

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในฤดูแล้งเพื่อการเกษตร

จิรวัดน์ ภูพานูตาตา¹, รวิภัทร ลาภเจริญสุข^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร, 10520

ผู้เขียนติดต่อ: รวิภัทร ลาภเจริญสุข E-mail: ravipat.la@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในฤดูแล้งเพื่อการเกษตร ข้อมูลคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าความเค็มและค่าออกซิเจนละลายได้มาจากสถานีตรวจวัดน้ำของกรมชลประทาน 9 สถานีบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ได้แก่ สมุทรสาคร ประจวบคีรีขันธ์ สี่วาฬพาสวัสดิ์ ประตุน้ำกระทุ่มแบน ปากคลองบางยาง ประจวบคีรีขันธ์ ประตุน้ำกระทุ่มแบน ประจวบคีรีขันธ์ อ้อมใหญ่ อำเภอสสามพราน สะพานปฐมโพธิ์แก้ว และอำเภอนครชัยศรี ในช่วงเวลาย้อนหลัง 5 ปี คือตั้งแต่ พ.ศ.2555 ถึง พ.ศ.2559 ในเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ค่าความเค็มและค่าออกซิเจนละลายได้จากทั้ง 5 ปีถูกเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test ผลจากวิเคราะห์พบว่าในช่วง พ.ศ. 2555 ถึง 2557 ค่าความเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลง ในขณะที่จากในปี 2558 ถึง 2559 ที่ค่าความเค็มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาค่าออกซิเจนละลายได้ในช่วงปี พ.ศ. 2555 ถึง 2558 ค่าออกซิเจนละลายได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในปี พ.ศ. 2559 ค่าออกซิเจนละลายได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความสัมพันธ์นี้มีความสำคัญสำหรับการบริหารจัดการน้ำในการระบายน้ำเพื่อบรรเทาน้ำเค็มและปรับปรุงคุณภาพในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างให้กับพื้นที่การเกษตร

คำสำคัญ: แม่น้ำท่าจีน, ค่าความเค็ม, ค่าออกซิเจนละลายได้, ฤดูแล้ง

Study of Water Quality Changes of Lower Tha Chin River in Dry Season for Agriculture

Jirawat phuphanutada¹, Ravipat Lapcharoensuk^{1*}

¹Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, 10520.

Corresponding author: Ravipat Lapcharoensuk. E-mail: ravipat.la@kmitl.ac.th

Abstract

This research aims to study water quality changes of lower Tha Chin river in dry season for agriculture. Water qualities including salinity and dissolved oxygen were obtained from 9 stations of the royal irrigation department around lower Tha Chin river, there were Samutsakhon, Siwapasawat floodgate, Krathumbaen watergate, Pakklongbangyang, Krathumbaen floodgate, Omyai floodgate, Sampran district, Pathomphokaeo bridge and Nakhonchaisri district last 5 years (in January to April from 2012 to 2016) ago. Bring salinity and oxygen dissolved from 5 years were compared mean using Duncan's multiple range test method. The results of the analysis showed that salinity did not change from 2012 to 2014, the while salinity increase significantly between 2015 to 2016. The dissolved oxygen did not change in 2012 to 2015 but dissolved oxygen was reduced significantly in 2016. This relation is important for water management to drain water to saline water and water quality improvement of lower Tha Chin river for agricultural land.

Keywords: Tha Chin river, Salinity, Dissolved oxygen, Dry season.

1. บทนำ

ลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่ทางตอนกลางประเทศไทย และอยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 13,477.16 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 13 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี ชัยนาท นครปฐม นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา ราชบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง และอุทัยธานี (แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น, 2555) ทั้งนี้พื้นที่บริเวณแม่น้ำท่า

จีนตอนล่างบริเวณจังหวัดนครปฐมถึงจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมที่อาศัยน้ำจากแม่น้ำท่าจีนเป็นหลักและโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่สวนผลไม้ เช่น ส้มโอ มะม่วง มะพร้าว น้ำหอม และสวนกล้วยไม้ที่นำรายได้เข้าประเทศกว่าสองพันล้านบาทถึงสามพันล้านบาทต่อปี แต่โดยลักษณะทางธรรมชาติของบริเวณนี้ติดปากอ่าวซึ่งมักได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุนจึงทำให้น้ำบริเวณนี้มีสภาพเค็มขึ้นถึงและมีผลต่อการปลักดินน้ำเสียซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำ โดยเฉพาะสำหรับการทำการเกษตร

ความเค็มของน้ำเป็นปัญหาหนึ่งทางการเกษตรของประเทศ เพราะพื้นที่ที่น้ำมีความเค็มไม่สามารถทำการเกษตรหรือปลูกพืชเศรษฐกิจได้ เพราะความเค็มของน้ำส่งผลกระทบต่ออาการเจริญของพืชในหลายด้าน เช่น ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง โดยเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้นการเจริญเติบโตของพืชจะลดลง (อัจฉรา จิตตลดากร, 2558) เนื่องจากความดันออสโมติกที่รากพืชสัมผัสกับสารละลายที่มีเกลือในความเข้มข้นที่สูงทำให้เกิดความแตกต่างของค่าศักย์ (water potential) จึงเป็นผลให้พืชขนาน้ำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยลงตามความเข้มข้นของสารละลายเกลือที่เพิ่มขึ้น และเมื่อความเข้มข้นของเกลือมากขึ้นทำให้ค่าศักย์ของสารละลายในดินต่ำกว่าในต้นพืช จึงทำให้น้ำในเซลล์พืชเคลื่อนย้ายจากภายในเซลล์ออกสู่ภายนอก ส่งผลให้พืชแสดงอาการขาดน้ำและเกิดความเป็นพิษเนื่องจากไอออนบางชนิด (toxic effect) เมื่อสารละลายในดินมีความเข้มข้นของไอออนสูง พืชจะดูดและสะสมไอออนเหล่านั้นจนถึงระดับเป็นพิษและมีผลโดยตรงต่อสรีรวิทยาของพืช เมื่อพืชได้รับโซเดียมคลอไรด์ความเค็มของเกลือจะทำให้พืชดูดสะสมไอออน ผลที่เกิดส่วนใหญ่เกิดจากความเค็มของโซเดียมและคลอไรด์ที่มีมากเกินไปหรือทำให้พืชขาดน้ำเนื่องจากเกลือเข้าไปมากเกินไปแต่พืชก็จะมีกรรมวิธีในการบรรเทาอาการเป็นพิษจากเกลือโดยการขับเกลือออกทางรากหรือเก็บไว้ในแวคิวโอล (Laloknam et al., 2008) นอกจากนี้ความเค็มยังมีผลต่อการหายใจของพืช ทำให้การเจริญเติบโตของพืชถูกจำกัดเพราะมีการหายใจมากขึ้นหรือมีการใช้สารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้น และยังพบว่าความเค็มจะทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมเปลี่ยนแปลงไป คือยับยั้งการดูดธาตุอาหารอื่นๆ ซึ่งมีผลต่อสมดุลของประจุทำให้เกิดความเค็ม โดยพบว่าความสมดุลระหว่างธาตุโซเดียมกับโพแทสเซียมในสภาพที่มีความเค็มสูงจะเป็นแบบหักล้างกัน คือเมื่อปริมาณประจุชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นจะทำให้การดูดซึมประจุอีกชนิดหนึ่งลดลง เมื่อพืชมีการดูดโซเดียมเข้าไปมากเกินไปทำให้พืชไม่สามารถใช้โพแทสเซียมได้เต็มที่ โดยอาการของพืชที่เกิดขึ้นจะคล้ายกับการขาดน้ำ เช่น เหี่ยว ใบพืชมีสีเขียวเข้ม ใบหนา หรือมีไขคลุมใบ อาการนี้จะแตกต่างกันไปตามระยะเวลาการเจริญเติบโต และจะมีผลชัดเจนที่สุดเมื่อเกิดในระยะแรกของการเจริญเติบโต แต่ถ้าความเค็มค่อนข้างต่ำ อาจไม่สามารถสังเกตความผิดปกติของพืชได้ เนื่องจากความผิดปกติไม่ชัดเจนและความผิดปกติเกิดขึ้นสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง ซึ่งความเค็มจะมีหน่วยวัดเป็นกรัมต่อน้ำหนึ่งตันหรือหนึ่งในพันส่วน หรือ พีพีที (ppt = part per ton) (วิจิตพล มีแก้ว และคณะ. 2553)

ส่วนออกซิเจนเป็นก๊าซที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งที่อาศัยอยู่บนพื้นดินและในน้ำ สิ่งมีชีวิตในน้ำได้รับออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของพืชที่ปล่อยออกซิเจนอิสระออกมาละลายอยู่ในน้ำ และจากการแพร่ของออกซิเจนจากบรรยากาศลงสู่น้ำ ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมากและไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ ซึ่งปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำคือ Dissolved Oxygen หรือ DO ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่จะบอก

คุณภาพของน้ำซึ่งจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำ ความดันบรรยากาศ สิ่งเจือปนในน้ำ (impurities) โดยจะแสดงให้เห็นว่าในแหล่งนั้นมี ความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือเหมาะสมกับการไปใช้ในการเกษตรกรรมเพียงใดซึ่งพิจารณาจากปริมาณออกซิเจนในน้ำ หากมีปริมาณน้อยแสดงว่าน้ำเสีย โดยสามารถวัดได้โดยใช้เครื่อง DO Meter หรือใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมีที่เรียกว่า เอไซด์โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) (วิมลมาศ สตราตัน, 2556) ซึ่งค่ามาตรฐานของน้ำที่มีคุณภาพดีโดยทั่วไปจะมีค่า DO ประมาณ 5-8 ppm หรือปริมาณ O₂ ละลายอยู่ประมาณ 5-8 มิลลิกรัม/ลิตร หรือ 5-8 ppm น้ำเสียจะมีค่า DO ต่ำกว่า 3 ppm

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่างในฤดูแล้งเพื่อการเกษตร โดยเก็บข้อมูลในช่วงฤดูแล้งคือตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2555 – 2559 โดยสาเหตุที่เลือกศึกษาในฤดูแล้งเป็นช่วงที่มีค่าความเค็มสูงและมีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำเพื่อใช้ในการผลักดันน้ำเค็ม ความสัมพันธ์นี้จะช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการปริมาณน้ำต้นทุนของกรมชลประทานได้ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 จุดเก็บข้อมูลตัวอย่างน้ำ

ข้อมูลตัวอย่างน้ำได้มาจากสถานีของกรมชลประทานทั้งสิ้น 9 สถานี บริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ได้แก่ สถานีสมุทรสาคร สถานีประจวบฯ น้ำสี่วาพาสวัสดิ์ สถานีประตู่ฯ ราษฎร์บำรุง สถานีปากคลองบางยาง สถานีประจวบฯ น้ำกระทุ่มแบน สถานีประจวบฯ น้ำอ้อมใหญ่ สถานีอำเภอสามพราน สถานีสะพานปฐมโพธิ์แก้ว และสถานีอำเภอนครชัยศรี ช่วงเวลา 5 ปีย่อยหลัง (พ.ศ. 2555 – พ.ศ. 2559) ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายนซึ่งเป็นฤดูแล้ง

2.2 วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

โดยปกติแล้วกรมชลประทานใช้วิธีการตรวจวัดจากแหล่งน้ำโดยตรง (บุญศิริ ศิริสวัสดิ์, 2556) โดยใช้เครื่องวัดน้ำ (รุ่น SYI556MPS ผู้ผลิต YSI ประเทศสหรัฐอเมริกา) ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งมีความสามารถในการวัดได้ 5 ค่า คืออุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำ ความเป็นกรด/ด่าง และดัชนีในการเกิดค่าออกซิเดชัน-รีดักชัน โดยทำการจุ่มหัววัดลงในน้ำที่ความลึกไม่เกิน 1.00- 1.50 เมตร จากผิวน้ำ ในแต่ละสถานีทำการตรวจวัดสถานีละสองจุด ณ บริเวณกลางน้ำ และริมตลิ่ง จุดละ 2 ครั้งแล้วมาหาค่าเฉลี่ย

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลค่าความเค็มและปริมาณออกซิเจนในน้ำถูกเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ One-way ANOVA ตามอิทธิพลของปีที่เก็บข้อมูล (5 ปีย่อยหลัง) โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



Figure 1 Water meter.

Table 1 แสดงค่าความเค็มจากสถานีตรวจวัดน้ำทั้ง 9 สถานีในบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีนตอนล่างช่วงฤดูแล้ง 5 ปีซ้อนหลังจากข้อมูลเห็นได้ว่าค่าความเค็มมีค่าสูงขึ้นตามปี พ.ศ. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่หลายสถานียกเว้นสถานีสามพรานและกระทู้มแบน โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2558 -2559 ค่าความเค็มแต่ละสถานีมีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นปีที่มีปริมาณน้ำต้นทุนน้อยและประสบปัญหาภัยแล้ง ทำให้เกษตรกรสูบน้ำในแม่น้ำไปใช้จำนวนมาก ส่งผลให้ไม่มีน้ำต้นทุนไปผลักดันน้ำเค็ม บริเวณสถานีสมุทรสาครเป็นบริเวณที่ติดกับทะเลมากที่สุดจึงส่งผลให้มีค่าความเค็มสูงกว่าอีกทั้ง 8 สถานีมาก

3. ผลและวิจารณ์

Table 1 Salinity from 9 stations of South Side of Tha Chin River at 5 years ago (2012 – 2016).

Station	Year				
	2012	2013	2014	2015	2016
Samutsakhon	9.33±0.93 ^a	14.61±5.22 ^{ab}	12.76±5.04 ^{ab}	20.04±7.70 ^{bc}	24.14±3.68 ^c
Siwapasawat floodgate	0.47±0.16 ^a	2.91±3.14 ^a	2.92±3.76 ^a	10.21±5.57 ^b	15.87±2.76 ^c
Krathumbaen watergate	0.26±0.03 ^a	0.30±0.08 ^a	0.27±0.06 ^a	5.41±4.06 ^b	9.08±1.74 ^c
Pakklongbangyang	0.21±0.04 ^a	0.22±0.05 ^a	0.22±0.07 ^a	3.52±3.50 ^b	6.29±1.51 ^c
Krathumbaen floodgate	0.18±0.01 ^a	0.19±0.03 ^a	0.18±0.05 ^a	2.35±3.05 ^a	2.66±1.41 ^a
Omyai floodgate	-	-	-	1.64±2.36 ^a	1.19±0.56 ^a
Sampran district	0.16±0.00 ^a	0.15±0.02 ^a	0.14±0.01 ^a	0.80±1.04 ^a	0.37±0.04 ^a
Pathomphokaeo bridge	0.15±0.00 ^a	0.13±0.01 ^a	0.13±0.00 ^a	0.25±0.06 ^b	0.29±0.05 ^b
Nakhonchaisri district	0.14±0.00 ^a	0.12±0.00 ^a	0.12±0.00 ^a	0.12±0.05 ^b	0.24±0.05 ^b

Similar horizontal characters indicate that there is no statistically significant difference at the significant level 0.05

Unlike the horizontal letters, there are significant differences at the significant level 0.05

Table 2 DO value from 9 stations of South Side of Tha Chin River at 5 years ago (2012 – 2016).

Station	Year				
	2012	2013	2014	2015	2016
Samutsakhon	1.27±0.43 ^a	1.33±0.29 ^{ab}	0.95±0.13 ^{ab}	2.01±1.00 ^{bc}	0.11±0.02 ^c
Siwapasawat floodgate	1.78±0.44 ^a	1.84±0.05 ^a	1.65±0.25 ^a	2.40±1.05 ^b	0.23±0.02 ^c
Krathumbaen watergate	1.81±0.12 ^a	1.86±0.09 ^a	1.86±0.04 ^a	3.27±2.81 ^b	0.45±0.19 ^c
Pakklongbangyang	2.04±0.02 ^a	2.02±0.02 ^a	1.92±0.06 ^a	2.71±1.41 ^b	0.48±0.27 ^c
Krathumbaen floodgate	2.10±0.02 ^a	2.06±0.04 ^a	1.97±0.03 ^a	2.90±1.79 ^a	0.36±0.16 ^a
Omyai floodgate	-	-	-	2.73±1.59 ^a	0.37±0.21 ^a
Sampran district	2.25±0.02 ^a	2.23±0.05 ^a	2.01±0.07 ^a	2.73±1.40 ^a	0.57±0.24 ^a
Pathomphokaeo bridge	2.37±0.02 ^a	2.28±0.09 ^a	2.05±0.09 ^a	2.87±1.48 ^b	0.57±0.18 ^b
Nakhonchaisri district	2.45±0.03 ^a	2.43±0.08 ^a	2.10±0.11 ^a	2.81±1.33 ^b	0.93±0.58 ^b

Similar horizontal characters indicate that there is no statistically significant difference at the significant level 0.05

Unlike the horizontal letters, there are significant differences at the significant level 0.05

Table 2 แสดงค่า DO จากสถานีตรวจวัดน้ำทั้ง 9 สถานีในบริเวณลุ่มแม่น้ำท่าจีนตอนล่างช่วงฤดูแล้ง 5 ปีซ้อนหลังจากข้อมูลเห็นได้ว่าค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำจะมีค่าสูงขึ้นตามปี พ.ศ. อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ยกเว้นปี พ.ศ. 2558 -2559 ค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำแต่ละสถานีมีค่าไม่คงที่ และยิ่งในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณออกซิเจนในน้ำค่อนข้างต่ำเนื่องจากเป็นปีที่ประสบปัญหาปริมาณน้ำต้นทุนที่น้อย มีผลต่อการเพิ่มน้ำเพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำในระบบ

4. สรุป

จากข้อมูลพบว่าคุณภาพน้ำในลุ่มแม่น้ำท่าจีนตอนล่างช่วง 5 ปีซ้อนหลังมีลักษณะคุณภาพที่ต่ำลงโดยมีค่าความเค็มสูงขึ้นและมีค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง ซึ่งจะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เพิ่มปริมาณน้ำชลประทานเพื่อผลักดันน้ำเค็มและเจือจางน้ำเสียซึ่งอาจจะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากำแพงแสน ที่กรุณาอนุเคราะห์บุคลากรและเครื่องมือ และกลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำ ส่วนอุทกวิทยา สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่อนุเคราะห์ข้อมูลและวิธีการ

6. เอกสารอ้างอิง

อัจฉรา จิตตลดากร. 2558. ผลกระทบของคุณภาพน้ำต่อการผลิตพืช. วารสารเกษตร. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช http://agrijournal.stou.ac.th/paper/P1_9.pdf เข้าถึงเมื่อ 12 มิถุนายน 2560.
วิจิตพล มีแก้ว, ณัฐพล ชันธปราบ, สุรศักดิ์ ละลอกน้ำ. 2553. การปรับตัวของพืชภายใต้ภาวะที่มีความเค็ม. วารสารก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ ปีที่ 10 <https://sciweb/emagazine/10-2/chapter-4.pdf> เข้าถึงเมื่อ 12 มิถุนายน 2560.

วิมลมาศ สดาร์ตัน. 2556. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ กลุ่มงานเคมี ส่วนวิจัยและพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน. <http://kmcenter.rid.go.th/kmc17/data/Knowledge%2017/-Studies%20and%20research/Manual/040756-02.pdf> เข้าถึงเมื่อ 16 พฤษภาคม 2560.

แอสตีคอน คอร์ปอเรชั่น. 2555 รายงานการดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 กลุ่มน้ำและแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง: กลุ่มน้ำท่าจีน, สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). <http://www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/13-thachin.pdf> เข้าถึงเมื่อ 16 พฤษภาคม 2560.

Laloknam, S., Sirisopana, S., Limchoovong, S., Phomphisuthimas, S., Kosiarpa, T., Areeyadej, W., Puangkwan, P., and Nilapai, Y. (2008). Betaine, Glycerol, and Proline enhance seed germination and plant growth of Mung bean (*Vigna radiata* L.) under high salinity. The 34th Congress on Science and Technology of Thailand. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok, Thailand.

บุญศิริ สิริสวัสดิ์. 2556. การตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยเครื่องมือตรวจวัดภาคสนาม. สารสนเทศสิ่งแวดล้อม <https://www.gotoknow.org/posts/548059> เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2560.