	62.27	57.41	54.60	58.09	3.88
16	70.62	64.42	61.65	65.56	4.59
17	78.73	71.91	69.79	73.48	4.67
18	87.10	78.84	75.95	80.63	5.79
19	95.10	86.72	83.09	88.3	6.16
20	101.61	93.74	89.67	95.01	6.07
21	104.75	99.60	96.12	100.16	4.34
22	105.44	104.41	101.69	103.85	1.94
23	105.76	105.53	104.53	105.27	0.65
24	106.17	105.51	105.24	105.64	0.48
25	106.53	105.91	105.62	106.02	0.46
26	106.67	105.68	106.05	106.13	0.50
27	106.94	106.16	106.62	106.57	0.39
28	106.66	106.51	106.48	106.55	0.10
29	106.55	106.26	106.97	106.59	0.36
30	106.60	106.69	106.18	106.49	0.27
31	106.47	106.74	106.25	106.49	0.25
32	106.79	106.35	106.89	106.68	0.29
33	106.43	106.52	106.23	106.39	0.15
34	106.22	106.48	106.01	106.24	0.24
35	105.82	106.19	105.59	105.87	0.30

ตารางภาคผนวก 35 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 25% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาทิตี่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.40	26.53	25.47	26.00	0.75
1	25.41	26.53	25.49	26.01	0.74
2	25.41	26.48	25.55	26.02	0.66
3	25.4	26.45	25.58	26.02	0.62
4	25.43	26.35	25.62	25.99	0.52
5	25.42	26.32	25.64	25.98	0.48
6	25.42	26.29	25.66	25.98	0.45
7	25.43	26.19	25.69	25.94	0.35
8	25.56	26.35	25.9	26.13	0.32
9	27.68	28.69	27.82	28.26	0.62
10	31.16	32.77	31.45	32.11	0.93
11	36.12	37.90	36.41	37.16	1.05
12	42.35	44.60	42.9	43.75	1.20
13	49.76	51.87	50.2	51.04	1.18
14	58.5	60.20	58.43	59.32	1.25
15	67.34	77.37	67.11	72.24	7.25
16	76.22	85.96	75.62	80.79	7.31
17	84.99	93.21	84.61	88.91	6.08
18	93.54	99.84	92.93	96.39	4.89
19	100.38	102.34	99.09	100.72	2.30
20	103.34	102.81	102.31	102.56	0.35
21	103.26	103.16	102.61	102.89	0.39
22	103.31	103.19	102.63	102.91	0.40
23	103.96	103.50	102.83	103.17	0.47
24	103.75	103.40	103.04	103.22	0.25
25	103.96	103.94	103.40	103.67	0.38
26	103.64	103.83	103.31	103.57	0.37
27	104.25	103.70	103.88	103.79	0.13
28	104.7	103.78	103.52	103.65	0.18
29	104.89	103.50	103.56	103.53	0.04
30	103.63	103.44	103.13	103.29	0.22
31	103.37	103.24	102.28	102.76	0.68
32	102.9	102.09	101.08	101.59	0.71

ตารางภาคผนวก 36 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 25% ที่ 760 มมปรอทเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.09	24.42	25.23	25.25	0.84
1	26.15	24.44	25.23	25.27	0.86
2	26.20	24.48	25.25	25.31	0.86
3	26.29	24.52	25.46	25.42	0.89
4	26.37	24.56	25.68	25.54	0.91
5	26.44	24.61	25.78	25.61	0.93
6	26.56	24.64	25.82	25.67	0.97
7	26.65	24.68	25.89	25.74	0.99
8	26.71	24.72	26.09	25.84	1.02
9	29.42	26.00	27.35	27.59	1.72
10	31.10	29.08	29.82	30.00	1.02
11	34.55	32.29	33.76	33.53	1.15
12	39.47	36.55	38.89	38.30	1.55
13	44.95	41.21	44.33	43.50	2.00
14	50.80	46.36	50.60	49.25	2.51
15	57.18	51.63	58.32	55.71	3.58
16	63.58	57.51	65.50	62.20	4.17
17	70.33	63.66	72.72	68.90	4.70
18	77.26	69.63	80.42	75.77	5.55
19	83.05	75.61	88.01	82.22	6.24
20	88.65	80.79	93.72	87.72	6.51
21	93.90	86.63	98.20	92.91	5.85
22	97.58	91.27	98.72	95.86	4.01
23	99.50	95.00	99.71	98.07	2.66
24	99.52	97.17	99.83	98.84	1.45
25	99.92	98.70	99.91	99.51	0.70
26	100.04	99.59	99.88	99.84	0.23
27	100.15	99.63	100.79	100.19	0.58
28	99.96	99.63	100.91	100.17	0.66
29	100.61	99.57	100.02	100.07	0.52
30	100.49	99.87	100.78	100.38	0.46
31	100.11	99.31	100.65	100.02	0.67
32	100.82	99.59	100.61	100.34	0.66
33	100.90	99.47	100.79	100.39	0.80
34	100.68	99.65	100.68	100.34	0.59
35	100.44	99.98	100.60	100.34	0.32

ตารางภาคผนวก 37 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 50% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.56	26.34	26.76	26.55	0.21
1	26.56	26.34	26.76	26.55	0.21
2	26.57	26.33	26.75	26.55	0.21
3	26.57	26.33	26.75	26.55	0.21
4	26.58	26.32	26.75	26.55	0.22
5	26.61	26.32	26.76	26.56	0.22
6	26.61	26.32	26.75	26.56	0.22
7	26.65	26.3	26.76	26.57	0.24
8	26.91	26.41	26.98	26.77	0.31
9	29.08	28.11	29.56	28.92	0.74
10	30.69	31.15	33.95	31.93	1.76
11	33.40	36.03	40.5	39.67	3.59
12	39.00	41.57	48.2	42.92	4.75
13	46.01	48.41	57.22	50.55	5.90
14	54.06	55.9	67.23	59.06	7.13
15	62.38	64.17	77.39	67.98	8.20
16	71.96	72.72	86.99	77.22	8.47
17	80.93	80.82	96.4	86.05	8.96
18	90.11	89.64	102.87	94.21	7.51
19	97.91	96.19	104.22	99.44	4.23
20	102.94	101.57	104.38	102.96	1.41
21	103.55	103.25	104.86	103.89	0.86
22	103.65	103.51	105.06	104.07	0.86
23	104.19	104.09	105.6	104.63	0.84
24	104.34	104.5	105.74	104.86	0.77
25	104.60	105.09	105.7	105.13	0.55
26	105.05	105.18	105.87	105.37	0.44
27	105.10	105.53	105.96	105.53	0.43
28	105.43	105.71	105.94	105.69	0.26
29	105.86	105.92	105.89	105.89	0.03
30	105.84	105.32	105.07	105.41	0.39
31	105.38	105.62	104.96	105.32	0.33

ตารางภาคผนวก 38 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 50% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.82	24.45	25.44	24.57	0.82
1	23.89	24.49	25.54	24.64	0.84
2	23.92	24.60	25.73	24.75	0.91
3	24.13	24.65	25.82	24.87	0.87
4	24.15	24.77	25.93	24.95	0.90
5	24.42	24.84	26.04	25.10	0.84
6	24.55	24.90	26.23	25.23	0.89
7	24.72	24.95	26.27	25.31	0.84
8	24.68	25.07	26.42	25.39	0.91
9	26.77	27.14	27.78	27.23	0.51
10	30.12	30.23	30.32	30.22	0.10
11	34.62	34.50	33.81	34.31	0.44
12	40.02	39.89	38.39	39.43	0.91
13	46.87	46.12	41.21	44.73	3.07
14	53.69	53.06	50.29	52.35	1.81
15	61.58	60.13	55.09	58.93	3.41
16	69.90	69.82	63.18	67.63	3.86
17	77.91	74.79	70.22	74.31	3.87
18	85.22	81.18	77.52	81.31	3.85
19	92.01	87.99	84.29	88.10	3.86
20	98.21	94.53	91.21	94.65	3.50
21	100.99	99.57	95.99	98.85	2.58
22	101.94	101.17	99.16	100.76	1.44
23	102.29	102.49	99.51	101.43	1.67
24	102.55	103.06	100.71	102.00	1.24
25	103.63	103.65	100.95	102.74	1.55
26	103.60	104.09	101.39	103.03	1.44
27	103.53	104.22	101.92	103.22	1.18
28	103.79	104.78	102.28	103.45	1.26
29	103.79	104.18	102.99	103.65	0.61
30	103.90	104.45	103.95	104.10	0.30
31	104.19	104.37	103.80	104.12	0.29
32	104.40	104.28	103.52	104.07	0.48
33	104.36	104.76	103.11	107.08	0.86
34	104.49	104.62	103.06	104.06	0.87
35	104.94	104.33	103.54	104.27	0.70

ตารางภาคผนวก 39 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 75% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.04	25.80	26.90	26.25	0.58
1	26.04	25.81	26.89	26.25	0.57
2	26.04	25.80	26.94	26.26	0.60
3	26.00	25.81	26.94	26.25	0.61
4	26.00	25.81	26.94	26.25	0.61
5	26.00	25.82	26.94	26.25	0.60
6	26.00	25.80	26.94	26.25	0.61
7	26.00	25.81	26.94	26.25	0.61
8	26.26	26.00	27.16	26.47	0.61
9	28.80	27.66	28.57	28.34	0.60
10	33.68	31.05	31.60	32.11	1.39
11	39.78	36.13	36.11	37.34	2.11
12	47.21	43.35	41.51	44.02	2.91
13	56.23	49.37	47.98	51.19	4.42
14	65.58	57.48	55.31	59.46	5.41
15	75.57	65.76	63.12	68.15	6.56
16	85.60	74.54	71.15	77.10	7.56
17	95.09	83.47	79.79	86.12	7.99
18	103.20	91.43	87.64	94.09	8.11
19	105.24	100.05	95.35	100.21	4.95
20	106.06	104.25	101.51	103.94	2.29
21	106.71	106.08	105.54	106.11	0.59
22	106.96	106.59	106.34	106.63	0.31
23	107.49	106.87	107.00	107.12	0.33
24	107.89	107.23	107.10	107.41	0.42
25	108.08	107.27	107.43	107.59	0.43
26	108.38	108.34	107.75	108.16	0.35
27	108.99	108.42	108.42	108.61	0.33
28	108.87	108.56	108.90	108.78	0.19
29	108.88	108.73	108.96	108.86	0.12
30	108.85	108.79	108.94	108.86	0.08
31	108.68	108.89	108.87	108.81	0.12
32	107.02	108.85	108.90	108.26	1.07
33	106.41	108.96	108.63	108.00	1.39

ตารางภาคผนวก 40 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 75% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.71	24.32	22.38	24.14	1.67
1	25.71	24.32	22.38	24.14	1.67
2	25.71	24.31	22.40	24.14	1.66
3	25.70	24.31	22.42	24.14	1.65
4	25.69	24.31	22.43	24.14	1.64
5	25.67	24.31	22.44	24.14	1.62
6	25.66	24.30	22.45	24.14	1.61
7	25.65	24.30	22.47	24.14	1.60
8	25.98	24.45	22.49	24.31	1.75
9	27.07	26.22	24.97	26.09	1.06
10	29.89	29.39	25.43	28.24	2.44
11	33.68	33.73	32.84	33.42	0.50
12	38.55	39.33	38.60	38.83	0.44
13	44.28	45.60	45.29	45.06	0.69
14	50.85	53.20	54.00	52.68	1.64
15	57.53	60.49	60.66	59.56	1.76
16	64.52	68.37	68.63	67.17	2.30
17	71.76	76.62	76.63	75.00	2.81
18	79.24	83.94	84.88	82.69	3.02
19	86.22	90.97	92.15	89.78	3.14
20	92.52	97.33	98.28	96.04	3.09
21	98.29	101.49	102.14	100.64	2.06
22	102.04	102.90	103.26	102.73	0.63
23	102.85	103.23	103.48	103.19	0.32
24	103.20	103.41	104.06	103.56	0.45
25	103.60	103.71	104.32	103.88	0.39
26	103.83	104.11	104.19	104.04	0.19
27	103.97	104.42	104.39	104.26	0.25
28	104.68	104.79	105.22	104.90	0.29
29	104.28	105.50	105.58	105.12	0.73
30	104.19	105.59	105.97	105.25	0.94
31	105.38	105.97	105.59	105.65	0.30
32	105.32	105.50	105.09	105.30	0.21
33	106.38	105.32	105.94	105.88	0.53
34	106.33	105.80	105.96	106.03	0.27
35	106.77	105.44	105.14	105.78	0.87

ตารางภาคผนวก 41 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 100% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.78	26.97	25.34	26.36	0.89
1	26.78	26.94	25.39	26.37	0.85
2	26.78	26.98	25.46	26.41	0.83
3	26.77	26.99	25.56	26.44	0.77
4	26.77	26.98	25.59	26.45	0.75
5	26.77	26.95	25.66	26.46	0.70
6	26.76	26.93	25.69	26.46	0.67
7	26.76	26.91	25.74	26.47	0.64
8	27.14	27.29	26.36	26.93	0.50
9	30.63	30.06	29.47	30.05	0.58
10	35.78	35.35	34.36	35.16	0.73
11	42.91	42.48	40.68	42.02	1.18
12	51.45	51.14	49.22	50.60	1.21
13	61.56	60.55	58.58	60.23	1.52
14	72.19	71.64	69.40	70.08	1.48
15	83.07	82.76	80.75	82.19	1.26
16	94.08	94.12	90.28	92.83	2.21
17	103.71	104.07	100.16	102.65	2.16
18	107.43	107.90	106.96	107.43	0.47
19	108.38	108.19	108.11	108.23	0.14
20	108.56	108.54	108.26	108.45	0.17
21	109.14	109.04	109.12	109.10	0.05
22	109.54	109.31	109.18	109.34	0.18
23	109.24	109.10	109.29	109.21	0.10
24	109.25	109.07	109.14	109.15	0.09
25	109.06	109.19	109.21	109.15	0.08
26	109.28	108.77	108.77	108.94	0.29
27	109.28	108.73	108.81	108.94	0.30
28	109.04	107.95	108.73	108.57	0.56

ตารางภาคผนวก 42 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.1B 100% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.38	24.12	25.44	25.31	1.14
1	26.32	24.25	25.46	25.34	1.04
2	26.26	24.32	25.47	25.35	0.98
3	26.22	24.40	25.48	25.37	0.92
4	26.16	24.47	25.51	25.38	0.85
5	26.11	24.53	25.51	25.38	0.80
6	26.16	24.60	25.51	25.42	0.78
7	26.02	24.65	25.51	25.39	0.69
8	26.04	24.90	25.67	25.54	0.58
9	26.48	26.90	27.27	26.88	0.40
10	30.33	30.30	30.41	30.35	0.06
11	34.12	35.47	34.70	34.76	0.68
12	39.19	41.33	39.60	40.04	1.14
13	45.05	48.12	45.67	46.28	1.62
14	51.49	55.87	52.80	53.39	2.25
15	58.83	64.20	59.28	60.77	2.98
16	66.57	72.62	66.75	68.65	3.44
17	77.25	71.10	74.03	74.13	3.08
18	81.67	89.91	81.21	84.26	4.90
19	88.87	98.09	87.97	91.64	5.60
20	96.09	103.58	94.16	97.94	4.98
21	101.64	105.15	100.43	102.41	2.45
22	105.18	106.08	103.61	104.96	1.25
23	105.57	107.06	103.47	105.37	1.80
24	106.14	106.56	105.31	106.00	0.64
25	106.37	106.96	105.63	106.32	0.67
26	106.94	107.44	106.29	106.89	0.58
27	107.04	107.06	106.58	106.89	0.27
28	107.03	107.00	106.92	106.98	0.06
29	106.70	106.25	107.03	106.66	0.39
30	106.36	106.52	106.59	106.49	0.12
31	106.44	106.53	106.77	106.58	0.17
32	106.59	106.26	106.73	106.53	0.24
33	106.59	105.61	106.65	106.28	0.58
34	106.26	105.28	106.67	106.07	0.71
35	106.04	103.90	106.35	105.43	1.33

ตารางภาคผนวก 43 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 25% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.68	26.71	26.05	26.48	0.37
1	26.67	26.10	26.05	26.27	0.34
2	26.67	26.73	26.04	26.48	0.38
3	26.67	26.72	26.04	26.48	0.38
4	26.60	26.70	26.04	26.45	0.36
5	26.60	26.76	26.08	26.48	0.36
6	26.61	26.78	26.10	26.50	0.35
7	26.60	26.73	26.15	26.49	0.30
8	26.73	27.04	26.51	26.76	0.27
9	28.94	29.70	28.90	29.18	0.45
10	32.50	33.76	32.79	33.02	0.66
11	37.98	36.39	38.04	37.47	0.94
12	44.67	46.36	45.59	45.54	0.85
13	52.21	53.81	52.81	52.94	0.81
14	60.89	61.84	61.16	61.30	0.49
15	69.71	70.65	70.08	70.15	0.47
16	78.86	78.89	79.11	78.95	0.14
17	88.29	86.69	88.42	87.80	0.96
18	96.15	94.05	96.32	95.51	1.26
19	100.84	100.18	101.90	100.97	0.87
20	102.24	101.64	102.99	102.29	0.68
21	102.31	102.15	102.90	102.45	0.40
22	102.39	102.22	102.63	102.41	0.21
23	102.85	102.24	102.87	102.65	0.36
24	102.89	102.63	102.84	102.79	0.14
25	102.97	102.66	102.88	102.84	0.16
26	103.69	102.90	102.92	103.17	0.45
27	104.11	102.91	102.79	103.27	0.73
28	102.74	102.83	102.77	102.78	0.05
29	102.01	102.68	102.02	102.24	0.38
30	100.70	102.56	101.52	101.59	0.93
31	100.28	102.35	100.56	101.06	1.12

ตารางภาคผนวก 44 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 25% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.10	24.58	27.30	25.33	1.73
1	24.17	24.59	27.35	25.37	1.73
2	24.29	24.66	27.36	25.44	1.68
3	24.32	24.75	27.39	25.49	1.66
4	24.42	24.84	27.43	25.56	1.63
5	24.52	24.92	27.46	25.63	1.59
6	24.60	25.00	27.48	25.69	1.56
7	24.68	25.02	27.50	25.73	1.54
8	24.98	25.12	27.59	25.90	1.47
9	26.51	26.51	27.71	26.91	0.69
10	29.39	28.92	31.02	29.78	1.10
11	32.49	31.87	34.23	32.86	1.22
12	36.94	35.81	38.36	37.04	1.28
13	42.08	40.56	43.19	41.94	1.32
14	47.62	45.19	48.91	47.24	1.89
15	53.69	50.57	54.86	53.04	2.22
16	59.99	57.63	61.42	59.68	1.91
17	67.07	62.39	67.85	65.77	2.95
18	73.65	68.72	74.31	72.23	3.05
19	80.25	74.49	80.62	78.45	3.44
20	85.03	79.55	86.86	83.81	3.80
21	91.51	85.60	92.36	89.82	3.68
22	95.12	99.90	96.98	97.33	2.41
23	96.56	95.46	98.66	96.89	1.63
24	97.53	98.08	99.14	98.25	0.82
25	99.13	98.85	99.71	99.23	0.44
26	99.32	99.29	99.91	99.51	0.35
27	99.26	100.09	99.41	99.59	0.44
28	99.74	99.38	99.92	99.68	0.27
29	99.54	100.34	100.13	100.00	0.41
30	33.21	100.19	100.58	77.99	38.78
31	100.13	100.45	100.67	100.42	0.27
32	100.67	100.69	100.62	100.66	0.04
33	100.91	100.17	100.57	100.55	0.37
34	100.47	100.36	100.47	100.43	0.06
35	100.89	1001.47	100.32	400.89	520.11

ตารางภาคผนวก 45 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 50% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาทีที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	26.10	25.83	25.70	25.88	0.20
1	26.13	25.83	25.70	25.89	0.22
2	26.15	25.90	25.71	25.92	0.22
3	26.20	25.93	25.73	25.95	0.24
4	26.27	25.98	25.79	26.01	0.24
5	26.30	26.00	25.80	26.03	0.25
6	26.32	26.04	25.84	26.07	0.24
7	26.36	26.07	25.85	26.09	0.26
8	26.73	26.43	26.16	26.44	0.29
9	29.07	28.72	28.49	28.76	0.29
10	32.94	32.78	32.34	32.69	0.31
11	38.47	38.39	37.78	38.21	0.38
12	45.00	45.29	44.55	44.95	0.37
13	52.49	53.09	52.11	52.56	0.49
14	60.36	61.70	60.27	60.78	0.80
15	69.15	70.98	67.32	69.15	1.83
16	77.28	79.97	76.86	78.04	1.69
17	85.40	89.43	85.01	86.61	2.45
18	93.37	97.88	92.91	94.72	2.75
19	99.58	102.80	99.26	100.55	1.96
20	102.65	103.41	102.72	102.93	0.42
21	103.56	103.61	103.48	103.55	0.07
22	104.01	104.24	103.98	104.08	0.14
23	104.48	104.40	104.39	104.42	0.05
24	104.45	104.92	105.01	104.79	0.30
25	104.75	105.19	105.17	105.04	0.25
26	105.22	105.54	105.51	105.42	0.18
27	105.29	105.41	105.87	105.52	0.31
28	105.61	105.81	105.98	105.80	0.19
29	105.85	105.87	105.97	105.90	0.06
30	105.39	105.91	106.53	105.94	0.57
31	105.35	105.99	106.77	106.04	0.71
32	105.63	104.65	106.43	105.57	0.89
33	104.89	104.62	105.58	105.03	0.50

ตารางภาคผนวก 46 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 50% ที่ 760 มม.ปรอทในระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.13	24.90	26.05	25.03	0.97
1	24.12	24.94	26.17	25.08	1.03
2	24.18	25.06	26.31	25.18	1.07
3	24.24	25.18	26.45	25.29	1.11
4	24.30	25.31	26.59	25.40	1.15
5	24.36	25.43	26.74	25.51	1.19
6	24.42	25.52	26.84	25.59	1.21
7	24.45	25.64	26.96	25.68	1.26
8	24.46	25.66	26.92	25.68	1.23
9	25.86	25.73	28.48	26.69	1.55
10	28.32	28.68	30.61	29.20	1.23
11	32.09	31.63	33.93	32.55	1.22
12	36.50	35.87	37.88	36.75	1.03
13	41.02	41.67	42.84	41.84	0.92
14	48.49	47.16	48.03	47.89	0.68
15	54.75	54.35	53.89	54.33	0.43
16	61.72	61.86	60.13	61.24	0.96
17	68.61	68.88	66.73	68.07	1.17
18	75.70	76.41	73.39	75.17	1.58
19	84.00	83.72	78.77	82.16	2.94
20	88.41	89.84	85.04	87.76	2.46
21	93.99	95.60	90.47	93.35	2.62
22	98.65	99.66	94.86	97.72	2.53
23	100.55	100.68	98.75	99.99	1.08
24	101.29	101.52	99.91	100.91	0.87
25	102.14	102.13	100.89	101.72	0.72
26	102.04	102.51	100.80	101.78	0.88
27	102.72	102.59	101.25	102.19	0.81
28	102.42	103.09	101.41	102.31	0.85
29	102.92	103.87	101.64	102.81	1.12
30	103.11	103.40	102.39	102.97	0.52
31	103.08	103.02	103.36	103.15	0.18
32	103.80	103.65	103.45	103.63	0.18
33	103.81	103.63	103.89	103.78	0.13
34	103.65	103.28	103.54	103.49	0.19
35	104.03	103.56	103.17	103.59	0.43

ตารางภาคผนวก 47 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 75% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	27.58	27.68	27.90	27.72	0.16
1	27.58	27.70	27.90	27.73	0.16
2	27.59	27.72	27.89	27.73	0.15
3	27.60	27.74	27.89	27.74	0.15
4	27.60	27.79	27.88	27.76	0.14
5	27.62	27.85	27.89	27.79	0.15
6	27.62	27.90	27.90	27.81	0.16
7	27.62	27.99	27.90	27.84	0.19
8	27.82	28.13	28.50	28.15	0.34
9	29.58	29.67	30.69	29.98	0.62
10	33.05	32.30	34.78	33.38	1.27
11	37.90	35.76	38.20	37.29	1.33
12	43.73	40.50	45.94	43.39	2.74
13	50.63	46.03	53.24	49.97	3.65
14	58.63	52.14	61.14	57.30	4.64
15	66.92	59.02	69.64	65.19	5.52
16	75.68	66.04	78.56	73.43	6.56
17	84.51	73.44	87.55	81.83	7.43
18	92.80	80.80	95.89	89.83	7.97
19	100.25	87.74	103.19	97.06	8.20
20	104.94	94.74	105.26	101.65	5.98
21	105.48	100.81	105.98	104.09	2.85
22	105.89	104.42	106.39	105.57	1.02
23	106.36	105.50	106.47	106.11	0.53
24	106.64	105.78	106.75	106.39	0.53
25	107.13	106.32	107.13	106.86	0.47
26	107.39	106.89	107.58	107.29	0.36
27	107.89	107.14	107.99	107.67	0.46
28	108.14	107.51	108.35	108.00	0.44
29	108.41	108.16	108.75	108.44	0.30
30	108.59	108.57	108.63	108.60	0.03
31	108.66	108.59	108.66	108.64	0.04
32	108.03	108.87	108.22	108.37	0.44
33	107.41	108.93	107.77	108.04	0.79

ตารางภาคผนวก 48 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 75% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.40	24.45	23.46	24.44	0.97
1	25.40	24.45	23.46	24.44	0.97
2	25.40	24.45	23.47	24.44	0.97
3	25.40	24.45	23.50	24.45	0.95
4	25.39	24.45	23.52	24.45	0.94
5	25.36	24.45	23.54	24.45	0.91
6	25.34	24.45	23.57	24.45	0.89
7	25.32	24.43	23.59	24.45	0.87
8	25.38	24.47	23.62	24.49	0.88
9	26.46	25.85	25.16	25.82	0.65
10	28.71	28.26	27.77	28.25	0.47
11	31.87	32.02	31.53	31.81	0.25
12	35.99	36.25	35.86	36.03	0.20
13	40.34	41.47	41.82	41.21	0.77
14	45.65	47.20	48.51	47.12	1.43
15	51.83	53.53	54.76	53.37	1.47
16	58.00	60.46	61.82	60.09	1.94
17	64.41	67.47	69.56	67.15	2.59
18	70.87	73.77	75.89	73.51	2.52
19	77.28	80.40	83.56	80.41	3.14
20	83.60	86.03	87.88	85.84	2.15
21	89.29	91.61	93.02	91.31	1.88
22	94.47	96.80	98.20	96.49	1.88
23	98.75	100.33	101.18	100.09	1.23
24	101.36	102.39	102.26	102.00	0.56
25	102.45	103.29	102.20	102.65	0.57
26	102.97	103.85	103.19	103.34	0.46
27	102.98	103.84	103.85	103.56	0.50
28	103.39	104.26	103.46	103.70	0.48
29	103.64	104.82	103.96	104.14	0.61
30	104.36	105.12	104.20	104.56	0.49
31	104.52	105.36	105.90	105.26	0.70
32	105.31	105.69	105.80	105.60	0.26
33	105.82	105.85	105.03	105.57	0.47
34	105.92	105.97	105.71	105.87	0.14
35	105.62	105.14	105.89	105.55	0.38

ตารางภาคผนวก 49 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 100% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาทีที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.39	26.00	26.90	26.10	0.76
1	25.39	26.02	26.90	26.10	0.76
2	25.32	26.08	26.92	26.11	0.80
3	25.32	26.08	26.90	26.10	0.79
4	25.32	26.10	26.92	26.11	0.80
5	25.33	26.13	26.94	26.13	0.81
6	25.33	26.21	26.98	26.17	0.83
7	25.32	26.25	26.99	26.19	0.84
8	25.47	26.65	27.29	26.47	0.92
9	27.31	29.20	29.02	28.51	1.04
10	30.87	33.43	32.18	32.16	1.28
11	35.87	38.64	36.54	37.02	1.45
12	41.96	46.40	42.20	43.52	2.50
13	49.14	55.03	48.65	50.94	3.55
14	56.92	64.14	56.01	59.02	4.45
15	65.49	73.93	64.03	67.82	5.34
16	74.11	83.38	72.42	76.64	5.90
17	83.07	93.05	80.95	85.69	6.46
18	91.90	102.65	89.38	94.64	7.05
19	99.63	107.33	97.75	101.57	5.08
20	105.71	107.94	104.77	106.14	1.63
21	107.87	108.17	107.59	107.88	0.29
22	108.14	108.76	108.09	108.33	0.37
23	108.62	109.02	108.09	108.58	0.47
24	109.21	109.52	108.48	109.07	0.53
25	109.23	109.23	109.02	109.16	0.12
26	109.79	109.10	109.23	109.37	0.37
27	109.31	109.54	109.04	109.30	0.25
28	109.35	109.02	109.06	109.14	0.18
29	109.87	108.53	109.02	109.14	0.68
30	109.23	107.63	108.72	108.53	0.82

ตารางภาคผนวก 50 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2A 100% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.30	23.90	22.94	24.05	1.19
1	25.32	23.95	22.95	24.05	1.19
2	25.32	24.01	22.98	24.07	1.17
3	25.34	24.08	22.99	24.1	1.18
4	25.34	24.13	23.00	24.14	1.17
5	25.34	24.16	23.00	24.16	1.17
6	25.34	24.18	23.00	24.17	1.17
7	25.33	24.21	23.00	24.17	1.17
8	25.51	24.29	23.18	24.18	1.17
9	27.56	26.05	25.44	24.33	1.09
10	31.85	28.87	28.73	26.35	1.76
11	37.02	33.05	33.67	29.82	2.14
12	43.82	38.00	39.90	34.58	2.97
13	50.94	43.83	47.19	40.57	3.56
14	60.14	50.41	55.17	47.32	4.87
15	68.79	57.85	63.73	55.24	5.48
16	77.95	66.48	72.69	63.46	5.74
17	86.95	73.57	81.84	72.37	6.75
18	95.50	82.51	90.87	80.79	6.58
19	102.35	89.23	99.56	89.63	6.91
20	104.84	93.75	104.69	97.08	6.36
21	105.47	102.80	105.40	101.09	1.52
22	105.82	104.76	105.75	104.56	0.59
23	106.44	105.17	106.20	105.44	0.67
24	106.63	105.55	106.47	105.94	0.58
25	106.67	106.13	106.96	106.22	0.42
26	106.82	106.50	106.90	106.59	0.21
27	106.70	106.61	106.72	106.74	0.06
28	106.69	106.90	106.62	106.68	0.15
29	106.26	106.53	106.55	106.74	0.16
30	106.13	106.68	106.51	106.45	0.28
31	105.70	106.24	106.40	106.44	0.37
32	105.55	106.39	106.26	106.11	0.45
33	104.61	106.20	106.19	106.07	0.92

ตารางภาคผนวก 51 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 25% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	28.31	27.90	27.79	28.00	0.27
1	28.32	27.90	27.80	28.01	0.28
2	28.31	27.90	27.80	28.00	0.27
3	28.31	27.92	27.83	28.02	0.26
4	28.30	27.93	27.84	28.02	0.24
5	28.33	27.95	27.84	28.04	0.26
6	28.34	27.98	27.86	28.06	0.25
7	28.36	27.98	27.86	28.07	0.26
8	29.54	28.29	28.37	28.73	0.70
9	32.77	30.79	31.17	31.58	1.05
10	38.19	34.52	36.27	36.33	1.84
11	44.91	40.01	42.92	42.61	2.46
12	52.88	46.27	50.99	50.05	3.40
13	62.31	53.37	60.05	58.58	4.65
14	71.52	61.45	69.95	67.64	5.42
15	80.87	70.28	79.76	76.97	5.82
16	90.23	78.49	90.17	86.30	6.76
17	98.32	85.97	98.89	94.39	7.30
18	102.69	93.33	102.69	99.57	5.40
19	103.24	100.15	102.71	102.03	1.65
20	103.92	102.17	102.84	102.98	0.88
21	103.71	102.70	102.96	103.12	0.52
22	103.21	103.01	102.02	102.75	0.64
23	103.53	103.02	102.57	103.04	0.48
24	103.90	103.07	102.63	103.20	0.64
25	103.85	103.29	102.60	103.25	0.63
26	103.68	103.53	102.80	103.34	0.47
27	103.83	103.28	102.34	103.15	0.75
28	103.28	103.54	102.32	103.05	0.64
29	103.06	103.56	101.59	102.74	1.02
30	102.26	103.46	101.11	102.28	1.18

ตารางภาคผนวก 52 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 25% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.19	23.68	23.21	23.69	0.49
1	24.19	23.67	23.21	23.69	0.49
2	24.22	23.67	23.22	23.70	0.50
3	24.27	23.69	23.26	23.74	0.51
4	24.31	23.75	23.29	23.78	0.51
5	24.36	23.76	23.33	23.82	0.52
6	24.39	23.79	23.35	23.84	0.52
7	24.42	23.86	23.38	23.89	0.52
8	24.45	23.90	23.44	23.93	0.51
9	26.42	25.27	24.16	25.28	1.13
10	29.34	27.68	28.32	28.45	0.84
11	32.94	31.16	33.53	32.54	1.23
12	38.23	35.81	37.75	37.26	1.28
13	44.44	40.81	39.83	41.69	2.43
14	50.95	46.57	44.86	47.46	3.14
15	57.59	52.90	51.01	53.83	3.39
16	65.10	59.96	63.04	62.70	2.59
17	72.69	66.51	70.45	69.88	3.13
18	79.91	72.75	77.06	76.57	3.60
19	86.58	79.44	85.55	83.86	3.86
20	93.26	85.28	89.33	89.29	3.99
21	97.53	90.68	94.53	94.25	3.43
22	99.46	95.66	97.89	97.67	1.91
23	100.48	98.03	99.20	99.24	1.23
24	101.89	99.01	99.80	100.23	1.49
25	100.55	99.14	99.57	99.75	0.72
26	101.06	99.61	100.00	100.22	0.75
27	100.85	99.99	100.24	100.36	0.44
28	101.31	99.81	100.42	100.51	0.75
29	101.33	99.87	100.64	100.61	0.73
30	101.55	100.01	100.58	100.71	0.78
31	102.11	100.44	100.63	101.06	0.91
32	101.96	100.53	100.40	100.96	0.87
33	102.25	100.70	100.93	101.29	0.84
34	101.58	100.30	101.30	101.06	0.67
34	101.71	100.36	100.82	100.96	0.69

ตารางภาคผนวก 53 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 50% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาที่ที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.44	25.63	25.00	25.02	25.02
1	24.44	25.63	25.00	25.02	25.02
2	24.50	25.74	25.00	25.08	25.08
3	24.55	25.88	25.01	25.15	25.15
4	24.6	25.94	25.02	25.19	25.19
5	24.65	26.02	25.40	25.36	25.36
6	24.71	26.08	25.08	25.29	25.29
7	24.73	26.14	25.10	25.32	25.32
8	25.13	26.72	25.98	25.94	25.94
9	27.69	29.89	25.58	27.72	27.72
10	32.20	35.06	32.76	33.34	33.34
11	37.42	41.80	37.89	39.04	39.04
12	44.93	50.31	44.39	46.54	46.54
13	53.15	60.03	51.67	54.95	54.95
14	61.24	70.08	59.70	63.67	63.67
15	70.43	80.83	76.25	75.84	75.84
16	79.45	90.87	84.57	84.96	84.96
17	88.58	99.90	92.04	93.51	93.51
18	96.32	103.96	99.03	99.77	99.77
19	101.55	104.34	103.11	103.00	103.00
20	103.68	104.53	104.34	104.18	104.18
21	104.10	104.73	104.05	104.29	104.29
22	104.59	104.81	104.95	104.78	104.78
23	104.85	105.14	105.13	105.04	105.04
24	105.29	105.19	105.62	105.37	105.37
25	105.54	105.58	105.50	105.54	105.54
26	105.50	105.59	106.03	105.71	105.71
27	105.93	105.83	106.42	106.06	106.06
28	106.96	105.87	106.27	106.37	106.37
29	106.94	105.98	106.45	106.46	106.46
30	106.90	105.36	106.41	106.22	106.22
31	106.92	104.09	105.74	105.58	105.58
32	106.37	103.17	105.37	104.97	104.97

ตารางภาคผนวก 54 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 50% ที่ 760 มม.ปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	23.62	25.32	24.72	24.55	0.86
1	23.64	25.32	24.73	24.56	0.85
2	23.66	25.43	24.76	24.62	0.89
3	23.66	25.54	24.88	24.69	0.95
4	23.68	25.61	24.94	24.74	0.98
5	23.71	25.68	25.05	24.81	1.01
6	23.73	25.74	25.12	24.86	1.03
7	23.74	25.78	25.20	24.91	1.05
8	23.79	25.83	25.47	25.03	1.09
9	26.31	27.14	27.39	26.95	0.57
10	30.40	30.61	31.07	30.69	0.34
11	35.66	34.93	36.17	35.59	0.62
12	42.62	40.40	42.59	41.87	1.27
13	49.00	46.71	49.80	48.50	1.60
14	58.41	54.26	57.25	56.64	2.14
15	66.91	61.63	65.61	64.72	2.75
16	75.85	69.44	74.19	73.16	3.33
17	84.80	78.02	82.75	81.86	3.48
18	92.18	84.43	90.89	89.17	4.15
19	98.23	91.31	97.09	95.54	3.71
20	100.89	96.81	100.67	99.46	2.29
21	101.35	100.33	101.44	101.04	0.62
22	101.82	101.37	101.49	101.56	0.23
23	102.00	101.49	102.04	101.84	0.31
24	102.24	101.76	101.98	101.99	0.24
25	102.49	102.02	102.23	102.25	0.24
26	102.85	102.35	102.36	102.52	0.29
27	103.27	102.14	103.09	102.83	0.61
28	103.38	102.86	103.31	103.18	0.28
29	103.64	103.64	103.57	103.62	0.04
30	103.84	103.81	104.00	103.88	0.10
31	104.06	103.48	104.18	103.91	0.37
32	104.08	104.15	104.45	104.23	0.20
33	104.91	104.95	104.56	104.81	0.21
34	104.93	104.27	104.32	104.51	0.37
35	104.22	104.51	104.92	104.55	0.35

ตารางภาคผนวก 55 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 75% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	27.53	27.44	26.50	27.16	0.57
1	27.54	27.37	26.58	27.16	0.51
2	27.54	27.34	26.69	27.19	0.44
3	27.53	27.30	26.76	27.20	0.40
4	27.50	27.29	26.82	27.20	0.35
5	27.49	27.21	26.90	27.20	0.30
6	27.46	27.16	26.91	27.18	0.28
7	27.46	27.12	26.93	27.17	0.27
8	27.73	27.23	27.28	27.41	0.28
9	30.84	29.31	30.24	30.13	0.77
10	36.30	32.65	35.22	34.72	1.88
11	43.62	37.40	42.36	41.13	3.29
12	52.89	43.26	50.76	48.97	5.06
13	62.92	49.78	60.11	57.60	6.92
14	73.76	56.61	70.40	66.92	9.09
15	84.58	64.11	81.16	76.62	10.97
16	92.27	72.08	91.27	85.21	11.38
17	103.60	80.04	100.63	94.76	12.83
18	105.91	88.14	105.65	99.90	10.19
19	106.19	95.49	106.03	102.57	6.13
20	107.25	101.31	106.45	105.00	3.22
21	107.13	104.99	106.87	106.33	1.17
22	107.68	105.81	107.36	106.95	1.00
23	108.14	106.61	107.94	107.56	0.83
24	108.71	106.96	108.45	108.04	0.94
25	108.85	107.21	108.96	108.34	0.98
26	108.96	107.36	108.92	108.41	0.91
27	108.93	108.22	108.87	108.67	0.39
28	108.20	108.58	108.97	108.58	0.39
29	108.39	108.85	108.8	108.68	0.25
30	108.51	108.83	108.82	108.72	0.18
31	108.68	108.96	108.76	108.80	0.14
32	108.22	108.98	108.74	108.65	0.39

ตารางภาคผนวก 56 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 75% ที่ 760 มม.ปรอทเหนือระดับน้ำทะเล

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	27.64	28.48	25.06	27.06	1.78
1	27.60	28.44	25.06	27.03	1.76
2	27.79	28.53	25.10	27.14	1.81
3	27.82	28.53	25.11	27.15	1.80
4	27.92	28.59	25.14	27.22	1.83
5	27.95	28.63	25.16	27.25	1.84
6	28.02	28.64	25.18	27.28	1.84
7	28.06	28.69	25.22	27.32	1.85
8	27.36	28.74	25.26	27.12	1.75
9	29.91	30.37	28.04	29.44	1.23
10	32.31	32.87	31.07	32.08	0.92
11	36.30	36.78	34.65	35.91	1.12
12	41.08	41.39	39.54	40.67	0.99
13	46.81	46.63	45.65	46.36	0.62
14	52.99	52.93	52.71	52.88	0.15
15	60.31	59.47	60.50	60.09	0.55
16	67.39	68.09	68.43	67.97	0.53
17	74.65	74.09	76.42	75.05	1.22
18	81.16	80.94	84.54	82.21	2.02
19	90.10	86.75	92.26	89.70	2.78
20	94.12	92.67	99.32	95.37	3.50
21	99.28	96.98	102.47	99.58	2.76
22	102.34	98.47	102.82	101.21	2.39
23	103.03	99.30	103.66	102.00	2.36
24	103.35	100.90	104.27	102.84	1.74
25	104.09	101.89	104.43	103.47	1.38
26	104.29	101.70	104.91	103.63	1.70
27	104.69	102.49	105.36	104.18	1.50
28	104.79	103.50	105.74	104.68	1.12
29	104.90	103.00	105.72	104.54	1.40
30	104.19	104.22	105.89	104.77	0.97
31	104.70	104.77	105.94	105.14	0.70
32	105.09	105.39	105.86	105.45	0.39
33	105.37	105.29	105.85	105.50	0.30
34	105.21	105.94	105.80	105.65	0.39
35	105.82	105.49	105.54	105.62	0.18

ตารางภาคผนวก 57 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 100% ที่ระดับน้ำทะเลกรุงเทพ

นาฬิกาที่	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	25.30	26.49	26.38	26.16	0.66
1	25.31	26.55	26.40	26.09	0.68
2	25.34	26.60	26.43	26.12	0.68
3	25.36	26.62	26.46	26.15	0.69
4	25.38	26.70	26.47	26.18	0.71
5	25.40	26.72	26.48	26.20	0.70
6	25.43	26.74	26.50	26.22	0.70
7	25.48	26.77	26.51	26.25	0.68
8	26.03	26.89	27.13	26.68	0.58
9	28.63	28.95	30.70	29.43	1.11
10	33.18	32.37	36.67	34.07	2.28
11	39.14	36.91	44.33	40.13	3.81
12	46.25	42.71	50.47	46.48	3.88
13	54.65	49.40	64.27	56.11	7.54
14	63.78	56.89	75.21	65.29	9.25
15	73.04	64.89	85.68	74.54	10.48
16	82.89	73.40	97.94	84.74	12.37
17	92.14	81.31	106.68	93.38	12.73
18	100.76	90.17	108.49	99.81	9.20
19	106.98	97.61	108.75	104.45	5.99
20	108.26	104.32	109.06	107.21	2.54
21	109.04	107.80	109.46	108.77	0.86
22	109.16	108.35	109.27	108.93	0.50
23	109.35	109.13	109.06	109.18	0.15
24	109.32	109.14	109.09	109.18	0.12
25	109.19	109.13	109.09	109.14	0.05
26	109.18	109.09	109.03	109.10	0.08
27	109.07	109.04	109.03	109.05	0.02
28	109.07	109.19	108.69	108.98	0.26
29	108.89	108.65	107.96	108.50	0.48

ตารางภาคผนวก 58 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกลือ บล.2B 100% ที่ 760 มมปรอทระดับน้ำทะเล

นาฬิกา	ครั้งที่ 1 (°C)	ครั้งที่ 2 (°C)	ครั้งที่ 3 (°C)	$\bar{T}$ (°C)	SD
0	24.18	24.09	25.02	24.43	0.51
1	24.18	24.14	25.02	24.45	0.50
2	24.20	24.20	25.02	24.47	0.47
3	24.21	24.23	25.01	24.48	0.46
4	24.21	24.26	25.00	24.49	0.44
5	24.23	24.32	24.98	24.51	0.41
6	24.24	24.35	24.98	24.52	0.40
7	24.25	24.39	24.97	24.54	0.38
8	24.31	24.76	25.04	24.70	0.37
9	25.69	26.59	26.81	26.36	0.59
10	29.30	30.49	31.10	30.30	0.92
11	32.39	34.95	34.72	34.02	1.42
12	36.82	41.10	41.95	39.96	2.75
13	42.24	48.36	47.54	46.05	3.32
14	48.17	55.79	55.55	53.17	4.33
15	54.61	64.17	66.31	61.70	6.23
16	61.49	72.80	71.63	68.64	6.22
17	68.40	81.45	79.43	76.43	7.02
18	75.95	90.01	87.34	84.43	7.47
19	82.94	99.79	95.58	92.77	8.77
20	85.52	105.00	102.19	97.57	10.53
21	95.40	106.12	105.63	102.38	6.05
22	100.21	106.64	106.32	104.39	3.62
23	105.25	107.47	106.44	106.39	1.11
24	106.34	107.19	107.15	106.89	0.48
25	106.68	106.99	107.32	107.00	0.32
26	106.70	106.69	106.34	106.58	0.21
27	106.73	106.77	106.63	106.71	0.07
28	107.07	106.92	106.68	106.89	0.20
29	106.82	106.71	106.36	106.63	0.24
30	106.94	106.75	106.28	106.66	0.34
31	107.37	106.69	106.50	106.85	0.46
32	107.36	106.45	106.26	106.69	0.59
33	107.01	106.40	106.23	106.55	0.41
34	106.70	106.29	105.75	106.25	0.48
35	106.50	105.34	106.96	103.27	0.83

ภาคผนวก ข

ตาราง แสดงสมบัติการนำไฟฟ้าของสารละลายเกลือ

ตารางภาคผนวก 59 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่างๆ เมื่อวัดโดยใช้ HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		I (mA)		V (V)	
	I (mA)	V (V)	I (mA)	V (V)	I (mA)	V (V)	$\bar{I}$	SD	$\bar{V}$	SD
0	0.02	3.01	0.02	3.01	0.02	3.01	0.02	0.00	3.01	0.00
10	9.34	2.91	9.32	2.91	9.40	2.91	9.35	0.03	2.91	0.00
20	11.64	2.88	11.33	2.89	11.51	2.89	11.49	0.13	2.89	0.00
30	12.90	2.87	13.08	2.87	13.02	2.87	13.00	0.07	2.87	0.00
40	14.43	2.86	14.19	2.86	14.27	2.86	14.30	0.10	2.86	0.00
50	15.00	2.85	15.09	2.85	15.17	2.85	15.09	0.07	2.85	0.00
60	15.55	2.84	15.62	2.84	15.70	2.84	15.62	0.06	2.84	0.00
70	16.13	2.85	16.47	2.85	16.60	2.83	16.40	0.20	2.85	0.01
80	16.84	2.82	16.72	2.82	16.12	2.83	16.56	0.31	2.83	0.01
90	17.00	2.82	16.06	2.84	16.06	2.84	17.04	0.16	2.83	0.01
100	17.33	2.81	17.40	2.82	17.19	2.82	17.31	0.09	2.82	0.01

ตารางภาคผนวก 60 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า เมื่อวัดโดยใช้ มัลติมิเตอร์ดิจิตอล HEWLETT PACKARD รุ่น hp 973 A สารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1 (mA)	ครั้งที่ 2 (mA)	ครั้งที่ 3 (mA)	$\bar{I}$	SD
0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
10	20.0	21.0	23.0	21.33	1.53
20	28.0	27.0	27.0	27.33	0.58
30	33.0	30.0	31.0	31.33	1.53
40	34.0	36.0	35.0	35.00	1.00
50	39.5	39.0	41.0	39.83	1.04
60	42.0	42.0	42.0	42.00	0.00
70	42.0	44.0	44.0	43.33	1.15
80	45.0	45.0	45.0	45.00	0.00
90	47.0	46.0	46.0	46.33	0.58
100	49.0	48.0	48.0	48.33	0.58

ตารางภาคผนวก 61 แสดงการวัดค่าการนำไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือที่ระดับ

ความเค็มต่างๆ

ระดับความเค็ม (%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{I}$	SD
	กระแส (mA)	กระแส (mA)	กระแส (mA)		
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	4.20	4.10	4.20	4.17	0.05
20	5.40	5.40	5.20	5.33	0.09
30	6.20	6.00	6.10	6.10	0.08
40	6.60	6.40	6.50	6.50	0.08
50	6.70	6.80	6.70	6.73	0.05
60	6.90	6.90	6.80	6.87	0.05
70	7.00	7.00	7.00	7.00	0.00
80	7.10	7.10	7.00	7.07	0.05
90	7.20	7.20	7.30	7.23	0.05
100	7.30	7.40	7.30	7.33	0.05

ตารางภาคผนวก 62 แสดงการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ระดับความเค็ม(%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{V}$	SD
	ความต่างศักย์ (V)	ความต่างศักย์ (V)	ความต่างศักย์ (V)		
0	5.61	5.61	5.63	5.62	0.11
10	3.27	3.25	3.25	3.26	0.01
20	2.51	2.498	2.59	2.53	0.05
30	2.08	2.18	2.16	2.14	0.05
40	1.94	1.99	1.93	1.95	0.03
50	1.78	1.79	1.89	1.82	0.06
60	1.73	1.72	1.8	1.75	0.04
70	1.67	1.68	1.7	1.68	0.02
80	1.60	1.65	1.64	1.63	0.03
90	1.62	1.57	1.54	1.58	0.04
100	1.56	1.55	1.55	1.55	0.01

ตารางภาคผนวก 63 แสดงค่าการวัดความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ระดับความเค็ม(%)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	$\bar{R}$	SD
	ความต้านทาน (M Ω)	ความต้านทาน (M Ω)	ความต้านทาน (M Ω)	(M Ω)	
0	2.898	2.910	2.830	2.879	0.043
10	2.590	2.578	2.569	2.579	0.011
20	2.552	2.540	2.538	2.543	0.008
30	2.520	2.513	2.507	2.513	0.007
40	2.488	2.488	2.484	2.487	0.002
50	2.466	2.462	2.462	2.463	0.002
60	2.443	2.442	2.440	2.442	0.002
70	2.439	2.435	2.438	2.437	0.002
80	2.419	2.419	2.418	2.419	0.001
90	2.407	2.402	2.406	2.405	0.003
100	2.402	2.401	2.400	2.401	0.001

ตารางภาคผนวก 64 แสดงค่าความต้านทานของสารละลายเกลือที่ระดับความเค็มต่าง ๆ โดยใช้หัววัดสแตนด์เลส จากเครื่องมือวัดความเค็มที่สร้างขึ้น

ระดับความเค็ม	ครั้งที่ 1 (Ω)	ครั้งที่ 2 (Ω)	ครั้งที่ 3 (Ω)	$\bar{R}$ (Ω)	SD
100	20.00	20.00	20.00	20.00	0
90	20.00	20.00	20.00	20.00	0
80	20.00	20.00	20.00	20.00	0
70	20.00	20.00	20.00	20.00	0
60	22.00	22.00	22.00	22.00	0
50	22.50	22.50	22.50	22.50	0
40	23.75	23.75	23.75	23.75	0
30	25.00	25.00	25.00	25.00	0
20	28.00	28.00	28.00	28.00	0
10	34.00	34.00	34.00	34.00	0
0	150.00 (k Ω)	140.00 (k Ω)	150.00 (k Ω)	146.67 (k Ω)	5.7735

ตารางภาคผนวก 65 เปรียบเทียบค่าความต้านทานไฟฟ้าของสารละลายเกลือ ที่ระดับความเค็มต่าง ๆ

ระดับความเค็ม (%)	(R) ⁽¹⁾	(R) ⁽²⁾	(R) ⁽³⁾
100	20.00	21.00	24.00
90	20.00	24.00	24.33
80	20.00	26.00	26.00
70	20.00	26.00	26.33
60	20.00	26.00	26.67
50	22.50	26.67	29.67
40	23.75	28.00	30.00
30	25.00	30.00	32.00
20	28.00	33.33	34.00
10	34.00	40.00	40.67

(R)⁽¹⁾ = ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยไม่ให้กระแส

(R)⁽²⁾ = ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยให้กระแส DC 3V

(R)⁽³⁾ = ค่าความต้านทานของสารละลายเกลือจากหัววัด สแตนเลส โดยให้กระแส AC 5.62 V

ตารางภาคผนวก 66 แสดงค่ากระแส ศักย์ไฟฟ้า และค่าความต้านทาน ของสารละลายเกลือ โดย
ใช้หัววัดสแตนเลส ไฟฟ้ากระแส AC 5.62 V จากแหล่งจ่ายไฟ Power supply รุ่น KBM 3002

ระดับ ความ เค็ม	ครั้งที่ 1 I (mA)	ครั้งที่ 2 I (mA)	ครั้งที่ 3 I (mA)	$\bar{I}$	SD	ครั้งที่ 1 V (V)	ครั้งที่ 2 V (V)	ครั้งที่ 3 V (V)	$\bar{V}$	SD	ครั้งที่ 1 R	ครั้งที่ 2 R	ครั้งที่ 3 R	$\bar{R}$	SD
100	70.4	71.90	71.60	71.30	0.79	0.62	0.62	0.63	0.62	0.01	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00
90	70.7	70.80	70.10	70.53	0.38	0.63	0.63	0.64	0.63	0.01	24.00	24.00	25.00	24.33	0.58
80	70.5	70.50	69.80	70.27	0.40	0.63	0.63	0.68	0.65	0.03	26.00	26.00	26.00	26.00	0.00
70	69.9	69.70	69.80	69.80	0.10	0.68	0.69	0.69	0.69	0.01	26.00	26.00	27.00	26.33	0.58
60	69.8	69.40	69.30	69.50	0.26	0.69	0.69	0.70	0.69	0.01	27.00	27.00	26.00	26.67	0.58
50	68.9	69.20	69.60	69.23	0.35	0.74	0.65	0.73	0.71	0.05	29.00	30.00	30.00	29.67	0.58
40	68.2	68.70	68.40	68.43	0.25	0.76	0.74	0.76	0.75	0.01	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
30	68.1	68.20	67.70	68.00	0.26	0.8	0.79	0.78	0.79	0.01	32.00	32.00	32.00	32.00	0.00
20	66.9	67.9	67.70	67.50	0.53	0.87	0.80	0.81	0.83	0.04	34.00	34.00	34.00	34.00	0.00
10	64.8	64.90	65.90	65.20	0.61	0.97	0.97	0.87	0.94	0.06	40.00	40.00	42.00	40.67	1.15

ตารางภาคผนวก 67 แสดงค่ากระแส ศักย์ไฟฟ้า และค่าความต้านทาน ของสารละลายเกลือ โดย
ใช้หัววัดสแตนด์เลส ใช้ไฟฟ้ากระแส DC 3 V จากถ่านไฟฉาย (D size)

ระดับ ความ เค็ม	ครั้งที่ 1 I (mA)	ครั้งที่ 2 I (mA)	ครั้งที่ 3 I (mA)	$\bar{I}$	SD	ครั้งที่ 1 V (V)	ครั้งที่ 2 V (V)	ครั้งที่ 3 V (V)	$\bar{V}$	SD	ครั้งที่ 1 R	ครั้งที่ 2 R	ครั้งที่ 3 R	$\bar{R}$	SD
100	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00	2.80	2.80	1.20	2.27	0.92	22.00	20.00	21.00	21.00	1.00
90	19.00	19.00	19.00	19.00	0.00	2.80	2.80	1.20	2.27	0.92	24.00	24.00	24.00	24.00	0.00
80	19.00	18.00	18.00	18.33	0.58	2.80	2.80	1.20	2.27	0.92	26.00	26.00	26.00	26.00	0.00
70	18.50	18.50	18.00	18.33	0.29	2.80	2.70	1.20	2.23	0.90	26.00	26.00	18.50	23.50	4.33
60	18.50	17.00	17.50	17.67	0.76	2.80	2.80	1.40	2.33	0.81	26.00	26.00	26.00	26.00	0.00
50	18.50	17.50	17.50	17.83	0.58	2.80	2.80	1.40	2.33	0.81	26.00	27.00	27.00	26.67	0.58
40	17.50	17.50	17.50	17.50	0.00	2.80	2.80	1.40	2.33	0.81	28.00	28.00	28.00	28.00	0.00
30	17.00	17.00	16.50	16.83	0.29	2.80	2.80	1.40	2.33	0.81	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
20	16.00	16.00	15.00	15.67	0.58	2.70	2.70	1.40	2.27	0.75	34.00	32.00	34.00	33.33	1.15
10	15.00	14.00	15.00	14.67	0.58	2.70	2.70	1.60	2.33	0.64	40.00	40.00	40.00	40.00	0.00

ตารางภาคผนวก 68 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือบ่อ บ่อหลวง บ่อที่ 1 กับบ่อหลวง บ่อที่ 2 ที่กลุ่มผู้ต้มเกลือตักน้ำเกลือบ่อทิ้ง โดยใช้เครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU_NAN_I)

วัน เดือน ปี	บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ1 (mA)	บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 (mA)	หมายเหตุ
5 พ.ค.2551	14	35	
6 พ.ค.2551	13	32	
7 พ.ค.2551	18	34	
8 พ.ค.2551	13	35	
9 พ.ค.2551	12	28	ตอนกลางคืนมีฝนตกหนักตลอดทั้งคืน

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือที่ตักทิ้งขึ้นกับปริมาณน้ำฝนและน้ำที่ผสมอยู่ ซึ่งแต่ละวันจะมีค่าไม่เท่ากัน

ตารางภาคผนวก 69 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือบ่อ บ่อหลวง บ่อที่ 1 กับบ่อหลวง บ่อที่ 2 ที่กลุ่มผู้ต้มเกลือตักน้ำเกลือบ่อไปใช้ต้ม โดยใช้เครื่องมือวัดความเค็ม รุ่นเสริมเก่ง (SWU_NAN_I)

วัน เดือน ปี	บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ1		บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2			
	เตาที่ 1*	เตาที่ 1*	เตาที่ 2*	เตาที่ 3*	เตาที่ 4*	เตาที่ 5*
	(mA)	(mA)	(mA)	(mA)	(mA)	(mA)
5 พ.ค.2551	43	43	43	42	43	42
6 พ.ค.2551	43	43	43	42	43	43
7 พ.ค.2551	42	43	43	43	42	43
8 พ.ค.2551	42	43	42	43	43	43
9 พ.ค.2551	42	42	42	42	43	42

ทำการวัดโดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเกลือบ่อ ที่กลุ่มผู้ต้มเกลือนำไปต้ม ระหว่างวันที่ 5 – 9 พฤษภาคม.2551

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ1 เตาที่ 1* = เตาต้มเกลือของนายสนั่น ทะศรีแก้ว
บ้านเลขที่ 116 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 เตาที่ 1* = เตาต้มเกลือของนายลอย ลำหมั่น
บ้านเลขที่ 16 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 เตาที่ 2* = เตาต้มเกลือของนางสมพันธ์ จินาพร
บ้านเลขที่ 10 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 เตาที่ 3* = เตาต้มเกลือของนายอรุณ เขื่อนเมือง

บ้านเลขที่ 12 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 เตาที่ 4* = เตาต้มเกลือของนายสำรวย อุปจักร์

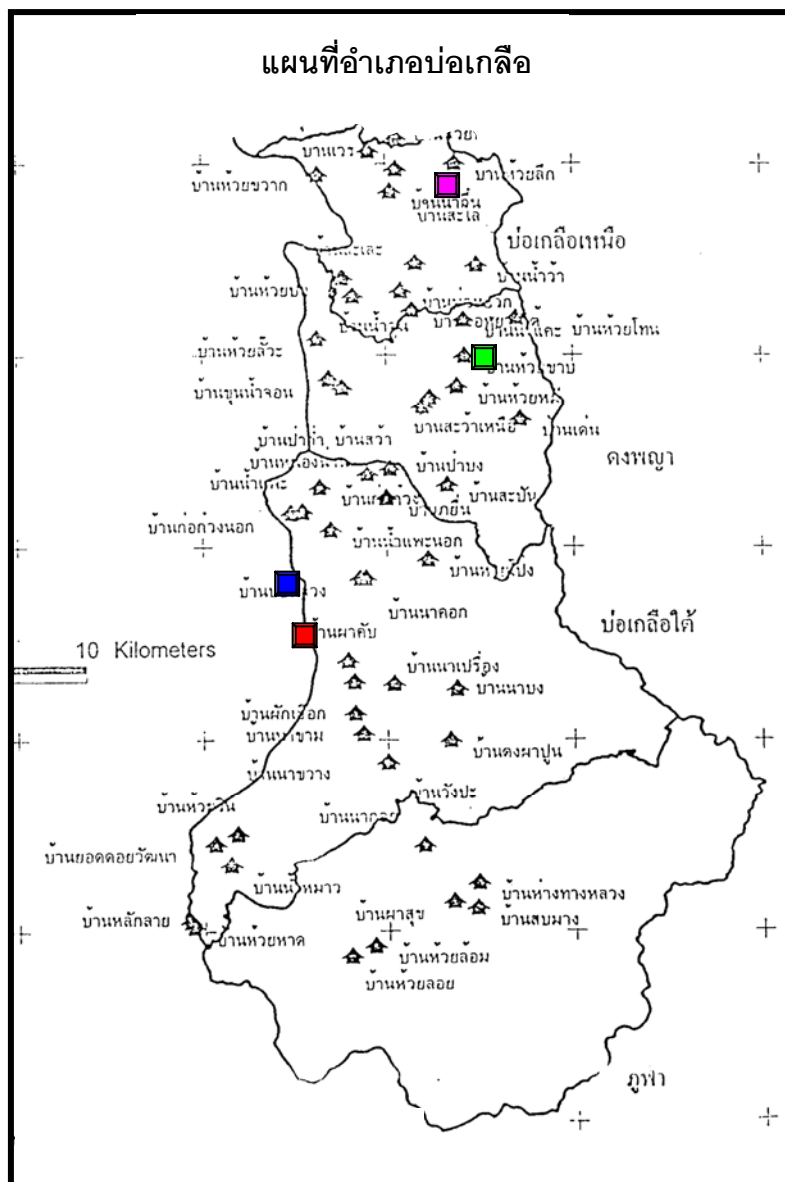
บ้านเลขที่ 74 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

บ่อเกลือบ่อหลวง บ่อ2 เตาที่ 5* = เตาต้มเกลือของนายตีบ สุธะเสียน

บ้านเลขที่ 4 หมู่1 ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

ภาคผนวก ค

ตาราง รูปสถานที่ตั้งของบ่อเกลือในอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 1 แผนที่อำเภอบ่อเกลือและแสดงที่ตั้งของบ่อเกลือแต่ละบ่อ

- บ่อเกลือบ้านบ่อหลวง บ่อที่ 1 อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 650 เมตร
ละติจูดที่ 182°N ลองจิจูดที่ 268°E
- บ่อเกลือบ้านบ่อหลวงบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 650 เมตร
ละติจูดที่ 185°N ลองจิจูดที่ 269°E
- บ่อตอง บ้านบ่อหยวก อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 920 เมตร
ละติจูดที่ 330°N ลองจิจูดที่ 292°E
- บ่อน่าน บ้านนากีน อยู่เหนือระดับน้ำทะเล 1,035 เมตร
ละติจูดที่ 362°N ลองจิจูดที่ 287°E

วัดค่าจากเครื่องสำรวจหาตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS) MAGELLAN GPS รุ่น 315)



ภาพประกอบภาคผนวก 2 บ่อเกลือบ่อที่ 1 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

\



ภาพประกอบภาคผนวก 3 บ่อเกลือบ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 4 ป่อเกลือบ่อดอง ตำบลบ่อเกลือบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 5 ป่อเกลือบ่อน่าน บ้านนาเกิ่น ตำบลบ่อเกลือบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 6 เตาต้มเกลือ บ่อหลวง บ่อที่ 2 บ้านบ่อหลวง อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 7 ตะกร้าใส่เกลือ



ภาพประกอบภาคผนวก 8 น้ำบั้ง (อุปกรณ์สำหรับใส่น้ำเกลือไปยังเตาต้มเกลือ)



ภาพประกอบภาคผนวก 9 เตาต้มเกลือบ่อนาน บ้านนาถิ่น ตำบลบ่อเกลือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 10 ป่อเกลือป่อหลวง บ่อที่ 1 ตำบลป่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 11 ป่อเกลือป่อหลวง บ่อที่ 2 ตำบลป่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 12 บ่อเกลือบ่อตอง บ้านบ่อหยวก ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 13 บ่อเกลือบ่อน่านบ้านนาเกิ่น ตำบลบ่อเกลือเหนือ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน



ภาพประกอบภาคผนวก 15 กล่าวถวายรายงานงานวิจัยแต่ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
สยามบรมราชกุมารี วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2551 ณ ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา ตำบลภูฟ้า อำเภอป่อเกือ
จังหวัดน่าน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	ศุภชัย ชุ่มใจ
วันเดือนปีเกิด	19 ตุลาคม 2517
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลน่าน จังหวัดน่าน
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	36 หมู่ 15 ตำบลกลางเวียง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 55110
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูคศ.1 โรงเรียนบ้านบ่อหลวง สาขาห้วยโป่ง อำเภอบ่อเกลือ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านบ่อหลวง สาขาห้วยโป่ง ตำบลบ่อเกลือใต้ อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดน่าน
พ.ศ.2540	ปริญญาตรี (ครุศาสตร์บัณฑิต) วิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา สถาบันราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์
พ.ศ.2551	ปริญญาโท (การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ