การศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์ และแร่ธาตุที่สำคัญ ของอาหารชนิดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และผลกระทบต่อปัจจัยเสี่ยง ของโรคนิ่วไต

โดย

ปิยะรัตน์	โตสุโขวงศ์	จุฬาลักษณ์	โชติกสถิตย์
พงษ์ศักดิ์	พันธุ์สิน	เนาวรัตน์	สิมหะนันทน์
เกรียง	ตั้งสง่า	หงษ์	ศรีบุญลือ
ดวงจันทร์	รัตนชวงศ์	วิศิษฐ์	สิตปรีชา

จท
พ 15
006839

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการมหาวิทยาลัยสนับสนุนงานพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามโครงการน้ำพระทัยจากในหลวง

รายงานวิจัยโครงการพัฒนาคุณภาพชีวิต

เรื่อง

การศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุที่สำคัญของอาหารชนิดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและผลกระทบต่อปัจจัยเสี่ยงของโรคนิ่วไต

(Study of organic acid and mineral contents in fruits and vegetables in Northeastern of Thailand and impact on Nephrolithiasis)

โดย

บิยะรัตน์ โตสุโขวงศ์ จุฬาลักษณ์ โชติกสถิตย์
พงษ์ศักดิ์ พันธุ์ลิน เนาวรัตน์ ลีฬหะพันธุ์
เกรียง ตั้งสง่า พจน์ ศรีบุญลือ
จวงจันทร์ ชัยธชวงค์ วิศิษฏ์ สิตปรีชา

ทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
" โครงการมหาวิทยาลัยสนับสนุนงานพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามโครงการน้ำพระทัยจากในหลวง "

21 ส.ค. 2543

067877 I18412O6X

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทนำ	1
วัตถุประสงค์และประโยชน์ของงานวิจัย	6
แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	7
วิธีการวิจัย	8
ผลการศึกษาวิจัย	11
อภิปรายและสรุปผลการวิจัย	54
เอกสารอ้างอิง	62

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ จฬ
ฟ15
เลขทะเบียน 006839
วัน,เดือน,ปี 2 ก.ค. 35

คำนำ

(รายงานการปฏิบัติงานเพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางวิชาการและงานวิจัย)

จากผลงานร่วมของคณะวิจัยโรคนิ่วไตคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นพบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคนิ่ว โรคไหลตาย และโรคอื่น ๆ ที่พบบ่อย ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ

1. การขาดโพแทสเซียมในร่างกาย (potassium depletion)

2. การขาดซิเตรท (hypocitrauria)

3. วานาเดียม และพิษของวานาเดียมกับ ATPase

ดังนั้นในปี 2533 - 2534 คณะวิจัยและข้าพเจ้าได้ดำเนินการวิจัยศึกษาปัจจัยเสี่ยงทั้ง 3 ประการดังกล่าว และได้รายงานผลงานวิจัยพร้อมที่จะตีพิมพ์ ดังนี้

1. Abnormal erythrocyte Na, K-ATPase activity in Northeastern Thai Population

2. Study of organic acid and mineral contents in fruits and vegetables in Northeastern of Thailand and impact on Nephrolithiasis

นอกจากนี้คณะวิจัยดังกล่าวได้ดำเนินการวิจัยอีกหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุเหล่านี้ และกำลังดำเนินการเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยต่อไป

ปิยะรัตน์ โตสุโขวงศ์

กรกฎาคม 2534

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

สารอาหารนอกจากจะมีบทบาททั้งด้านการป้องกันการเกิดนิ่วหรือส่งเสริมการเกิดนิ่ว และยังมีความสำคัญต่อการเกิดโรคที่มีความผิดปกติของเมตาบอลิซึมอื่น ๆ ในประชากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยอีกด้วย ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของสารอาหารที่เป็นตัวยับยั้งการเกิดนิ่วประเภทกรดอินทรีย์ที่สำคัญ คือ ซิเตรท มาเลท และทาร์เทต สารอาหารที่เป็นตัวส่งเสริมให้เกิดนิ่วคือ ออกซาเลท และยูเรท สารอาหารประเภทแร่ธาตุที่เป็นสาเหตุของการเกิดนิ่วและโรคอื่น ๆ เมื่อบริโภคไม่ได้สัดส่วน ได้แก่ โพแทสเซียม (K) โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) และฟอสฟอรัส (P) รวมทั้งวานาเดียมซึ่งเป็นสารพิษจากผักและผลไม้ที่ขึ้นหรือปลูกในหมู่บ้านชนบทรอบ ๆ เมืองขอนแก่น นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบค่าของสารอาหารเหล่านี้ในสารตัวอย่างจากขอนแก่นกับกรุงเทพฯ

ผลการศึกษาพบว่าในจำนวนผักและผลไม้ของขอนแก่นทั้งหมด 66 ชนิด มีผลไม้เพียง 7 ชนิด และผัก 6 ชนิด ที่มีปริมาณสารอาหารป้องกันการเกิดนิ่วในระดับที่สูงพอควร ในขณะที่จำนวนผักและผลไม้ของกรุงเทพฯที่มีสารอาหารประเภทนี้มีมากชนิดกว่า (ผลไม้ 12 ชนิด และผัก 12 ชนิด) และส่วนใหญ่ยังมีปริมาณของสารป้องกันการเกิดนิ่วสูงกว่าของขอนแก่น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารที่ส่งเสริมให้เกิดนิ่ว พบว่าผักและผลไม้จากขอนแก่นที่มีออกซาเลทและยูเรทระดับปานกลางถึงระดับสูงจะมีมากชนิดกว่าของกรุงเทพฯ แต่ปริมาณของสารในตัวอย่างผักและผลไม้ที่เหมือนกันไม่แตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของสารประเภทแร่ธาตุ พบว่าผักและผลไม้ของขอนแก่นมีปริมาณของแร่ธาตุ K, Na, Mg, Ca และ P ไม่แตกต่างจากกรุงเทพฯ และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าผักและผลไม้ของขอนแก่นที่มีค่าโพแทสเซียมสูงมีทั้งหมด 39 ชนิด ส่วนกรุงเทพฯมี 36 ชนิด

ผลการวิเคราะห์วานาเดียม พบว่าผักและผลไม้ของขอนแก่นและกรุงเทพฯมีระดับไม่แตกต่างกันมากนัก และไม่มีสารตัวอย่างใดที่มีค่าวานาเดียมสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่พบได้ในอาหารและถือว่าเป็นระดับที่ปลอดภัย

นอกจากนี้ยังพบว่าการเตรียมอาหารทั้งการหุงข้าวเหนียวแบบชาวบ้านที่แช่ข้าวในน้ำนานและเทน้ำทิ้งไป และการลวกผักที่ใช้จิ้มน้ำพริกทำให้สูญเสียค่าโพแทสเซียมไปมาก

จากผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่า ชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโอกาสขาดสารอาหารประเภทที่มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดนิ่วและขาดโพแทสเซียมได้สูงมาก ถ้าแหล่งของสารอาหารที่ชาวชนบทใช้บริโภคยังเป็นผักที่จิ้มน้ำพริกกับข้าวเหนียว และมีผลไม้น้อยมาก การป้องกันการเกิดนิ่วและลดการเกิดนิ่วซ้ำสามารถทำได้ โดยเร่งให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการเตรียมและปรุงอาหารที่สูญเสียโพแทสเซียม และบริโภคอาหารที่มีซิเตรทและโพแทสเซียมปริมาณมากขึ้น จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารอาหารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสุขภาพของประชากรในเขตนี้ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ที่จะมีประโยชน์ต่อการศึกษาและให้ความรู้ด้านพัฒนาสูตรอาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

Abstract

In the Norhteastern Thailand (NE) unbalanced diet may be the primary cause responsible for the renal stone disease (RSD) and other metabolic syndromes. The objective of this study is to analyze for the levels of various substances which inhibit or promote renal stone formation. The important RSD inhibitors are citrate, malate and tartate and RSD promotors are oxalate and urate. There are other substances which play an indirect role in RSD, such as potassium (K), sodium (Na), magnesium (Mg), calcium (Ca) and phosphorus (P). The level of vanadium which is a potent inhibitor of ATPase was also analyzed. The level of these substances in the local vegetables and fruits in Khon Kaen province (KK) were compared with those in the Bangkok (BKK).

Out of 66 kinds of vegetables and fruits of Khon Haen province high levels of RSD inhibitor was found in 7 kinds of fruits and 6 kinds of vegetables whereas a larger number was found in BKK (12 kinds of fruits and 12 kinds of vegetables). The same vegetables and fruits from BKK also contained higher amount of these inhibitor substances than KK. High concentration of oxalate and urate were found in a number of specimen from KK, but only in a few from Bangkok. However the level of these substances between the same specimen from KK and BKK were not different.

From the study of mineral content it was found that the amount of K, Na, Ca, Mg and P in the vegetables and fruits was not significantly different between the two localities. High level of potassium contents were found in 39 specimens and 36 specimens of specimen from KK and BKK respectively.

The vanadium content in all specimens determined was rather low and not excess the level of vanadium found in other normal food. It is unlikely that vegetables and fruits in KK are a source of toxic level of vanadium

From this study we also found that amount of potassium in glutinous rice cooked by preservation of water is higher than convention method practiced by NE people.

It was concluded that with glutinous rice and vegetables as stable diet the local people of the Northeast are likely to

be deficient in both RSD inhibitors and potassium. It is suggested that RSD can be prevented by changing the cooking practice to prevent the loss of potassium and by choosing vegetables or fruits which contain high level of RSD inhibitor.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ

1. ท่านอธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะกรรมการบริหารโครงการมหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนให้ได้รับทุนวิจัยจากโครงการมหาวิทยาลัยสนับสนุนงานพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแนวพระราชดำริ หรือโครงการอิสานเขียวนี้

2. หัวหน้าภาควิชาชีวเคมี และคณาจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการใช้สถานที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้

3. คุณสุภาวดี คนชม คุณสมัย ลีพิพัฒน์ไพบูลย์ และคุณกาญจนา เคาวสุต ที่ช่วยเหลือในงานวิจัยนี้ คุณเมธี วิสุทธิวรรณ ที่ช่วยพิมพ์งานวิจัย เจ้าหน้าที่ภาควิชาชีวเคมีทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการหน่วยไต คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุที่สำคัญของอาหารชนิดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและผลกระทบต่อปัจจัยเสี่ยงของการเกิดนิ่วไต

บทนำ

การเกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะ (urolithiasis) เป็นหนึ่งในกลุ่มโรคที่เป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุข ที่พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย[1,2] และในประเทศพัฒนาอีกหลายประเทศ เช่น อังกฤษ[3] สหรัฐอเมริกา[4] และที่เยอรมัน[5] เป็นต้น สำหรับอาหารและสภาวะโภชนาการนั้นเชื่อว่าเป็นปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบที่สำคัญของการเกิดนิ่วในทางเดินปัสสาวะ Roberson และคณะ[6] รายงานว่าการบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์ (animal protein) มากเกินไปเป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคนิ่วไต (Nephrolithiasis) เช่นเดียวกันกับรายงานของ Pak และคณะ[7] ที่พบว่าการบริโภคอาหารที่มีโปรตีนและพิวรีน (purine) สูงในสหรัฐอเมริกาจะพบโรคนิ่วไตชนิดที่มีแคลเซียมออกซาเลทและยูเรทสูง (hyperuricosuria calcium oxalate nephrolithiasis) รายงานสาเหตุการเกิดนิ่วในต่างประเทศที่เกี่ยวกับสารอาหารนี้ ต่างกับรายงานการศึกษาหาสาเหตุของการเกิดนิ่วในประเทศไทย ที่พบว่าประชากรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ (Bladder stone) มาก มาจากการบริโภคอาหารไม่ได้สัดส่วน คือได้รับสารอาหารโปรตีนต่ำ ฟอสเฟตต่ำ แต่กินผักที่มีออกซาเลทสูง[8] และจากผลการศึกษาหาสาเหตุของโรคนิ่วไตโดยพจน์และคณะ[9] เชื่อว่าการได้รับอาหารที่มีโปรตีนต่ำเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคนิ่วไตของชาวชนบทรอบ ๆ เมืองขอนแก่น เนื่องจากพบว่าเมตาบอไลท์หลายชนิดของโปรตีนมีปริมาณต่ำมากในปัสสาวะของประชากรที่ศึกษาทั้งชาวชนบทที่ปกติและเป็นนิ่วไตเมื่อเทียบกับชาวเมือง ซึ่งได้แก่ ยูเรท ฟอสเฟต ซัลเฟต ซิเตรท โพแทสเซียม และโซเดียม เป็นต้น และได้พบภาวะโพแทสเซียมต่ำในเลือด (hypokalemia) ถึง 40 % ในประชากรที่ศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ภายหลังยังได้ศึกษาพบความสัมพันธ์ของภาวะขาดโพแทสเซียมกับภาวะซิเตรทต่ำในปัสสาวะเป็นแบบ (linear correlation) ด้วย นั่นคือคนที่มีโพแทสเซียมต่ำในร่างกายจะทำให้มีภาวะซิเตรทต่ำในปัสสาวะ[10]

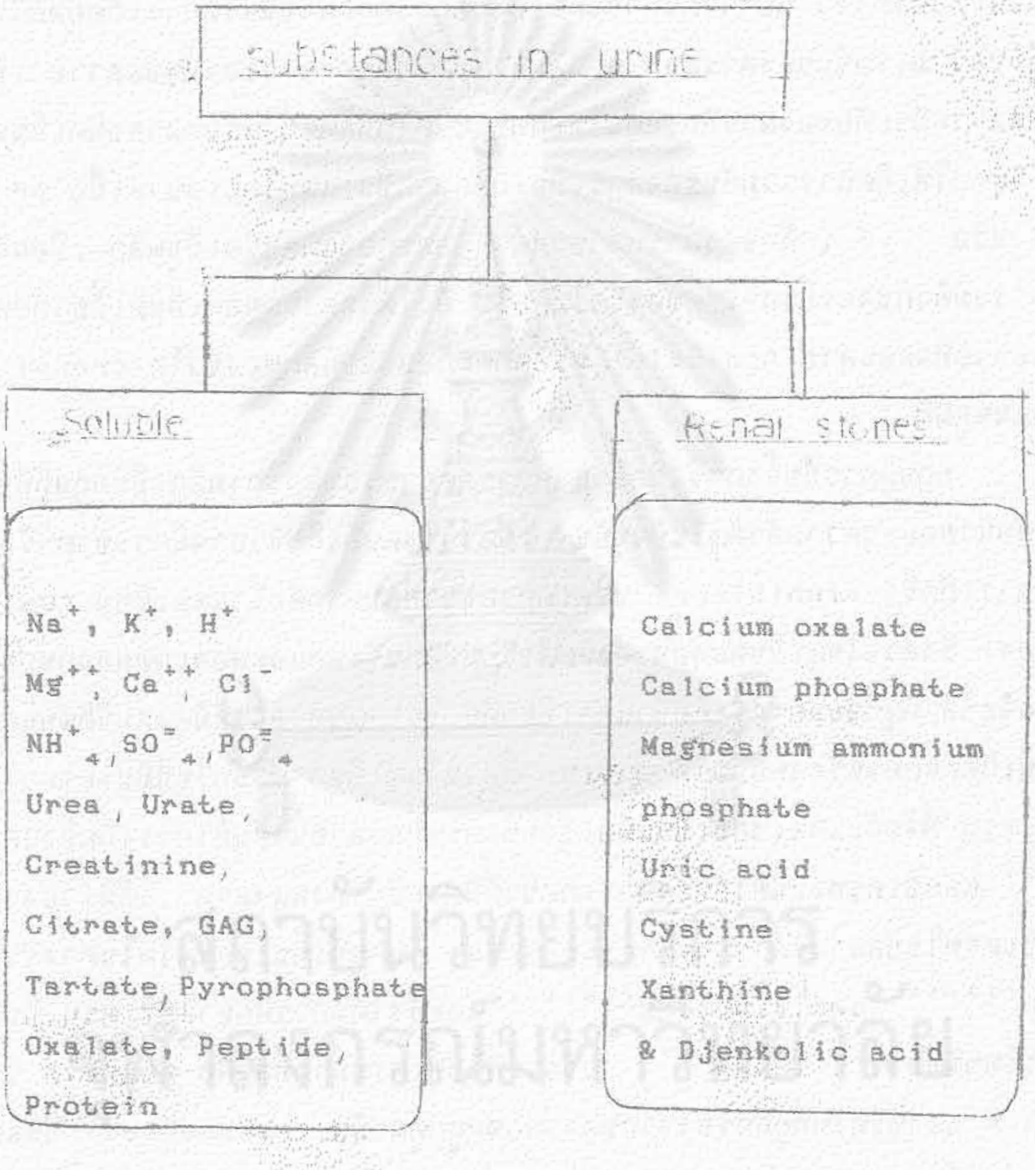
หนึ่งในทฤษฎีของกลไกการเกิดนิ่วพบว่า การเกิดนิ่วขึ้นอยู่กับการตกตะกอนของสารกับปริมาณของสารในปัสสาวะ เมื่อใดก็ตามที่ขาดปริมาณของเกลือที่ละลายได้น้อย (absence of soluble salt) และมีปริมาณของเกลือที่เป็นตะกอนเพิ่มขึ้น (presence

of precipitating salts or salt of stone forming crystal) จะก่อให้เกิดการรวมของตะกอนเป็นผลึกในทางเกิดปัสสาวะขึ้น[11]

เป็นที่ทราบกันแล้วว่าในน้ำปัสสาวะจะมีสารต่าง ๆ ตั้งแต่แร่ธาตุที่มีประจุบวกหรือลบ อนินทรีย์สาร อินทรีย์สารขนาดเล็ก เป็นส่วนประกอบ ซึ่งสามารถเกิดผลึกขึ้นได้เล็กน้อยเมื่อตั้งทิ้งไว้ นอกจากนี้การละลายหรือการตกตะกอนหรือการเกิดผลึกในน้ำปัสสาวะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารต่าง ๆ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำปัสสาวะ เมื่อใดก็ตามที่น้ำปัสสาวะมีระดับของสารที่กระตุ้นให้เกิดนิ่วชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ จะก่อให้เกิดการรวมกันของสารเป็นเกลือมากขึ้น และโดยเฉพาะเมื่อ pH ของปัสสาวะ <5.5 หรือ >7.5 เกลือของสารหลายชนิดจะตกตะกอนและหรือเป็นผลึก เมื่อผลึกจำนวนมากมารวมตัวกันจะเป็นสาเหตุของนิ่วได้ต่อไป ดังได้แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสารสำคัญในปัสสาวะที่จะละลาย (soluble) หรือตกตะกอนเป็นผลึกของนิ่วไต (renal stone) ไว้ในแผนภูมิที่ 1

ทฤษฎีการยับยั้งการเกิดนิ่วและการลดการรวมตัวของผลึกเป็นทฤษฎีที่นักวิจัยเกี่ยวกับนิ่วยอมรับความสำคัญในปัจจุบัน เชื่อว่าในคนที่เกิดนิ่วอาจมีการขาดหรือไม่มีสารยับยั้งการเกิดนิ่ว (Inhibitor) ประเภทของนิ่วที่พบมากคือนิ่วแคลเซียม (Calcareous stones) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนของแคลเซียมออกซาเลตและฟอสเฟตผสมกันอยู่[11] และปัจจัยที่สำคัญที่จะลดการเกิดนิ่วแคลเซียมคือ ปริมาณของสารที่มีคุณสมบัติจับแคลเซียมแล้วไม่เกิดตะกอนหรือละลายได้ สารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่มีประจุลบ ตัวที่สำคัญคือ <u>ซิเตรท</u> ที่จับกับแคลเซียมเป็นแคลเซียมซิเตรทที่ละลายน้ำยับยั้งการเกิดนิ่วแคลเซียมได้[12] และซิเตรทเป็นตัวยับยั้งการเกิดนิ่วที่มีประสิทธิภาพสูงมาก ได้มีรายงานพบภาวะซิเตรทในปัสสาวะต่ำ (hypocitrauria) ในคนที่เป็นโรคนิ่วไตในต่างประเทศกันมาก[13,14] และในเมืองไทย[15,16] และยังได้มีการศึกษาใช้ซิเตรทเป็นยารักษาโรคนิ่วไตชนิดต่าง ๆ ได้ผลดี[17] อวัยวะที่ใช้ซิเตรทมากที่สุดคือ ตับและไต ประมาณ 65-90 % ของซิเตรทที่ถูกกรองจากพลาสมาจะถูกดูดกลับ (reabsorbed) ที่หลอดฝอยไตส่วนต้น (proximal tubule) และประมาณ 10-35 % ถูกขับถ่ายออกมาในปัสสาวะ[18] เมื่อใดก็ตามที่ร่างกายได้รับซิเตรทเพิ่มระดับของพลาสมาซิเตรทจะสูงขึ้น[19] เมื่อ pH ในไซโตพลาสซึมของเซลล์ของหลอดฝอยไตส่วนต้นเป็นด่าง (alkalosis) และเมื่อมีกรดอินทรีย์อื่น ๆ เช่น มาเลท (malate) succinate หรือ fumarate ซิเตรทจะขับออกทางปัสสาวะมากขึ้น[20]

CHEMICAL CONSTITUENTS OF URINE AND RENAL STONE FORMING SALTS



แผนภูมิที่ 1

มีรายงานการศึกษาสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งป้องกันการเกิดผลึกหรือโรคนิ่วอีกหลายชนิด Sur และคณะ พบว่าทาร์เทต (tartate) ที่พบมากในมะขาม (tamarind) ยับยั้งการเกิดผลึกแคลเซียมออกซาเลทได้[21] Hallson และ Rose ได้ทดลองให้ tarteric acid magnesium oxide และ sodium bicarbonate แก่อาสาสมัคร พบว่าแคลเซียมในปัสสาวะต่ำกว่าปกติ ขณะที่ปริมาณของแมกนีเซียม ทาร์เทตและซิเตรทในปัสสาวะเพิ่มขึ้นและออกซาเลทปกติ[22] สารประเภท glycosaminoglycans (GAG) ได้แก่ ไฮอัลยูโรนิก (hyeluronic acid) เฮพารินและคอนดรอยติน ซัลเฟต (chondroitin sulfate) ในปัสสาวะมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดผลึกของแคลเซียมออกซาเลทด้วย และลดการเกิดนิ่ว[23] และสารไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) ก็พบว่าเป็นตัวยับยั้งการเกิดเกลือแคลเซียมฟอสเฟตและป้องกันไม่ให้เกิดนิ่วเช่นกัน[24]

จะเห็นว่าสารอาหารในอาหารมีบทบาทที่จะส่งเสริมการเกิดนิ่วหรือป้องกันการเกิดนิ่วได้ เช่น มีชาวบ้านในประเทศอินเดียที่พบว่าประชากรที่อยู่ทางตอนใต้ เป็นโรคนิ่วน้อยกว่าประชากรที่อยู่ทางตอนเหนือ เพราะบริโภคมะขามที่มีทาร์เทตมากเป็นประจำ[25] และยังพบว่าทาร์เทตสามารถจับแคลเซียม เมื่อเติมทาร์เทตลงไปในปัสสาวะจะทำให้ปริมาณของแคลเซียมไอออนและผลึกของแคลเซียมออกซาเลทลดลง[26] หรือเมื่อใส่น้ำแมกนีเซียมและทาร์เทตลงไปในปัสสาวะจะทำให้ลดเกลือแคลเซียมที่เป็นสาเหตุของนิ่วได้ดีขึ้น[22] สาคร และคณะ[27] ได้รายงานการศึกษาใช้เมล็ดฟักทองที่มีฟอสฟอรัสสูงแต่มีแคลเซียมไม่มากนักให้เด็กอายุ 3-10 ปี 4 วันเพื่อป้องกันนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ พบว่าจะทำให้สารที่ยับยั้งการเกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ เช่น GAG และ pyrophosphate เพิ่มขึ้น และผลึกแคลเซียมลดลงจาก 83 % เหลือ 50 %

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าอุปนิสัยในด้านการกินอาหาร สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งจากอาหารและน้ำดื่มของชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือแตกต่างจากภูมิภาคอื่น รวมทั้งขาดความรู้ทางโภชนาการเป็นเหตุให้พบข้อมูลการบริโภคอาหารที่ไม่ได้สัดส่วน ขาดโปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่ แต่ได้รับคาร์โบไฮเดรทสูง[28] ซึ่งเชื่อว่าปัญหาสุขภาพที่พบบ่อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นผลมาจากความผิดปกติของเมตาบอลิซึมของสารอาหารและเกลือแร่ที่สำคัญ คือโพแทสเซียมและโซเดียม[29] นอกจากนี้ วิศิษฐ์ และคณะยังพบว่าวานาเดียมเป็นแร่ธาตุที่พบสูงในดิน[30] และในเนื้อเยื่อของผู้เสียชีวิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ[31] เนื่องจากวานาเดียมเป็นสารพิษที่มี

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คุณสมบัติยับยั้งการทำงานของ ATPase หรือปั๊ม (pump) ต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของเกลือแร่และความเป็นกรด-ด่างในร่างกาย[32]

นอกจากนี้ยังมีข้อสันนิษฐานสาเหตุของโรคอื่น ๆ ที่พบบ่อยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น กลุ่มอาการของโรคที่เกิดจากหลอดฝอยไตส่วนปลาย (Distal tubule) ขับกรดไม่ได้[33] หรือโรคไหลตาย[34] ว่าน่าจะมาจากความผิดปกติของระบบการรักษาความสมดุลของเกลือแร่และความเป็นกรด-ด่างในร่างกาย โดยเหตุที่ยังไม่มีรายงานที่สมบูรณ์เกี่ยวกับปริมาณของสารอาหารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดนิ่ว เช่น ซิเตรท ทาร์เทต และมาเลท สารที่มีคุณสมบัติส่งเสริมการเกิดนิ่ว เช่น กรดยูริค ออกซาเลท แคลเซียม และเกลือแร่ที่มีความสำคัญต่อ[illegible] ความเป็นกรด-ด่างในร่างกาย เช่น Na, K, Mg และ P ในอาหารที่ชาวชนบทนิยมบริโภคอยู่เป็นประจำ ดังนั้นในโครงการวิจัยนี้จึงได้ศึกษาหาสาเหตุที่พบภาวะโพแทสเซียมต่ำในประชากรภูมิภาคนี้ว่ามาจากปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับอาหาร หรือเกิดจากความผิดปกติภายในร่างกายจากสาเหตุอื่น โดยศึกษาข้อมูลโพแทสเซียมในดินของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย รวมทั้งหาปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ กรดอินทรีย์บางชนิดที่มีความสำคัญต่อร่างกาย ในพืชผักและผลไม้ที่ชาวบ้านและชาวเมืองรับประทานกันบ่อย ๆ โดยเก็บสารตัวอย่างจากจังหวัดขอนแก่นและจากกรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเลือกบริโภคและแก้ไขภาวะโพแทสเซียมต่ำ และซิเตรทต่ำที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดที่พบในภูมิภาคนี้และภูมิภาคอื่นต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. หาปริมาณของกรดอินทรีย์ที่สำคัญคือ<u>ซิเตรท</u> มาเลทและทาร์เทต ในอาหารที่ชาวบ้านรับประทานเป็นประจำในชนบทรอบ ๆ เมืองขอนแก่น เพื่อส่งเสริมและให้คำแนะนำในการเลือกบริโภคอาหารเหล่านี้ต่อไป

2. หาปริมาณแร่ธาตุที่สำคัญโดยเฉพาะ<u>โพแทสเซียม</u>ในอาหารชนิดต่าง ๆ ว่ามีค่าต่ำกว่าอาหารชนิดเดียวกันใน กทม หรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางแก้ไขภาวะโพแทสเซียมต่ำที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิด และพบในประชากรภูมิภาคนี้

3. หาปริมาณของ<u>แคลเซียม</u> ออกซาเลท ยูเรท ในสารอาหารชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางป้องกันการเกิดนิ่วได้ต่อไป

4. หาสาเหตุหรือปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับระดับของสารที่ยับยั้งการเกิดนิ่วในปัสสาวะ เพื่อศึกษากลไกการเกิดนิ่วในประชากรเขตนี้

5. หาปริมาณของสารต่าง ๆ ทั้งหมดในอาหารที่ได้จากกรุงเทพมหานคร เพื่อเปรียบเทียบหรือเป็นแนวทางศึกษากลไกการเกิดนิ่วได้ต่อไป

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ทำให้ทราบปริมาณของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุต่าง ๆ ในอาหารพื้นบ้านหลายชนิดที่อาจมีประโยชน์ต่อการศึกษาสถานภาพของภาวะโภชนาการด้านต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ทำให้ทราบแนวทางแก้ไขภาวะโภชนาการโดยเฉพาะโพแทสเซียม แคลเซียม และซิเตรทที่มีบทบาทที่สำคัญต่อกลไกการเกิดนิ่ว รวมทั้งโรคไหลตาย ที่เกิดขึ้นมากในภูมิภาคนี้

3. เพื่ออธิบายสาเหตุของภาวะโพแทสเซียมต่ำซึ่งพบในชาวชนบทที่อาศัยอยู่รอบเมืองขอนแก่นว่าเกิดจากการได้รับอาหารที่มีโพแทสเซียมต่ำหรือจากกลไกที่ผิดปกติในร่างกายจากสาเหตุอื่น ๆ

4. ทำให้ทราบผลกระทบของสารอาหารในอาหารบางชนิดต่อปัจจัยเสี่ยงของการเกิดนิ่วได้ต่อไป

5. ได้ข้อมูลของสารอาหารในอาหารหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทั้งด้านการป้องกันการเกิดโรค การใช้อาหารในการบำบัดโรค และศึกษาหาสาเหตุการเกิดโรค

<u>แผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย</u>

1. วางแผนงานร่วมกับคณะผู้วิจัยเพื่อออกเก็บสารตัวอย่างที่จังหวัดขอนแก่นและกรุงเทพมหานคร

2. พัฒนาวิธีการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์จากสารตัวอย่างผักและผลไม้ที่ได้จากกรุงเทพมหานครในเบื้องต้น

3. ออกเก็บสารตัวอย่างที่จังหวัดขอนแก่นตามฤดูกาลตลอดปีร่วมกับโครงการศึกษาโรคนิ่วไตและโรคไหลตายของคณะวิจัย จากคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และโรงพยาบาลศรีนครินทร์ สารตัวอย่างที่เก็บได้แต่ละงวดจะเตรียมไว้สำหรับวิเคราะห์พร้อมกัน โดยการบดและทำสารตัวอย่างให้แห้งด้วยความเย็น (freeze drier)

4. การวิเคราะห์ประกอบด้วย

4.1 หาปริมาณกรดอินทรีย์ ได้แก่ ซิเตรท มาเลท ทาร์เทต ยูเรท และออกซาเลท โดยวิธีที่จำเพาะของกรดอินทรีย์แต่ละชนิด ที่คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 หาปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ Na, K, Ca, P, Mg และ V ที่คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

5. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบสารอาหารในพืชผักผลไม้แต่ละชนิดและเปรียบเทียบกับพืชผักและผลไม้ในกรุงเทพมหานคร

6. ศึกษาหาผลกระทบของโรคนิ่วไตและไหลตาย โดยการศึกษาข้อมูลโพแทสเซียมในดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือเปรียบเทียบกับภาคต่าง ๆ โดยได้รับความร่วมมือจากงานสำรวจดิน ศูนย์ศึกษาและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดขอนแก่น และกองวิเคราะห์ดิน (กรุงเทพฯ) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

7. สรุปรายงานผลการศึกษาที่ได้และวิเคราะห์ผลกระทบของสารอาหารที่คิดว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคนิ่วไตและโรคที่พบบ่อย ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วิธีการวิจัย

การศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุในอาหารชนิดต่าง ๆ

1. การเก็บสารตัวอย่างผักและผลไม้

ผักและผลไม้ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์มีแหล่งที่ได้มาดังนี้

1.1 จากหมู่บ้านและแม่ค้าชาวบ้านในจังหวัดขอนแก่น

ผู้วิจัยได้ออกเก็บสารตัวอย่างที่มีตามฤดูกาล และตามธรรมชาติในหมู่บ้านรอบ ๆ จังหวัดขอนแก่นเป็นช่วง ๆ และได้ขอซื้อจากชาวบ้านในแถบนั้น ได้แก่ ตำบลบ้านฝาง หนองแวง หนองคลอง วัวยาง โนนงาม และ บ้านโนนสมบูรณ์ นอกจากนี้ได้สุ่มซื้อสารตัวอย่างที่ไม่มีตามธรรมชาติ แต่มีขายที่ตลาดสดจากแม่ค้าชาวบ้านที่ได้สอบถามแหล่งที่มาของสารตัวอย่างนั้นจากบริเวณรอบ ๆ จังหวัดขอนแก่น

1.2 จากตลาดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร

ได้ซื้อพืชผักและผลไม้ส่วนใหญ่ ชนิดเดียวกันที่เก็บได้จาก 1.1 มีขายในตลาดใหญ่ในกรุงเทพมหานคร คือตลาดสามย่านและราชวัตร นอกจากนี้ได้ซื้อสารตัวอย่างผักและผลไม้ที่ไม่มีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาวิเคราะห์ด้วย

2. การวิเคราะห์กรดอินทรีย์และแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ

เมื่อได้ทดสอบความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์จากตัวอย่างผักและสารมาตรฐานทุกตัวแล้ว จึงดำเนินการวิเคราะห์ผักและผลไม้ที่เก็บมาพร้อมกัน

2.1 การเตรียมตัวอย่างผักและผลไม้

นำตัวอย่างผักและผลไม้มาล้างให้สะอาด สลัดน้ำออก ผึ่งในตะแกรงที่อุณหภูมิห้อง ปอกเปลือกและหั่นเนื้อผักและผลไม้เฉพาะส่วนที่รับประทานได้ให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า (Blendor) ชั่งสารตัวอย่างใส่ขวดสะอาดที่มีฝาปิดได้ (ชั่งน้ำหนักขวดเปล่าพร้อมฝาไว้ก่อน) ขวดละ 10 กรัม 4 ขวดต่อสารตัวอย่างหนึ่งชนิด ปิดจุกขวดเก็บสารตัวอย่างที่ได้มาทั้งหมดแต่ละครั้งที่อุณหภูมิ -70° เซลเซียส 1 วัน จากนั้นนำสารตัวอย่างไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำให้สารละลายแห้งด้วยสุญญากาศ (Freeze drier หรือ lyophilizer) ใช้เวลา 48 ชั่วโมง ครั้งละ 50 ขวด เก็บสารตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20° เซลเซียส จนกว่าจะวิเคราะห์ สำหรับสาร

ตัวอย่างผักและผลไม้ที่เก็บจากจังหวัดขอนแก่น จะเตรียมตัวอย่างผักและผลไม้สดที่ได้มาด้วยวิธีการนี้เช่นกัน ที่ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และนำมาทำให้แห้งที่กรุงเทพฯ

2.2 <u>การวิเคราะห์กรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในผักและผลไม้</u>

นำแต่ละสารตัวอย่างของผักและผลไม้ที่ได้โดยวิธีในข้อ 2.1 มาสกัดกรดอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุส่งเสริมให้เกิดนิ่ว (activator) ได้แก่กรดยูริก (uric acid), ออกซาเลท (oxalete) และกรดอินทรีย์ที่เป็นตัวยับยั้งไม่ให้เกิดนิ่ว (inhibitors) ในร่างกาย ได้แก่ ซิเตรท (citrate), มาเลท (malate) และทาร์เทต (tartate) ดังนี้

2.1.1 <u>วิธีสกัดและหาปริมาณซิเตรท มาเลทและทาร์เทต</u>

นำสารตัวอย่างมาเติมสารละลาย M perchloric acid (PCA) เขย่าด้วยเครื่องเขย่าอย่างแรง ปั่นในเครื่องหมุนเหวี่ยงเพื่อเอาตะกอนออก เอาน้ำใสที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสาร สำหรับน้ำใสของสารตัวอย่างที่มีสี ต้องเอาสีออกโดยเติมผง polyvinyl polypyrrolidone (PVPP) ลงไป 0.1 กรัม เขย่าประมาณ 1 นาที

ปั่นแยกเอาน้ำใสที่มีสีจาง ๆ มาวิเคราะห์ซิเตรทโดยใช้เอนไซม์ citete lyase[35] มาเลทโดยใช้เอนไซม์ Mateledehydrogenase[36] และ ทาร์เทตโดยวิธีเคมี[37]

2.2.2 <u>วิธีสกัดและหาปริมาณกรดยูริกและออกซาเลท</u>

นำสารตัวอย่างมาเติมน้ำ ต้มที่ 60° เซลเซียส 1 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็น 20 นาที ปั่นแยกเอาน้ำใสมาวิเคราะห์กรดยูริกและออกซาเลท สำหรับน้ำใสของสารตัวอย่างที่มีสีให้เติม activated charcoal 0.1 กรัม เขย่า 1 นาที ปั่นแยกเอาน้ำใสมาวิเคราะห์กรดยูริกโดยใช้เอนไซม์ uricase หรือ urate oxidase[38] และออกซาเลทโดยเอนไซม์ oxalate oxidase[39]

2.5 <u>การวิเคราะห์แร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ในผักและผลไม้</u>

นำแต่ละสารตัวอย่างของผักและผลไม้ที่ได้ในข้อ 2.1 มาสกัดแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ โดยนำมาต้มกับน้ำที่ 100° เซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปรับปริมาตรและปั่นแยกเอาตะกอนออก นำน้ำใสที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมด้วยเครื่อง Flame Photometer (Corning) และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียม

ด้วยเครื่อง Atomic absorption (Perkin-Elmer Model 1100-B) วิเคราะห์ฟอสฟอรัสด้วยวิธีเคมี[40] โดยใช้สารละลายโมลิบเดทโดยมี hydrazine stanous chloride เป็นสารรีดิวซ์ วัดการดูดแรงด้วยเครื่อง Shimadzu spectrophotometer

2.4 <u>การวิเคราะห์ธาตุวานาเดียมในผักและผลไม้</u>

สำหรับธาตุวานาเดียมในสารตัวอย่างที่ได้จากข้อ 2.1 วิเคราะห์ด้วยวิธี neutron activation[41] ที่ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมด้วยเทคนิคเชิงนิวเคลียร์ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพมหานคร

3. <u>การศึกษาข้อมูลโพแทสเซียมในดินของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย</u>

ได้ศึกษาเปรียบเทียบโพแทสเซียมทั้งหมดในดินของบางจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคต่าง ๆ ที่กองวิเคราะห์และสำรวจดินได้วิเคราะห์ไว้ในช่วงปี 2524 - 2530 โดยเปรียบเทียบโพแทสเซียมในดินที่มีความลึกชั้นต่าง ๆ ของจังหวัดขอนแก่น อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด นครพนม และมหาสารคาม (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จังหวัดกรุงเทพมหานคร สระบุรี ราชบุรี นครนายก และนครปฐม (ภาคกลาง) จังหวัดนครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี (ภาคใต้) และจังหวัดสุโขทัย แพร่ เชียงราย เชียงใหม่ (ภาคเหนือ) การวิเคราะห์ข้อมูลได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน คือ คุณบุญนะ อานันทนะ คุณวิชัย วิชัยดิษ และคุณปุณณะ เผ่าศรีทองคำ และเอกสารวิชาการของ เฉลียว และคณะ[42]

4. <u>การศึกษาปริมาณโพแทสเซียมในข้าวเหนียวและน้ำซาวข้าวเหนียว</u>

เนื่องจากข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักที่นิยมบริโภคในชาวชนบทภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อให้พลังงานที่สำคัญ[43] และกรรมวิธีการผลิตข้าวเหนียวจะต้องแช่ข้าวเหนียวเป็นเวลานาน 1 - 2 ชั่วโมง หรือบางแห่งแช่ค้างคืน เนื่องจากแร่ธาตุและวิตามินบางชนิดละลายน้ำดีมาก ทำให้มีโพแทสเซียมจำนวนหนึ่งออกมาในน้ำซาวข้าวเหนียวและเหลืออยู่จริงในเนื้อข้าวเหนียวน้อย จึงได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณ K ในน้ำซาวข้าวและเนื้อข้าวเหนียว โดยใช้ข้าวเหนียว 100 กรัมแช่น้ำ 200 มล. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากข้าวเหนียวที่ซื้อมาจากตลาด 3 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร

เมื่อพิจารณาการสูญเสียวิตามินและแร่ธาตุที่ละลายน้ำจะออกมากับน้ำซาวข้าว จึงได้ศึกษาทดลองการหุงข้าวโดยใช้หม้อไฟฟ้าแบบไม่เช็ดน้ำเปรียบเทียบกับการหุงโดยใช้หวดซึ่งเป็นวิธีหุงข้าวเหนียวที่นิยมกันทั่วไป

ผลการศึกษาวิจัย

1. ตัวอย่างผักและผลไม้

ได้เก็บตัวอย่างผักและผลไม้จากหมู่บ้านต่าง ๆ รอบเมืองขอนแก่น และจากตลาดสดจังหวัดขอนแก่น จำนวน 66 ชนิด ๆ ละ 2 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) สำหรับตัวอย่างจากกรุงเทพฯมีจำนวน 56 ชนิด (ชนิดละ 2 ตัวอย่าง) ไว้ในตารางที่ 2

2. ผลการวิเคราะห์แร่ธาตุต่าง ๆ

ปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ Na, K, Ca, Mg และ P ของผักและผลไม้ทั้ง 66 ชนิดจากจังหวัดขอนแก่น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์สารตัวอย่างแต่ละชนิด หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด

การศึกษาค่าโซเดียมพบว่าเพลี้ยฟานเป็นผักที่มีโซเดียมสูงมากที่สุดเมื่อเทียบกับสารตัวอย่างชนิดอื่น ๆ (234 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) โซเดียมในสารตัวอย่างที่มีระดับรองลงมาคือ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 90-167 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในผักบุ้งไทย ผักชีลาว และผักขัง และโซเดียมในระดับปานกลางมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20-69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในผัก แพว ชะพลู กวางตุ้ง ใบแค ผักแว่น ใบมะตูม แขยง ต้นหอม พริกแดง ผักบุ้งแดง ใบโหระพา และมะขามเปียก ส่วนในผักอื่น ๆ และผลไม้ต่าง ๆ ที่เหลือมีปริมาณโซเดียมต่ำ (มีค่า 0.4-18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

การศึกษาค่าโพแทสเซียมพบว่าสารตัวอย่างที่มีโพแทสเซียมสูงตั้งแต่ 400-700 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในพริกแดง ใบกุยช่าย ผักแว่น สะเดา ผักสาบ ผักบุ้งไทย ผักบุ้งแดง ผักกาดเขียว ใบมะยม ใบมะตูม ตำลึง ชะอม คะน้า และเมล็ดบัว โพแทสเซียมในสารตัวอย่างที่มีค่าค่อนข้างสูงตั้งแต่ 300-399 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในขี้เหล็กหวาน กระถิน ชะพลู ดอกกุยฉ่าย กวางตุ้ง ใบแค โหระพา ก้านจอง ขี้นิล ผักชีลาว มะเขือเทศลูกค้อ หอมห่อ และมะละกอดิบ ค่าโพแทสเซียมในระดับปานกลางตั้งแต่ 200-288 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในกะหล่ำปลี กะเฉด ข้าวโพดหวาน ต้นหอม ผักกาดขาว ผักขังผักทูรย์ พริกเขียว พังพวย ฟักทอง มะเขือยาว มะเขือพวง มะระขี้นก มะขามเปียก ยอดมะม่วงหิมพานต์ กล้วยน้ำว้า มะยม และลูกตาล ส่วนในสารตัวอย่างอื่น ๆ พบว่ามีค่าโพแทสเซียมระดับต่ำ คือระหว่าง 70-190 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ยกเว้นผักกระโดนที่มีค่าโพแทสเซียมต่ำมาก (33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

ตารางที่ 1 Name of vegetable and fruits samples from Khon Kaen province

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
ขอนแก่น			
1.	กะหล่ำปลี	Cabbage	Bassica oleracca
2.	กะเฉด	Water mimosa	Neptunia oleracca
3.	กระโดน	Kradone	Careya spherica
4.	กระถิน	Lead tree	Leuceena glauca
5.	ข้าวโพดอ่อน	Corn	
6.	ข้าวโพดหวาน	Corn sweet	Zea mays
7.	ขี้เหล็กหวาน	Cassod tree	Cassia siamea
8.	คะน้า	Collard	Brassica oleracca var, acephala
9.	ชะพลู	Cha Ploo	Piper samentosum
10.	ชะอม	Che-om	Acacia insvavis
11.	ดอกกุยฉ่าย	Chinese leek flower	Allium adorum
12.	ดอกแค	Khae	Dolichandrone spathacea sohum
13.	ตำลึง	Ivygourd, leaves	Coccinia indica, Weight
14.	ต้นหอม	Onion, young green	Allium spp
15.	แตงกวา	Cucumber	Cucumis sativus
16.	แตงโมอ่อน	Water melon, young	Citrullus lanatus
17.	ถั่วฝักยาว	Yard-long bean, green	Vigna sinensis, var, sesquipedalis
18.	บวบเหลี่ยม	Angled-type gourd, fruit	Luffa acutangula

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
19.	กวางตุ้ง	Chinese cabbage	Brassica chinensis
20.	กุยฉ่าย	Onion, fragant, Chinese leek	Allium adorum
21.	ใบแค	Khae (leaf)	Agati gradiflora
22.	ใบมะกอก	Makok (leaf)	Spondias cythera
23.	ใบมะตูม	Baelfruit (leaf)	Aegle marmelos
24.	ใบมะยม	Star gooseberry	Phyllantus acidus
25.	ใบโหระพา	Basil, sweet, leaves	Ocimum basilicum
26.	ผักกาดขาว	Celery cabbage	Brassica pekinensis
27.	ผักก้านจอง	-	-
28.	ผักโขม	Spinach	Spinacia oleracea
29.	ผักขี้นิล	-	-
30.	ผักกาดเขียว	Mustard green	Brassica juncea
31.	ผักชีลาว	Coriander	Eryngium foetidum
32.	ผักบุ้งไทย	Swamp cabbage	Ipomoea aquatica
33.	ผักบุ้งแดง	Swamp cabbage,	Ipomoea reptans
34.	ผักปัง	Phak Peng	Basella rubra
35.	ผักแว่น	Phak waen	Marsilea crenata
36.	ผักทูรย์	-	-
37.	ผักส้มกบ	Om-Kob	Limnophila rugosa
38.	ผักสาป	-	-
39.	พริกเขียว	Peppers (green)	Capsicum frutescens
40.	พริกแดง	Peper (red)	Capsicum frutescens
41.	เพลี้ยฟาน	-	-
42.	พังพวย	Preng Phuai	Jussieua repens

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
43.	แพว	-	-
44.	ฟักเขียว	Wax gourd	*Benincasa hispida*
45.	ฟักทอง	Pumpkin	*Cucusbita maxima*
46.	มะเขือเปราะ	Egg plant	*Solanum xanthacarpum*
47.	มะเขือยาว	Egg plant, long	*Solanum melongena*
48.	มะเขือพวง	Egg plant,	*Solanum torvum*
49.	มะเขือเทศ	Tomato	*Lycopersicon esculentum*
50.	มะระขี้นก	Bitter melon (small)	*Momordica charantia*
51.	มะขามเปียก	Tamarind	*Tamandus indica*
52.	มะขามเทศ	Tamarind	*Pithecellobium dulce*
53.	ยอดมะม่วงหิมพานต์	Ma Muang Him Ma Pan	*Anacardium occidentale*
54.	ลูกคือ	-	-
55.	สะเดา	Neem	*Asadirachta indica*
56.	หอมห่อ	Spring onion	*Allium ascalonicum*
57.	กล้วยน้ำว้า	Banana, ripe	*Musa spp*
58.	ชมพู่เขียว	Roseapple	*Eugenia jambos*
59.	มะม่วง	Mango, unripe	*Mangifera indica*
60.	มะละกอดิบ	Papaya (unripe)	*Carica papaya*
61.	มะยม	Star gooseberry	*Phyllanthus acidus*
62.	เมล็ดบัว	Lotus seeds	*Nelumbo nuciferum*
63.	ละมุด	Sapodilla	*Achras zapota*
64.	ลูกตาล	Sugar-palm	-
65.	สะท้อน	-	-

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 Name of vegetable and fruits samples from Bangkok

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
กรุงเทพ			
1.	กระถิน	Lead tree	*Leucaena glauca*
2.	กะสัง	Kra-Sank	*Peperomia pellucida*
3.	กะหล่ำปลี	Cabbage	*Bassica oleracca*
4.	ข้าวโพดอ่อน	Corn	*Zea mays*
5.	ข้าวโพดหวาน	Corn sweet	*Zea mays*
6.	แขยง	Khyaeng	*Limmophila aromatica*
7.	คะน้า	Collard	*Bressica oleracea* var acephala
8.	คื่นฉ่าย	Celery	*Apium garveolens*
9.	ชะพลู	Leafbush, wildbetal	*Piper samentosum*
10.	ชะอม	Cha-om	*Acacia insuavis*
11.	ดอกขจร	-	-
12.	ตำลึง	Ivygourd, leaves	*Coccinia indica*, Weight
13.	ต้นหอม	Onion, young green	*Allium spp*
14.	แตงกวา	Cucumber	*Cucumis sativus*
15.	แตงโมอ่อน	Water melon, young	*Citrullus lanatus*
16.	ถั่วงอก	Muna bean sprout	*Phaseolus aureus*
17.	ถั่วฝักยาว	Yard-long bean, green	*Vigna sinensis*, var, sesquipedalis
18.	ถั่วลิสง	Peanut	*Arachis hypogaea*
19.	ถั่วลันเตา	Sugar per, young pod	Pisumsativum
20.	บรอคโคลี่	Broccoli	*Brassica oleracea*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
21.	ใบกระเพรา	Hoty basil	Ocimum sanctum
22.	กระเฉด	Water mimosa	Neptunia oleracca
23.	ผักกาดขาว	Celery cabbace	Brassica pekinensis
24.	ผักกาดหอม	Lettuce	Lactuca indica
25.	ผักกวางตุ้ง	Chinese cabbage, leaves, stalks	Brassica chinensis
26.	ผักชี	Coriander	Coriandrum sativum
27.	ผักชีลาว	Coriander	Eryngium foetidum
28.	ผักบุ้ง	Swamp cabbage	Ipomoea equatica
29.	ผักเสี้ยน		Gynandropsis Pentaphylla
30.	พริกหยวก	Sweet pepper	Capsicum var grossum
31.	แพว	-	-
32.	ฟักทอง	pumpkin	Cucurbita maxima
33.	มะเขือพวง	Egg plant, plate brush	Solanum torvum
34.	มะเขือเปราะ	Egg plant, cock roach berry	Solanum aculeatissi
35.	มะเขือยาว	Egg Plant, long	Solanum melongea
36.	มะเขือเทศใหญ่	Tomato, ripe	Lyeopusicon esculentum
37.	มะเขือเทศเล็ก	-	-
38.	มะระจีน	Bitter melon, Chinese	Momordica charautia
39.	มะละกอดิบ	Papaya, unripe	Carica papaya
40.	มะละกอสุก	Papaya, ripe	Carica papaya
41.	มันเทศ	-	-
42.	หน่อไม้	Bamboo shoots	Bambusa app.
43.	หญ้าหนวดแมว	Kidney plant	Orthosiphon grandiflorus

	ชื่อไทย	ชื่ออังกฤษ	ชื่อวิทยาศาสตร์
44.	กระเจี๊ยบแดง	Roseolar	Hibiscus sabdariffe
45.	กล้วยไข่	Banana, ripe	Musa sapiantum
46.	กล้วยน้ำว้า	Banana, ripe	Musa spp
47.	กล้วยหอม	Banana, ripe	Musa nana
48.	มะขามหวาน	Tamarind,sweet	Tamarindus indica
49.	มะปราง	Plum mango	Bouea burmanica
50.	มะยม	Star goosebery	Phyllenthus acidus
51.	ละมุด	Sapodilla	Achraszapota
52.	สับปะรด	Pineapple	Ananas comosus
53.	ส้มจีน	Orange	Citrus sinensis
54.	ส้มเขียวหวาน	Orange	Citrus reticulata
55.	ส้มโอ	Pomelo	Citrus maxima
56.	องุ่นเขียว	Graoe green	Vitis vinifera

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3 Mineral contents in vegetable and fruits samples from Khon Kaen (mg/100 g fresh samples)

	ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
ขอนแก่น						
1.	กะหล่ำปลี	18.4	288.6	40.6	10.9	8.2
2.	กะเด	18.4	280.8	7.8	11.7	9.0
3.	กระโดน	9.2	33.8	1.6	25.5	5.4
4.	กระถิน	4.6	374.4	32.8	20.4	8.9
5.	ข้าวโพดอ่อน	4.6	156.0	5.4	10.4	56.1
6.	ข้าวโพดหวาน	13.8	241.8	2.5	14.2	9.3
7.	แขยง	60.0	130.2	21.2	8.3	19.9
8.	ขี้เหล็กหวาน	3.7	399.4	31.2	16.7	17.9
9.	คะน้า	23.0	444.6	100.6	16.2	12.2
10.	ชะพลู	55.2	387.1	0.3	20.2	8.3
11.	ชะอม	5.5	477.4	1.9	23.2	12.3
12.	ดอกกุยช่าย	18.4	543.2	9.8	15.5	13.6
13.	ดอกแค	15.2	128.7	4.1	3.6	5.7
14.	ตำลึง	18.6	455.5	121.2	9.8	59.6
15.	ต้นหอม	27.6	253.5	11.0	10.0	41.8
16.	แตงกวา	15.8	202.8	11.2	9.0	20.7
17.	แตงโมอ่อน	9.2	144.3	2.8	5.4	17.0
18.	ถั่วฝักยาว	3.3	191.0	35.8	24.0	54.4
19.	บวบเหลี่ยม	13.8	70.2	4.9	5.6	2.5
20.	ใบกวางตุ้ง	45.2	334.3	127.9	14.6	22.9
21.	ใบกุยช่าย	9.2	569.4	10.0	13.2	9.4
22.	ใบแค	36.8	352.1	103.2	25.0	17.6

	ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
23.	ใบมะกอก	3.7	121.7	11.3	12.1	5.9
24.	ใบมะตูม	44.2	402.5	507.4	62.5	15.5
25.	ใบมะยม	7.4	524.2	20.3	35.1	3.7
26.	ใบโหระพา	20.2	393.1	38.7	18.0	7.8
27.	ผักกาดขาว	9.2	210.6	8.8	5.5	5.3
28.	ผักก้านจอง	14.7	324.5	1.1	1[illegible].3	7.2
29.	ผักโขม	5.5	371.3	2.6	23.2	10.2
30.	ผักขึ้นิล	5.5	393.1	141.3	30.4	6.4
31.	ผักกาดเขียว	18.4	475.8	7.5	23.4	4.2
32.	ผักชีลาว	131.1	335.4	20.3	10.3	39.3
33.	ผักบุ้งไทย	167.2	446.8	106.6	6.1	35.5
34.	ผักบุ้งแดง	28.4	423.3	4.0	11.0	7.8
35.	ผักปั๋ง	91.1	227.0	1.3	10.8	7.2
36.	ผักแว่น	41.4	553.8	7.9	21.1	8.0
37.	ผักทูรย์	5.5	252.7	19.2	13.3	4.8
38.	ผักส้มกบ	3.7	202.8	21.0	14.1	3.5
39.	ผักสาป	6.4	573.3	69.1	37.1	5.1
40.	พริกเขียว	4.6	237.9	2.0	11.4	58.5
41.	พริกแดง	23.0	616.2	24.6	17.9	14.4
42.	เพลี้ยฟาน	294.4	156.0	55.3	12.9	5.6
43.	ผังพวย	14.7	268.3	23.9	14.1	7.4
44.	แพว	69.0	233.2	1.5	34.2	17.[illegible]
45.	ฟักเขียว	9.2	187.2	6.5	3.5	3.5
46.	ฟักทอง	4.6	265.2	1.8	6.[illegible]	6.4
47.	มะเขือเปราะ	4.6	148.2	0.8	6.4	33.4

	ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
48.	มะเขือยาว	9.2	234.0	2.2	9.2	23.9
49.	มะเขือพวง	5.5	249.6	1.4	15.4	8.0
50.	มะเขือเทศ	12.9	397.8	3.4	8.7	8.1
51.	มะระขี้นก	4.0	210.5	2.9	11.0	58.7
52.	มะขามเปียก	20.7	287.0	45.2	30.0	22.1
53.	มะขามเทศ	4.6	93.6	58.8	20.1	-
54.	ยอดมะม่วง หิมพานต์	16.1	280.8	0.6	18.9	5.0
55.	ลูกค้อ	4.6	393.9	2.7	5.6	6.0
56.	สะเดา	14.7	605.3	40.2	29.3	6.2
57.	หอมห่อ	5.5	355.7	31.6	21.2	13.4
58.	กล้วยน้ำว้า	4.6	273.0	5.4	14.2	5.7
59.	ชมพู่เขียว	13.8	132.6	1.4	7.4	2.7
60.	มะม่วง	3.7	124.8	7.7	6.1	20.5
61.	มะละกอดิบ	15.0	372.4	12.2	16.2	32.2
62.	มะยม	9.2	243.4	6.9	6.5	2.8
63.	เมล็ดบัว	3.1	450.3	36.9	19.2	53.0
64.	ละมุด	13.8	195.0	29.5	11.8	2.2
65.	ลูกตาล	0.4	226.2	30.6	20.7	17.2
66.	สะท้อน	1.8	190.3	13.1	12.0	1.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การศึกษาค่าแคลเซียมพบว่าใบมะตูมเป็นผักที่มีแคลเซียมสูงมาก (507 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และสารตัวอย่างที่มีค่าแคลเซียมสูงซึ่งมีค่าระหว่าง 100-141 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ผักขี้นิล กวางตุ้ง ใบแค คะน้า ผักบุ้งไทย และตำลึง ค่าแคลเซียมระดับปานกลางตั้งแต่ 30-69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในกะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว โหระพา ผักสาป มะขามเปียก กระถิน มะขามเทศ สะเดา และเมล็ดบัว ส่วนผักและผลไม้ที่เหลือมีค่าแคลเซียมระดับต่ำ

การศึกษาค่าแมกนีเซียมพบผักที่มีค่าแมกนีเซียมสูง คือมีค่าระหว่าง 25-62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบใน ใบมะตูม ใบมะยม ผักขี้นิล ผักสาป แพว กระโดน ใบแค สะเดา และมะขามเปียก พบค่าแมกนีเซียมในระดับปานกลางระหว่าง 14-24 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในกระถิน ขี้เหล็กหวาน ชะอม ดอกกุยฉ่าย ถั่วฝักยาว กวางตุ้ง โหระพา ผักโขม ผักกาดเขียว ผักแว่น พริกแดง มะขามเทศ มะละกอดิบ หอมห่อ เมล็ดบัว และลูกตาล ส่วนผักและผลไม้อื่น ๆ มีค่าแมกนีเซียมอยู่ในปริมาณค่อนข้างต่ำ

การศึกษาค่าฟอสเฟตพบว่าสารตัวอย่างที่มีฟอสเฟตอยู่ในระดับสูงตั้งแต่ 50-59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม คือ ข้าวโพดอ่อน ตำลึง ถั่วฝักยาว พริกเขียว และมะระขี้นก พบค่าฟอสเฟตระดับปานกลางระหว่าง 35-49 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในต้นหอม ผักชีลาว ผักบุ้งไทย และมะละกอดิบ ส่วนในสารตัวอย่างชนิดอื่น ๆ เช่น มะเขือเปราะ แขยง แตงกวา กวางตุ้ง ใบแค มะเขือยาว แพว มะขามเปียก มะม่วง และลูกตาล มีฟอสเฟตต่ำ (ระหว่าง 17-22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และต่ำมากคือน้อยกว่า 17 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

สำหรับปริมาณแร่ธาตุต่าง ๆ ในผักและผลไม้ 56 ชนิดจากตลาดในกรุงเทพฯ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด เช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาณแร่ธาตุโซเดียมที่วิเคราะห์ในผักและผลไม้ 56 ชนิด พบว่า ใบกระเพรา และใบคื่นช่าย มีค่าโซเดียมสูงมาก คือมีค่า 181.2 และ 142.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ค่าโพแทสเซียมในสารตัวอย่างที่สูงมาก พบในถั่วลิสง กระถิน ชะอม ผักชี ผักทอง มะขามหวาน และมะยม (ระหว่าง 678-1184 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สำหรับค่าแคลเซียมที่สูงมากพบใน ชะอม กระเจี๊ยบแดง ต้นหอม และคะน้า (ระหว่าง 202-366 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนค่าแมกนีเซียมที่สูงมากพบใน กระเจี๊ยบแดง ถั่วลิสง กระถิน ข้าวโพดอ่อน ใบกระเพรา กะเฉด และมะขามหวาน (ระหว่าง 25-46 มิลลิกรัมต่อ 100

Table 4 Mineral contents in vegetable and fruits samples from Bangkok (mg per 100 g fresh samples)

ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
กรุงเทพ					
1. กะหล่ำปลี	8.6	78.8	7.2	4.3	7.1
2. กะเฉด	6.4	44.2	31.8	26.8	10.8
3. กะสัง	108.1	374.4	1.4	10.4	5.4
4. กระถิน	59.4	737.9	86.1	30.0	55.4
5. ข้าวโพดอ่อน	0.4	74.4	3.5	25.0	67.7
6. ข้าวโพดหวาน	0.6	273.0	0.6	14.2	22.9
7. แขยง	87.4	163.8	1.4	10.8	7.5
8. คะน้า	10.4	374.4	202.0	21.4	10.6
9. คื่นฉ่าย	142.6	382.2	92.6	14.0	20.0
10. ชะพลู	13.8	366.6	0.4	20.6	12.8
11. ชะอม	59.3	787.1	366.3	31.0	54.4
12. ดอกขจร	7.4	421.2	14.2	17.2	6.2
13. ตำลึง	9.0	368.4	72.6	7.0	42.0
14. ต้นหอม	7.5	369.7	229.6	5.2	38.0
15. แตงกวา	6.0	100.9	10.2	12.0	37.8
16. แตงโมอ่อน	3.2	63.5	6.4	9.8	16.6
17. ถั่วงอก	6.9	124.8	2.9	7.9	22.2
18. ถั่วฝักยาว	4.9	227.8	45.0	14.0	42.8
19. ถั่วลิสง	9.2	1184.6	5.2	38.4	8.1
20. ถั่วลันเตา	4.6	210.6	11.2	13.0	19.8
21. บรอคโคลี่	18.4	230.1	16.9	8.6	22.6
22. ใบกระเพรา	181.2	516.8	82.0	25.2	57.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
23.	ผักกาดขาว	59.8	202.8	35.2	10.8	14.1
24.	ผักกาดหอม	92.0	288.6	36.4	16.8	8.9
25.	ผักกวางตุ้ง	73.3	352.1	82.2	15.7	18.7
26.	ผักชี	82.8	764.4	66.0	18.6	20.2
27.	ผักชีลาว	10.1	393.9	42.2	9.5	10.2
28.	ผักบุ้ง	21.7	502.7	82.6	3.0	37.5
29.	ผักเสี้ยน	18.4	577.2	155.8	21.0	23.3
30.	พริกหยวก	0.4	296.4	7.1	10.4	39.5
31.	แพว	27.6	241.8	5.2	20.0	8.0
32.	ฟักทอง	10.9	746.7	29.0	16.2	18.2
33.	มะเขือพวง	13.8	507.0	1.2	19.0	24.9
34.	มะเขือเปราะ	9.2	280.8	1.6	13.4	7.1
35.	มะเขือยาว	10.0	512.2	0.6	9.5	11.4
36.	มะเขือเทศใหญ่	12.9	397.8	3.4	8.7	8.2
37.	มะเขือเทศเล็ก	20.7	263.3	4.5	8.6	7.7
38.	มะระจีน	5.9	274.0	1.2	11.2	23.2
39.	มะละกอดิบ	2.6	439.6	13.9	10.1	41.0
40.	มะละกอสุก	25.3	358.8	7.8	7.5	1.9
41.	มันเทศ	0.7	77.3	10.9	2.4	13.2
42.	หน่อไม้	18.4	380.6	12.2	7.7	5.9
43.	หญ้าหนวดแมว	13.8	351.0	29.2	14.4	14.2
44.	กระเจี๊ยบแดง	73.6	357.6	238.4	46.0	20.9
45.	กล้วยไข่	4.6	382.2	0.2	15.0	4.6
46.	กล้วยน้ำว้า	1.1	202.8	7.8	17.1	14.5
47.	กล้วยหอม	4.6	382.2	1.6	15.2	7.6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

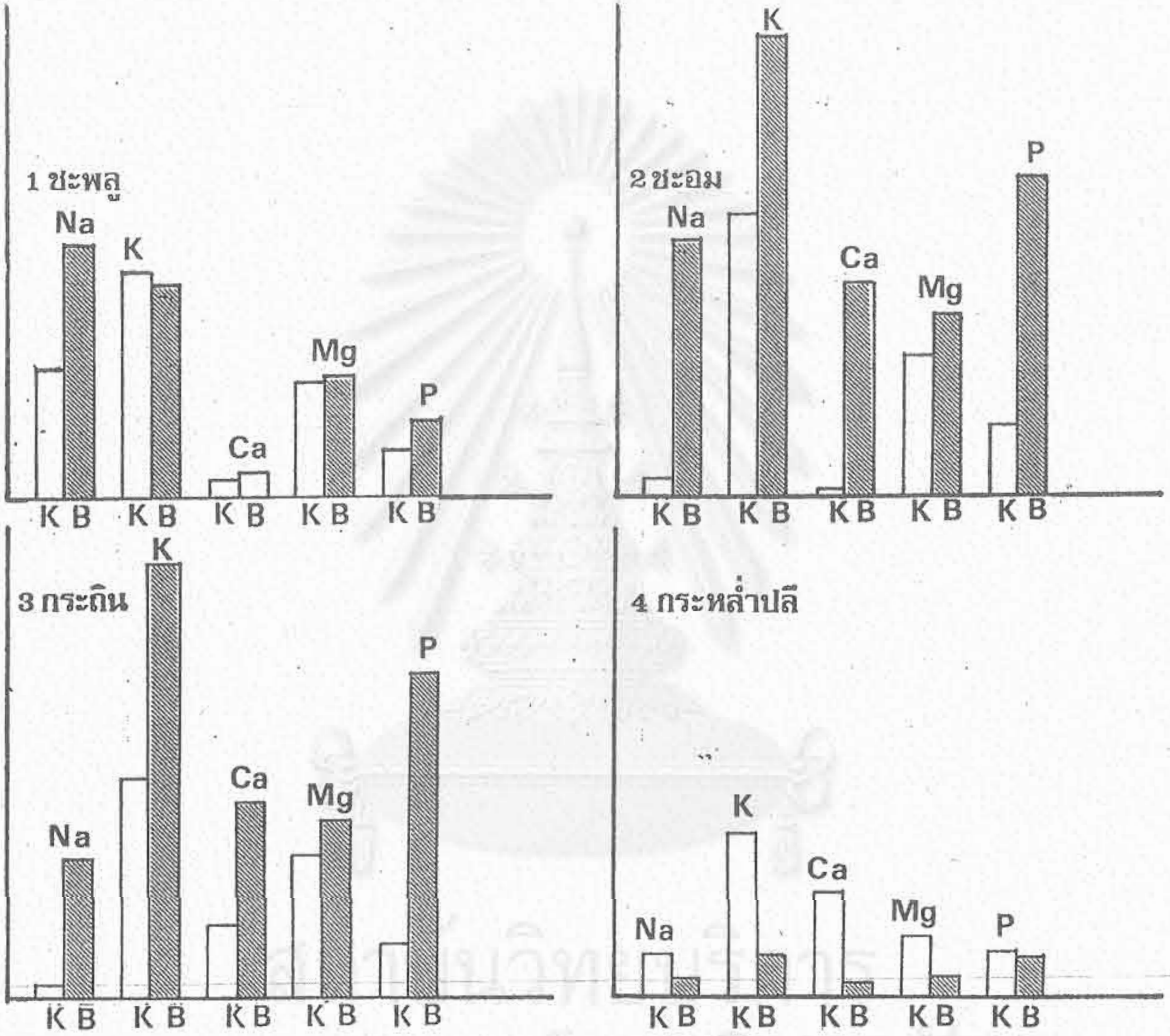
	ชื่อไทย	Na	K	Ca	Mg	P
48.	มะขามหวาน	5.8	770.3	33.8	25.0	21.3
49.	มะปราง	-	265.2	4.8	9.6	2.5
50.	มะยม	19.9	678.4	4.8	9.6	3.4
51.	ละมุด	23.0	171.6	10.8	7.8	3.4
52.	ส้มปะรด	2.3	144.3	3.6	6.0	3.5
53.	ส้มจีน	4.6	230.1	11.2	6.3	13.0
54.	ส้มเขียวหวาน	0.9	88.4	7.5	3.8	5.2
55.	ส้มโอ	4.6	113.1	3.2	3.9	6.9
56.	องุ่นเขียว	9.2	195.0	2.3	3.8	8.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

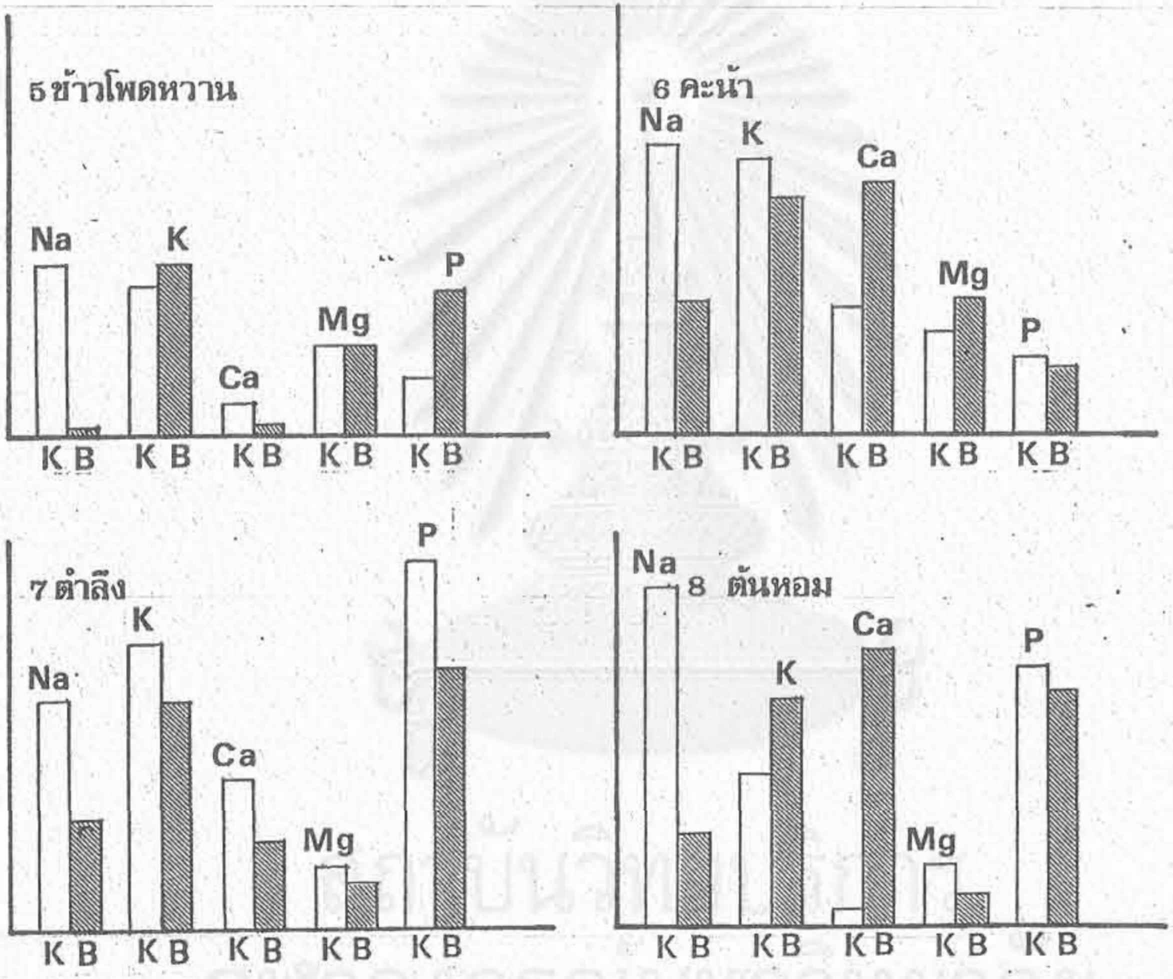
กรัม) และค่าฟอสเฟตที่สูงมากพบใน ข้าวโพดอ่อน กระถิน ชะอม และใบกระเพรา (ระหว่าง 55-67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

เมื่อพิจารณาดูปริมาณแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ที่วิเคราะห์จากผักและผลไม้ที่ได้จากขอนแก่น (K) เปรียบเทียบกับผักและผลไม้ชนิดเดียวกันที่ได้จากกรุงเทพฯ (B) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีประมาณ 20 ชนิด ดังได้แสดงการเปรียบเทียบค่าของแร่ธาตุทั้ง Na, K, Ca, Mg และ P ของชะพลู ชะอม กระถิน และกะหล่ำปลี ไว้ในรูปที่ 1 ข้าวโพดหวาน คะน้า ตำลึง และต้นหอม รูปที่ 2 แตงกวา แตงโมอ่อน ถั่วฝักยาว และผักกาดขาว ไว้ในรูปที่ 3 ผักชีลาว ผักบุ้งไทย แพว และฟักทอง ในรูปที่ 4 มะเขือพวง มะเขือเทศ กล้วยน้ำว้า มะยม ไว้ในรูปที่ 5 อาหารที่ได้เปรียบเทียบจะมีประโยชน์ในการพิจารณาที่จะเลือกใช้ชนิดของอาหารที่มีแร่ธาตุที่เหมาะสมสำหรับผู้มีปัญหาสุขภาพได้ต่อไป ในการพิจารณาค่าของแร่ธาตุในอาหารที่เหมือนกันที่เก็บจากขอนแก่นและกรุงเทพฯ พบว่ามีสารตัวอย่าง 10 ชนิด จากขอนแก่นที่มีค่า K สูงกว่าที่เก็บจากกรุงเทพฯ และสารตัวอย่างอีก 10 ชนิด จากกรุงเทพฯมีค่า K สูงกว่าที่เก็บจากขอนแก่น แสดงว่าไม่สามารถกำหนดได้ว่าสารตัวอย่างจากขอนแก่นมี K ต่ำหรือสูงกว่ากรุงเทพฯ รวมทั้งไม่สามารถสรุปให้ชี้ชัดว่าโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสเฟต ของอาหารจากขอนแก่นแตกต่างไปจากกรุงเทพฯ ดังได้แสดงเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

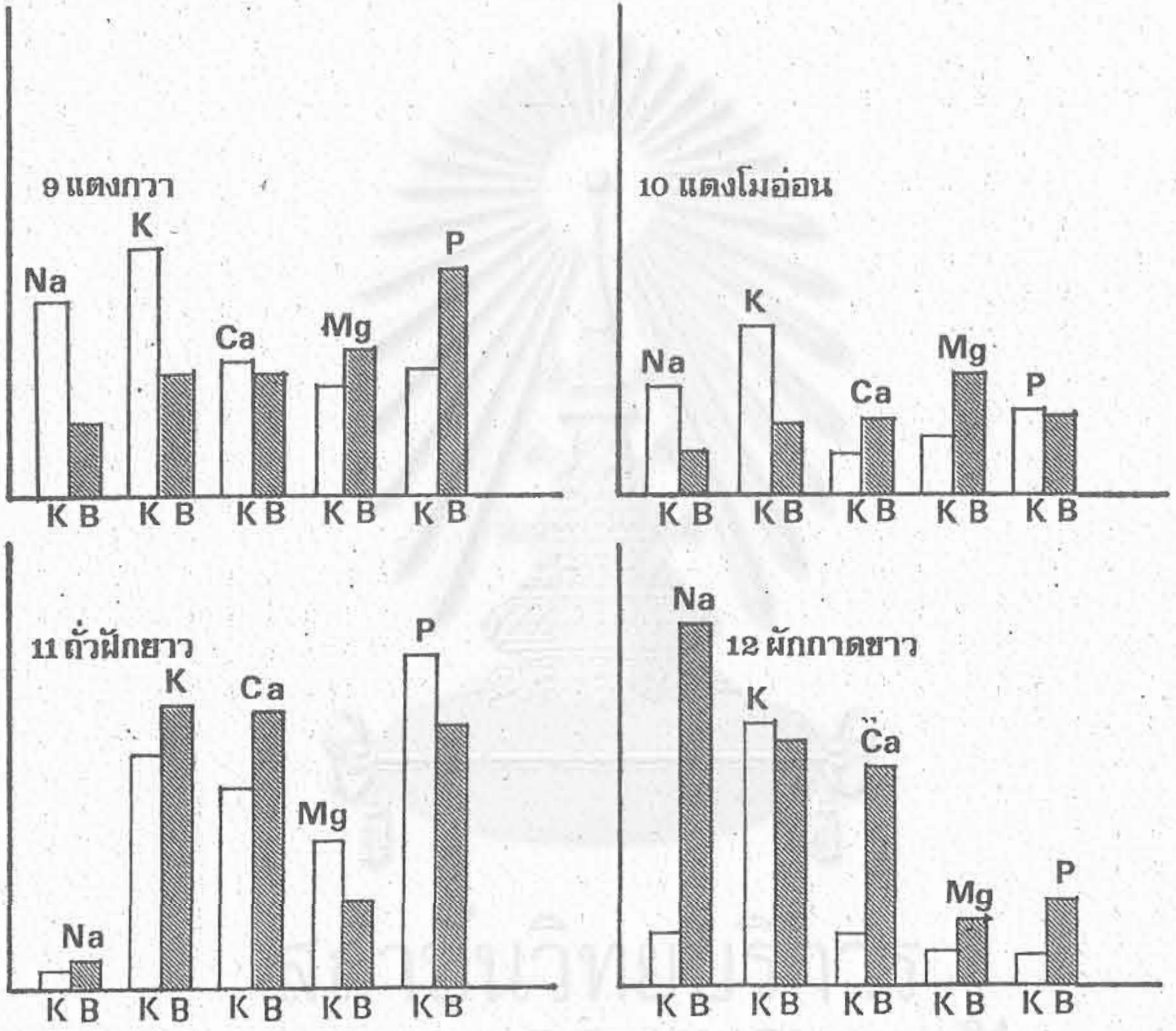


<u>รูปที่ 1</u> Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between Cha-Ploo, Cha-om, Lead tree and Cabbage from Khon Kaen prouince (K) and Bangkok (B)

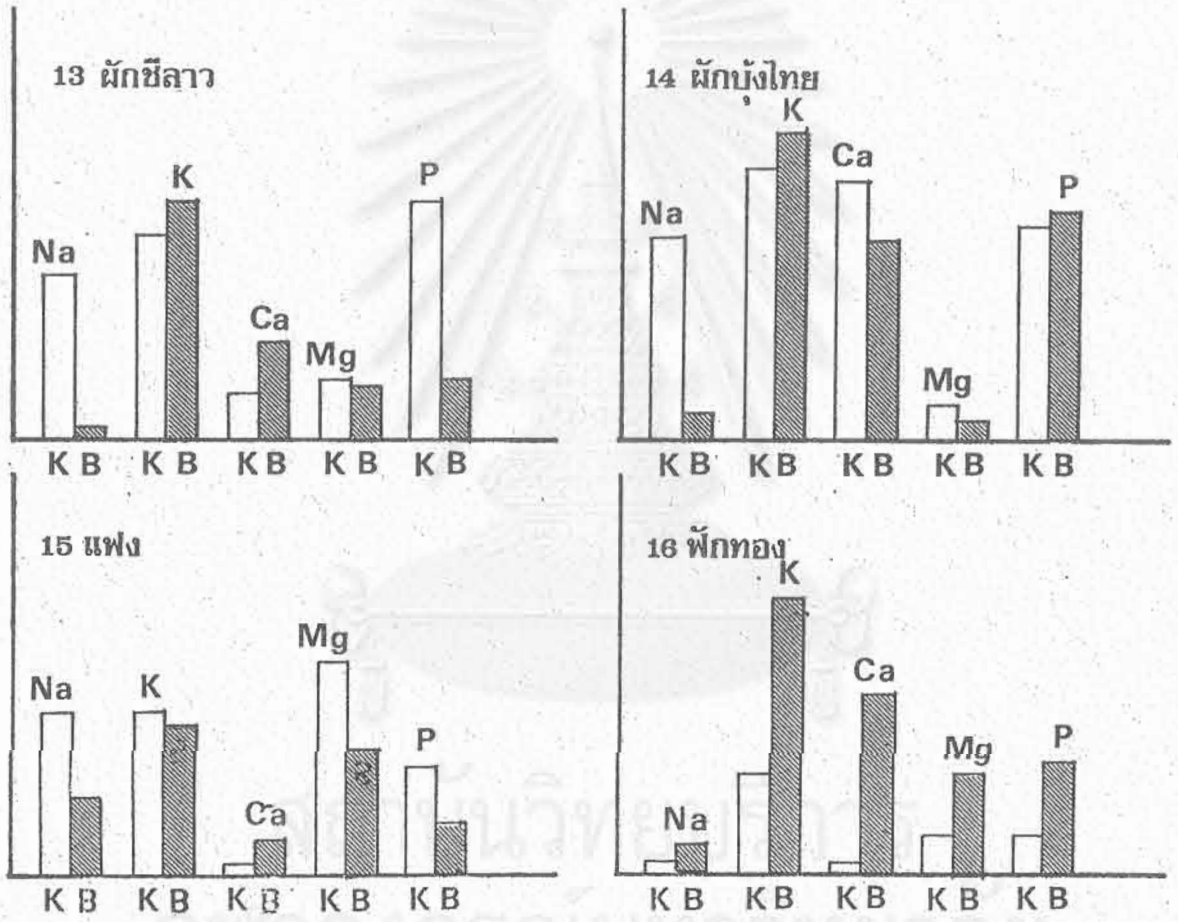


รูปที่ 2 Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between Corn sweet, Collard, Ivygourd and Onion from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

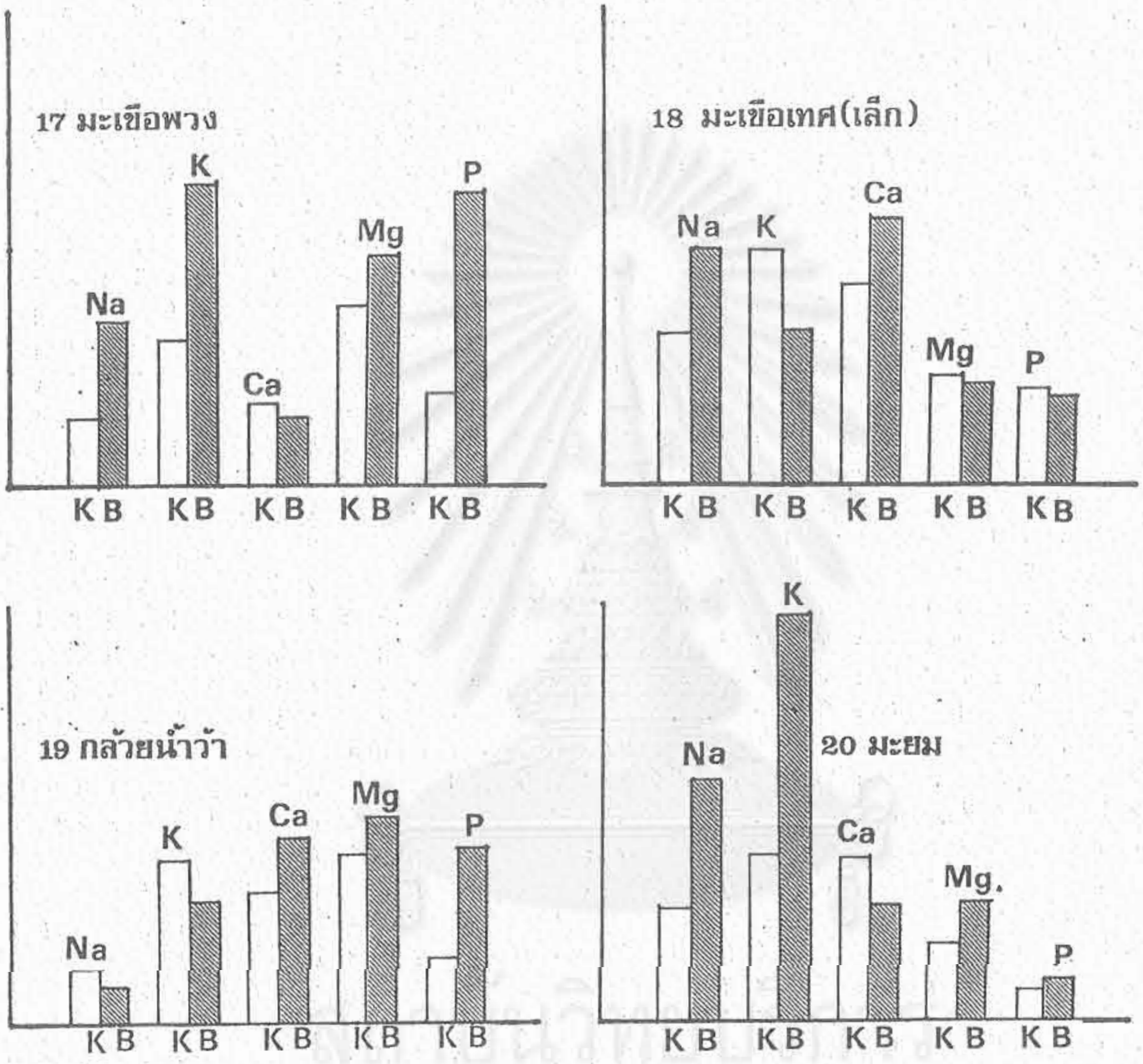


รูปที่ 3 Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between Cucumber, Water melon, Yard-long bean and Celery cabbage from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)



รูปที่ 4 Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between Coriander, Swamp cabbage, Phak Pel and Pampkin from Khon Kaen Province (K) and from Bangkok.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5 Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between Egg plant, Tomato, Banana and Star gooseberry from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)

<u>ตารางที่ 5</u> Comparison of Na, K, Ca, Mg and P concentration between the same vegetable and fruits (k indicates condition when the mineral concentration in the samples from KK is higher than in from BKK and b indicates vice versa)

	Na	K	Ca	Mg	P
1. ชะพลู	b	k	b	b	b
2. ชะอม	b	b	b	b	b
3. กะถิน	b	b	b	b	b
4. กะหล่ำปลี	k	k	k	k	k
5. ข้าวโพดหวาน	k	b	k	k	b
6. คะน้า	k	k	b	b	k
7. ตำลึง	k	k	k	k	k
8. ต้นหอม	k	b	b	k	k
9. แตงกวา	k	k	k	b	b
10. แตงโมอ่อน	k	k	b	b	k
11. ถั่วฝักยาว	b	b	b	k	k
12. ผักกาดขาว	b	k	b	b	b
13. ผักชีลาว	k	b	b	k	k
14. ผักบุ้งไทย	k	b	k	k	b
15. แพว	k	k	b	k	k
16. ฟักทอง	b	b	b	b	b
17. มะเขือพวง	b	b	k	b	b
18. มะเขือเทศเล็ก	b	k	b	k	k
19. กล้วยน้ำว้า	k	k	b	b	b
20. มะยม	b	b	k	b	b
ค่าของขอนแก่นสู<u>งกว่า</u> (k)	11	10	8	9	9
ค่าของกรุงเทพสู<u>งกว่า</u> (b)	9	10	12	11	11

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. <u>ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ในอาหาร</u>

ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดนิ่ว คือ ซิเตรท มาเลท และทาร์เทต ของสารตัวอย่างชนิดที่เก็บมาจากขอนแก่นปรากฏรายละเอียดในตารางที่ 6 และสารตัวอย่างชนิดที่เก็บจากกรุงเทพฯ แสดงไว้ในตารางที่ 7 โดยแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยของสารตัวอย่างที่วิเคราะห์อย่างละ 2 ครั้ง หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสด

จากตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าทั้งผักและผลไม้หลายชนิดจากขอนแก่นมีซิเตรทสูง คือมีค่าซิเตรทตั้งแต่ 100-153 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ชะพลู กวางตุ้ง ส้มกบ พริกแดง มะระขี้นก ลูกค้อ กล้วยทุกชนิด ชมพู่ มะม่วง ละมุด และมะเฟือง เป็นต้น ส่วนผักและผลไม้ที่วิเคราะห์ได้ค่ามาเลทสูงที่สุดและสูงมากคือ มะยม (1010 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนผักชีลาว ผักบุ้งไทย มะขามเปียก มะละกอดิบ กล้วยน้ำว้า มีค่ามาเลทสูงตั้งแต่ 100-144 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สำหรับค่าทาร์เทตที่สูงที่สุดที่พบในผักและผลไม้เป็น มะขามเปียก (474 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และค่าทาร์เทตที่อยู่ในระดับที่สูง คือมีค่าระหว่าง 100-308 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบใน ลูกค้อ หอมห่อ พิมวย ผักทูรย์ ผักปัง ผักบุ้งแดง ผักเขียง ผักขี้นิล ผักโขม ผักกาดขาว ขึ้เหล็กหวาน มะเขือพวง กระถิน ใบมะยม และกวางตุ้ง

เมื่อพิจารณาค่ากรดอินทรีย์ของสารตัวอย่างจากกรุงเทพฯที่แสดงในตารางที่ 7 จะเห็นว่าผลไม้ต่าง ๆ มีซิเตรทสูงมาก ได้แก่ ส้มและกล้วยทุกชนิด โดยเฉพาะส้มเขียวหวาน กล้วยไข่ นอกจากนี้ยังพบสารตัวอย่างอื่นที่มีค่าซิเตรทสูง คือมีค่าระหว่าง 100-165 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ มะละกอสุก ทุเรียน สัปปะรด มะเขือเทศ มะเขือพวง ผักเสี้ยน ถั่วงอก ถั่วลันเตา ผักกาดหอม กวางตุ้ง และคะน้า ส่วนสารตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ค่ามาเลทที่สูงมาก เป็น มะยม และมะขามหวาน (มากกว่า 800 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และค่ามาเลทที่สูงยังพบในผลไม้หลายชนิด ได้แก่ กล้วย ทั้งกล้วยไข่ กล้วยหอม และกล้วยน้ำว้า และยังพบค่าสูงใน ทุเรียน ขนุน มะละกอดิบ องุ่น แตงโมอ่อน ผักชี และผักเสี้ยน (มีค่าตั้งแต่ 100-220 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สำหรับค่าทาร์เทตที่สูงมากพบในพวกมะขามเช่นเดียวกันกับผักขอนแก่น คือในมะขามหวานมีทาร์เทตสูงถึง 1070.8 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่าทาร์เทตสูงใน กล้วยไข่ กล้วยหอม องุ่น กระเจี๊ยบ มะระจีน หญ้าหนวดแมว แพว มะเขือพวง มะเขือเปราะ กระถิน แขยง ชะอม ดอกขจร และผักชี ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 107-467 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

Table 6 Organic acid contents in vegetables and fruits from Khon Kaen (mg/100 g fresh samples)

ชื่อไทย	Citrate	Malate	Tartrate
ขอนแก่น			
1. กะหล่ำปลี	61.2	31.4	16.8
2. กะเฉด	22.9	6.8	38.7
3. กระถิน	15.3	26.6	180.2
4. ข้าวโพดอ่อน	8.1	45.3	2.3
5. ข้าวโพดหวาน	1.9	10.2	51.9
6. แขยง	39.6	2.4	62.3
7. ขี้เหล็กหวาน	0.5	69.6	217.3
8. คะน้า	68.8	29.7	23.9
9. ชะพลู	103.8	78.8	34.0
10. ชะอม	37.1	6.6	55.0
11. ดอกกุยฉ่าย	40.2	24.2	10.2
12. ดอกแค	6.0	11.3	62.6
13. ตำลึง	57.1	60.7	6.6
14. ต้นหอม	18.2	44.6	74.2
15. แตงกวา	2.1	37.6	24.0
16. แตงโมอ่อน	1.9	17.6	1.1
17. ถั่วฝักยาว	23.3	62.9	40.4
18. บวบเหลี่ยม	1.7	2.8	42.3
19. ผักกวางตุ้ง	108.6	34.9	125.1
20. ใบกุยฉ่าย	60.2	25.8	43.8
21. ใบแค	0.6	56.7	93.2
22. ใบมะกอก	0.8	40.1	1.0
23. ใบมะยม	78.9	38.0	140.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อไทย	Citrate	Malate	Tartrate
24. ใบโหระพา	43.7	27.3	98.2
25. ผักกาดขาว	14.3	34.8	110.9
26. ผักก้านจอง	22.9	27.1	53.4
27. ผักโขม	1.2	5.1	155.3
28. ผักขี้นิล	0.6	70.9	141.5
29. ผักเขียง	35.6	8.0	131.8
30. ผักชีลาว	39.8	116.9	4.1
31. ผักบุ้งไทย	97.1	123.1	0.2
32. ผักบุ้งแดง	97.1	81.1	119.1
33. ผักปัง	1.4	2.5	105.3
34. ผักแว่น	21.6	19.7	91.6
35. ผักทูรย์	3.9	17.5	112.5
36. ผักส้มกบ	142.9	8.7	90.1
37. ผักลาป	82.0	34.7	0.8
38. พริกเขียว	20.1	70.9	41.3
39. พริกแดง	143.4	46.1	96.7
40. เพลี้ยฟาน	68.1	25.5	76.9
41. ผีพวย	4.0	4.1	231.3
42. แพว	45.9	11.2	44.3
43. ผักเขียว	2.9	44.5	36.7
44. ผักทอง	1.9	6.3	59.6
45. มะเขือเปราะ	1.8	39.2	1.4
46. มะเขือยาว	1.6	1.8	30.0
47. มะเขือพวง	48.9	30.1	146.1
48. มะระขี้นก	127.2	58.7	23.1
49. มะขามเปียก	52.6	143.1	474.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อไทย	Citrate	Malate	Tartrate
50. มะละกอดิบ	85.6	117.0	75.4
51. ลูกค้อ	140.4	31.9	307.4
52. ละเดา	22.4	4.0	12.7
53. หอมห่อ	96.8	1.2	146.6
54. กล้วยน้ำว้า	123.3	130.6	37.7
55. ชมพู่เขียว	116.6	32.1	47.8
56. มะม่วงแก้ว	138.9	50.6	74.3
57. มะยม	23.0	1167.9	2.5
58. เม็ดบัว	40.5	45.3	0.4
59. ละมุด	109.9	41.2	61.1
60. ลูกตาล	5.2	39.0	0.2
61. สะท้อน	152.8	27.5	0.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

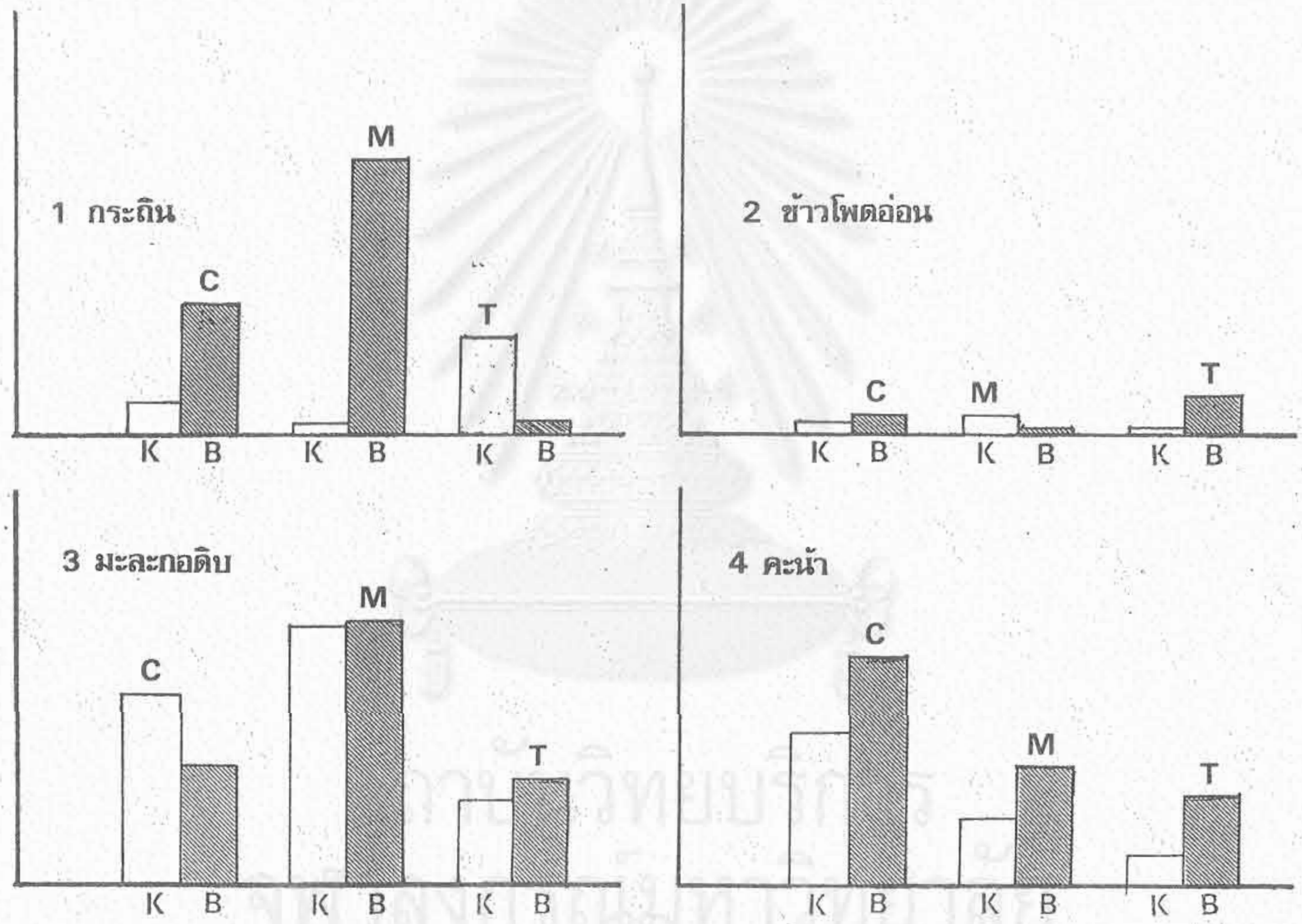
067877

Table 7 Organic contents in vegetables and fruits from Bangkok (mg per 100 g fresh samples)

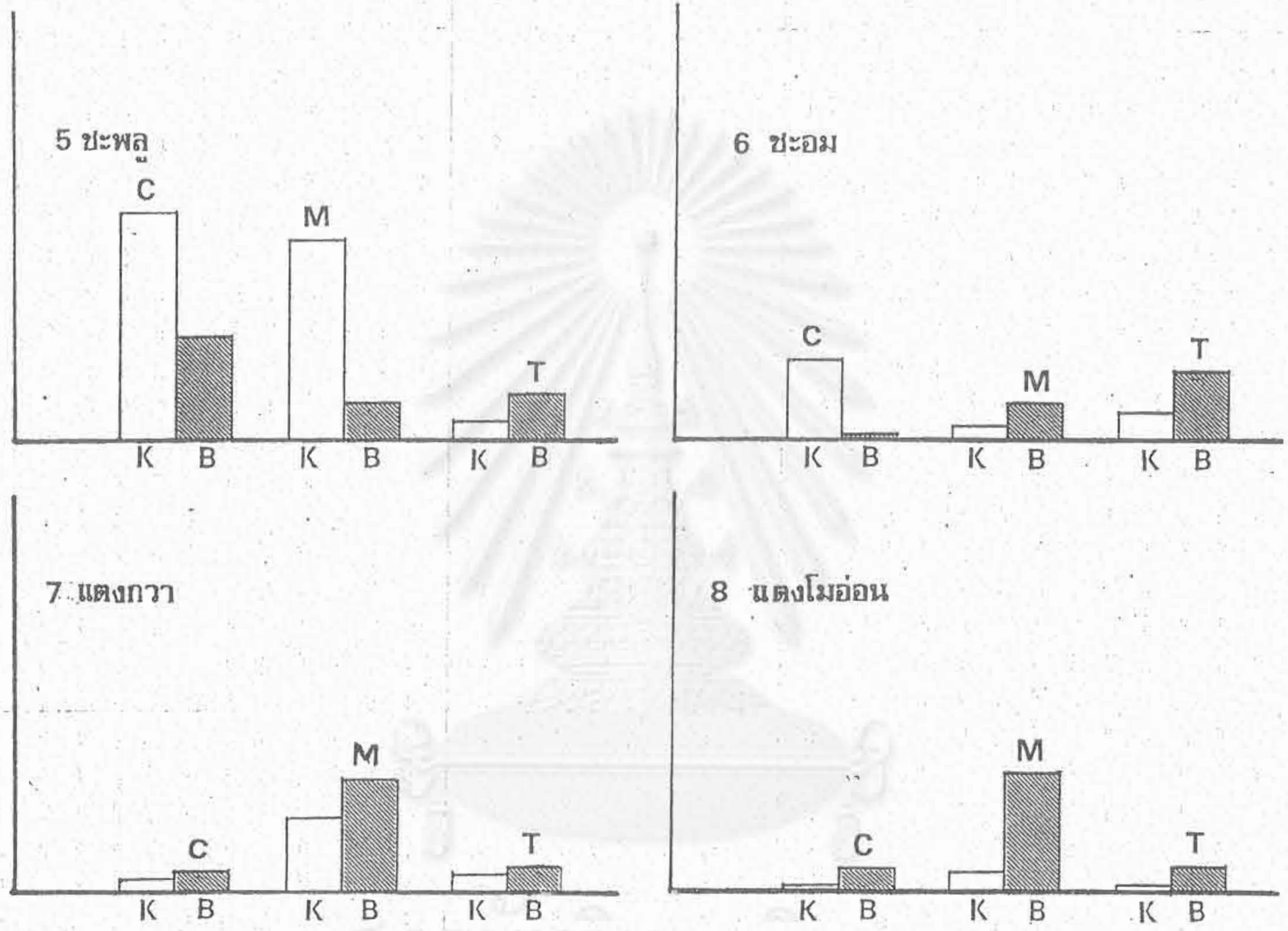
ชื่อไทย	Citrate	Malate	Tertrate
กรุงเทพ			
1. กระถิน	59.6	22.7	161.4
2. กะหล่ำ	43.8	94.6	11.6
3. ข้าวโพดอ่อน	11.8	1.2	72.5
4. ข้าวโพดหวาน	32.8	27.3	72.1
5. แขยง	5.3	28.3	122.8
6. คะน้า	103.3	54.0	77.5
7. คื่นฉ่าย	47.0	25.1	75.1
8. ชะพลู	43.9	17.4	84.5
9. ชะอม	1.2	12.3	133.7
10. ดอกขจร	40.8	4.5	166.0
11. แตงกวา	6.8	49.6	40.8
12. แตงโมอ่อน	10.3	208.7	40.2
13. ถั่วงอก	103.8	16.8	67.7
14. ถั่วลิสง	92.0	5.8	77.0
15. ถั่วลันเตา	121.9	43.7	57.6
16. บรอคโคลี่	128.5	39.9	75.5
17. ใบกระเพรา	57.6	2.8	56.7
18. ผักกาดขาว	14.8	21.2	59.9
19. ผักกาดหอม	127.2	23.1	43.5
20. ผักกวางตุ้ง	129.3	95.6	40.3
21. ผักชี	112.5	116.2	122.6
22. ผักชีล้อม	7.8	5.3	85.4
23. ผักเสี้ยน	110.4	171.1	51.2

ชื่อไทย	Citrate	Tartrate	Malate
24. แพว	37.8	9.4	199.0
25. มะเขือพวง	165.1	36.1	182.5
26. มะเขือเปราะ	52.7	53.9	107.9
27. มะเขือเทศใหญ่	139.2	35.5	50.9
28. มะเขือเทศเล็ก	138.81	10.8	43.5
29. มะระจีน	2.5	15.7	140.2
30. มะละกอดิบ	52.4	118.9	95.2
31. มันเทศ	39.7	69.9	40.4
32. หน่อไม้	85.5	2.8	4.2
33. หญ้าหนวดแมว	55.2	11.6	391.9
34. กระเจี๊ยบ	0.1	17.4	395.8
35. กล้วยไข่	161.3	212.9	213.0
36. กล้วยน้ำว้า	124.7	219.5	91.6
37. กล้วยหอม	131.8	161.4	197.5
38. ขนุน	81.2	141.0	59.7
39. ทุเรียน หมอนทอง	132.2	119.6	77.4
40. มะละกอสุก	128.5	20.2	142.1
41. มะขามหวาน	27.0	930.8	1070.8
42. มะปราง	97.9	65.5	89.2
43. มะยม	37.3	897.2	12.4
44. ละมุด	87.5	11.3	127.0
45. สับปะรด	162.3	37.3	63.1
46. ส้มจีน	174.6	26.8	108.5
47. ส้มเขียวหวาน	174.1	35.6	92.4
48. ส้มโอ	177.4	2.6	75.5
49. องุ่นเขียว	13.9	155.2	466.5

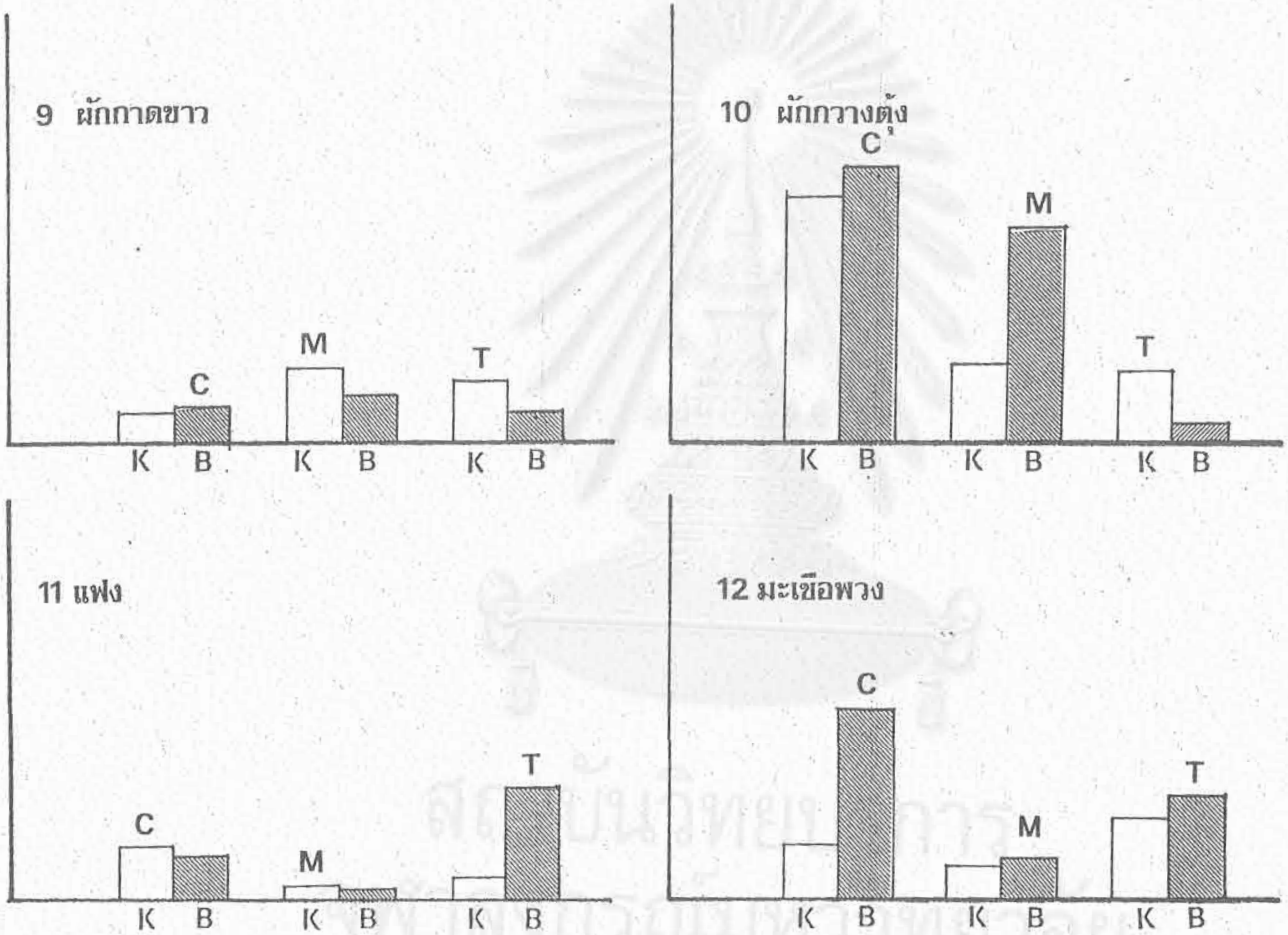
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6 Comparison of citrate (C), malate (M) and tartate (T) concentration between Lead tree, Corn, Papaya and Collard from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)

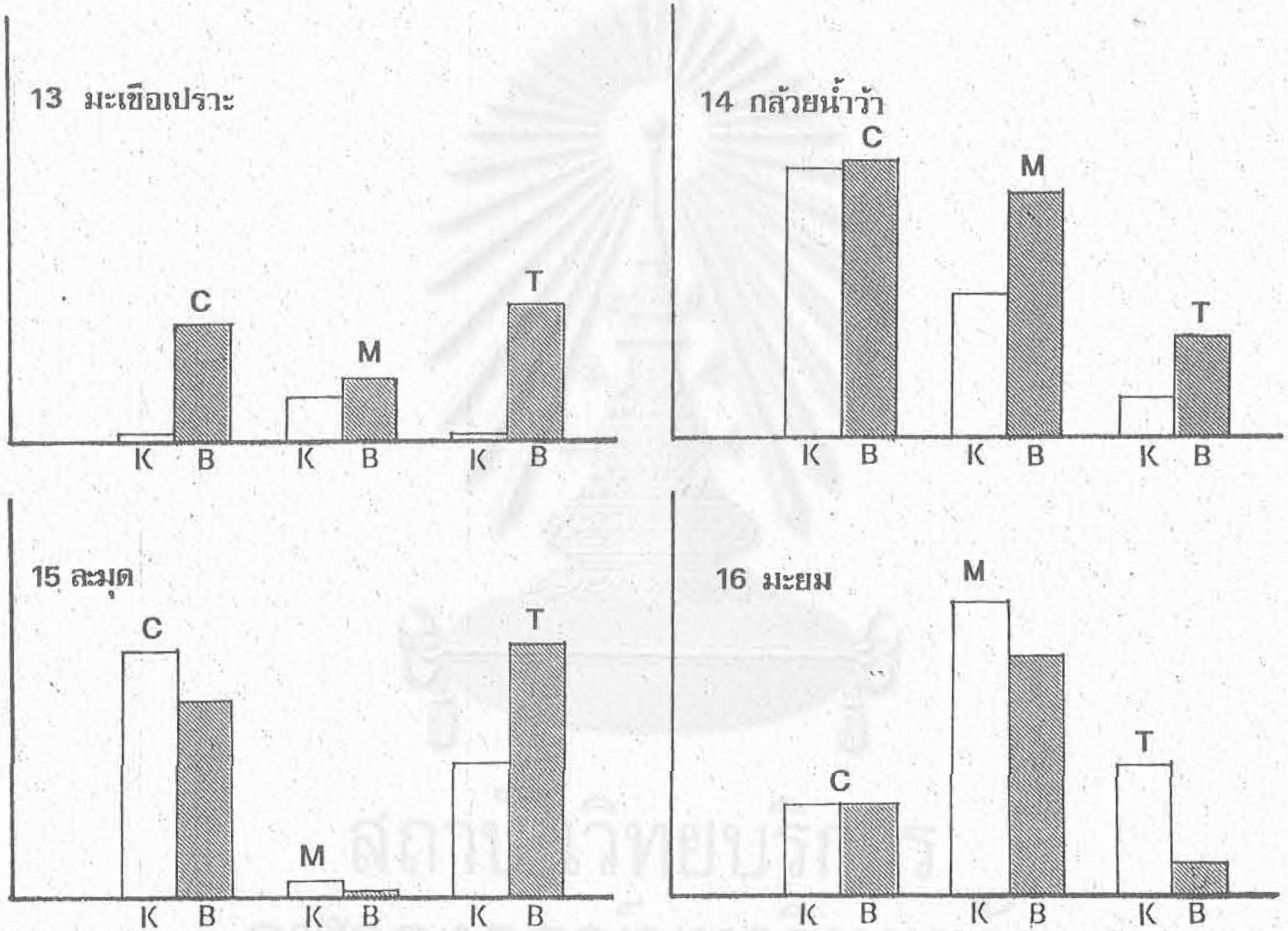


รูปที่ 7 Comparison of citrate (C), malate (M) and tartate (T) concentration between Cha-ploo, Cha-om, Cueumber and young water melon from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)



รูปที่ 8 Comparison of citrate (C), malate (M) and tartate (T) concentration between Celery cabbage, Chinese cabbage, Pel and Egg plant from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9 Comparison of citrate (C), malate (M) and tartate (T) concentration between Egg plant, Banana, Sapodilla and star gooseberry. from Khon Kaen province (K) and from Bangkok (B)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. <u>ผลการเปรียบเทียบกรดอินทรีย์ในผักชนิดเดียวกันระหว่างขอนแก่นกับกรุงเทพฯ</u>

ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ซิเตรท มาเลท และทาร์เทต ของผักชนิดเดียวกัน 16 ชนิด ที่เก็บจากขอนแก่นและกรุงเทพฯ รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบในกระถิน ข้าวโพดอ่อน มะละกอดิบ คะน้า พบว่ามะละกอดิบมีปริมาณกรดอินทรีย์มากกว่าผักชนิดอื่น ๆ และพบว่าผักบางชนิดของขอนแก่นมีกรดอินทรีย์สูงกว่ากรุงเทพฯ รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบใน ชมพู่ ชะอม แตงกวา และแตงโมอ่อน จะเห็นได้ว่า ชมพู่ มีกรดอินทรีย์สูงกว่าผักอื่น ๆ ที่เหลือ และผักบางชนิดในกรุงเทพฯพบกรดอินทรีย์สูงกว่าในขอนแก่น รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบใน ผักกาดขาว ผักกวางตุ้ง แพว และมะเขือพวง พบว่าผักกวางตุ้งมีกรดอินทรีย์สูงกว่าผักอื่น รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบในมะเขือเปราะ กล้วยน้ำว้า ละมุด และมะยม จะเห็นได้ว่า กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่มีทั้งซิเตรท มาเลท และทาร์เทตสูงกว่าผักอื่น ๆ และยังพบว่ามะยมเป็นผลไม้ที่มีมาเลทและทาร์เทตสูงมาก ส่วนละมุดมีซิเตรทและทาร์เทตสูงมาก

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกรดอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด จากสารตัวอย่าง 16 ชนิด ระหว่างผักขอนแก่นและกรุงเทพฯว่าจากแหล่งใดจะมีกรดอินทรีย์แต่ละชนิดมากกว่ากัน พบว่าส่วนใหญ่ผักจากกรุงเทพฯที่วิเคราะห์ครั้งนี้มีกรดอินทรีย์มากกว่าจากขอนแก่น ถ้าพิจารณารูปที่ 7-9 จะเห็นได้ว่าค่าในกรุงเทพฯสูงกว่าของซิเตรทเป็น 10 ใน 16 ชนิด มาเลทเป็น 10 ใน 16 ชนิด และทาร์เทตเป็น 12 ใน 16 ชนิด

5. <u>ผลการวิเคราะห์ออกซาเลทและยูเรท</u>

ออกซาเลทและยูเรทเป็นสารที่สำคัญ ถ้ามีมากในปัสสาวะจะส่งเสริมให้เกิดโรคนิ่ว คณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สาร 2 ตัว ในอาหาร 60 ชนิด ที่เก็บจากขอนแก่น ดังได้แสดงไว้ในตารางที่ 8 พบว่าใบมะตูมเป็นผักที่มีค่าออกซาเลทสูงสุดถึง 187 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของผักสด และสารตัวอย่างที่มีค่าออกซาเลทสูงคืออยู่ระหว่าง 37-86 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในมะเขือพวง มะเขือยาว มะเขือเปราะ ผักโขม ผักบุ้งไทย ผักแว่น พริกขี้หนู ผักแพว ชมพู่ ชะอม และมะขามเปียก ส่วนในผักชนิดอื่น ๆ เช่น กระถิน กระโดน ดอกแค ผักก้านจอง เพลี้ยฟาน ผักพวย ชมพู่เขียว มีค่าออกซาเลทระดับปานกลาง (20-30 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สำหรับค่ายูเรทในสารตัวอย่างที่มีค่าสูงสุดพบในใบมะขาม ใบมะตูม และกระโดน (72-78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ค่ายูเรทที่อยู่ในระดับปานกลาง (15-33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) พบใน กระถิน ใบมะยม ผักโขม และผักพวย

ส่วนผักชนิดอื่น ๆ ที่เหลือพบว่ามีปริมาณยูเรทต่ำถึงต่ำมาก

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณออกซาเลทและยูเรทในสารตัวอย่าง 45 ชนิด ที่เก็บได้จากกรุงเทพฯ พบว่าสารตัวอย่างที่มีค่าออกซาเลทสูงมากเป็นถั่วลิสง (170.6 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) สารตัวอย่างที่มีค่าออกซาเลทสูงคืออยู่ระหว่าง 40-62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ชะพลู ดอกขจร ชะอม มะเขือพวง มะเขือเปราะ ส่วนสารตัวอย่างที่มีค่าออกซาเลทอยู่ในระดับปานกลาง คืออยู่ระหว่าง 16-22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในกระถิน พริกหยวก ผักเสี้ยน หญ้าหนวดแมว และมะขามหวาน สำหรับค่ายูเรทที่ศึกษาครั้งนี้พบว่า กระถิน และหมอนทอง มีค่ายูเรทสูงกว่าสารตัวอย่างอื่น ๆ แต่อยู่ในระดับปานกลาง (16-18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนสารตัวอย่างที่เหลือมีค่ายูเรทต่ำหรือต่ำมาก

โดยสรุปค่าออกซาเลทจะพบสูงมากในถั่วลิสง ใบมะตูม และพบค่าสูงในมะเขือชนิดต่าง ๆ ผักโขม ผักบุ้งไทย ผักแว่น ชะพลู ชะอม ดอกขจร พริก ผักแพวและมะขามเปียก

<u>Table 8</u> Oxalic acid and uric acid contents in vegetables and fruits from <u>Khon Kaen</u> (mg/100 g fresh samples)

ชื่อไทย	Oxalic acic	Uric acid
<u>ขอนแก่น</u>		
1. กะหล่ำปลี	2.8	1.5
2. กะเฉด	2.4	1.0
3. กระถิน	25.0	18.1
4. กระโดน	25.2	72.5
5. ข้าวโพดอ่อน	9.2	2.6
6. ข้าวโพดหวาน	8.8	2.2
7. ขี้เหล็กหวาน	4.6	2.8
8. คะน้า	2.6	3.4
9. ชะพลู	38.4	4.5
10. ชะอม	37.4	1.2
11. ดอกกุยฉ่าย	1.8	1.0
12. ดอกแค	20.6	1.3
13. ตำลึง	3.4	1.1
14. ต้นหอม	3.2	1.3
15. แตงกวา	2.4	0.5
16. แตงโมอ่อน	6.2	0.5
17. ถั่วฝักยาว	6.2	0.8
18. บวบเหลี่ยม	3.6	0.8
19. ใบกุยฉ่าย	2.4	1.5
20. ใบแค	7.4	1.4
21. ใบมะกอก	6.4	8.5
22. ใบมะยม	28.8	33.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อไทย	Oxalic acic	Uric acid
23. ใบมะตูม	187.0	78.0
24. ใบโหระพา	15.6	6.0
25. ผักกาดขาว	1.0	0.5
26. ผักก้านจอง	21.6	2.8
27. ผักโขม	40.6	16.0
28. ผักขี้นิล	9.2	6.0
29. ผักเชียง	19.6	1.5
30. ผักชีลาว	10.6	0.75
31. ผักบุ้งไทย (แดง)	38.4	3.1
32. ผักปัง	33.4	1.6
33. ผักแว่น	78.8	5.0
34. ผักกูรย์	4.4	1.4
35. ผักล้มกบ	17.0	1.0
36. ผักสาบ	8.0	3.9
37. พริกเขียว	25.6	3.5
38. พริกแดง	23.0	4.0
39. พริกขี้หนู	37.8	3.5
40. เพลี้ยพาน	28.2	12.0
41. พิพวย (ผังพวย)	25.6	15.0
42. แพว	76.8	2.3
43. ฟักเขียว	1.8	0.7
44. ฟักทอง	9.0	2.3
45. มะเขือเปราะ	47.8	1.3
46. มะเขือยาว	54.4	2.1
47. มะเขือพวง	86.6	10.0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อไทย	Oxalic acic	Uric acid
48. มะเขือเทศใหญ่	40.0	3.25
49. มะขามเปียก	68.2	6.0
50. ลูกค้อ	2.4	1.2
51. สะเดา	20.0	10.2
52. หอมห่อ	5.2	2.2
53. กล้วยน้ำว้า	2.2	1.5
54. ชมพู่เขียว	30.8	1.0
55. มะม่วงแก้ว	5.6	1.6
56. มะยม	4.8	0.8
57. เม็ดบัว	12.4	1.25
58. ละมุด	5.2	4.4
59. ลูกตาล	3.2	3.5
60. สะท้อน	9.6	1.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 9 Oxalic acid and uric acid contents in vegetables and fruits from Bangkok (mg per 100 g fresh samples)

ชื่อไทย	Oxalic acic	Uric acid
กรุงเทพ		
1. กะหล่ำปลี	1.6	0.75
2. กระถิน	21.6	18.1
3. กะเฉด	2.6	0.9
4. ข้าวโพดอ่อน	7.6	1.2
5. ข้าวโพดหวาน	8.8	2.9
6. คะน้า	4.4	3.0
7. คื่นฉ่าย	2.2	2.0
8. ชะพลู	59.0	3.0
9. ชะอม	40.0	1.4
10. ดอกขจร	49.2	1.0
11. แตงกวา	2.4	1.2
12. ถั่วฝักยาว	5.3	0.0
13. ถั่วงอก	11.4	1.3
14. ถั่วลิสง	170.6	5.2
15. ถั่วลันเตา	5.2	1.9
16. บรอคโคลี่	2.4	4.5
17. ใบกระเพรา	1.0	0
18. ผักกาดขาว	1.0	0
19. ผักกาดหอม	4.6	2.8
20. ผักชี	2.4	0
21. พริกเขียว	2.6	3.1
22. พริกหยวก	15.8	0.75

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อไทย	Oxalic acid	Uric acid
23. ผักเสี้ยน	28.2	2.2
24. มะเขือพวง	62.0	4.1
25. มะเขือเปราะ	47.8	3.0
26. มะเขือเทศ (เล็ก)	4.8	0.5
27. มะเขือเทศ (ใหญ่)	6.4	1.0
28. หน่อไม้ (หวาน)	17.4	1.2
29. หญ้าหนวดแมว	19.4	3.5
30. กล้วยไข่	4.0	1.2
31. กล้วยน้ำว้า	3.0	5.0
32. กล้วยหอม	7.8	1.5
33. ขนุน	11.8	8.2
34. น้อยหน่า	6.2	1.5
35. ทุเรียน หมอนทอง	13.8	16.4
36. มะละกอสุก	6.8	1.4
37. มะขามหวาน	18.8	5.6
38. มะปราง	5.6	0
39. มะม่วง	2.8	2.3
40. ละมุด	4.8	2.0
41. สับปะรด	2.4	0.9
42. ส้มเกลี้ยง	4.8	0
43. ส้มโอ	1.6	0
44. ส้มเขียวหวาน	3.8	0
45. องุ่นเขียว	4.2	1.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. <u>ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแร่ธาตุวานาเดียม</u>

วานาเดียมเป็นธาตุที่พบมากในดินทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย[ ] ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์วานาเดียมในผักและผลไม้จากขอนแก่น 8 ชนิด และจากกรุงเทพฯ 20 ชนิด เป็นเบื้องต้น เนื่องจากการวิเคราะห์วานาเดียมที่ไว (sensitive) ที่สุดต้องใช้ neutron activation analysis ซึ่งวิเคราะห์ได้ต่ำถึง 10^{-10} M[41] การศึกษาค่าวานาเดียมในครั้งนี้รวมวิเคราะห์สารตัวอย่างได้ 28 ชนิด เท่านั้น เนื่องจากตรงกับช่วงที่เครื่อง neutron activation ต้องปิดเพื่อซ่อมแซมเป็นเวลา 1 ปี ด้วยเหตุนี้จึงยังไม่อาจสรุปผลแน่นอนได้ ดังได้แสดงผลการวิเคราะห์ไว้ในตารางที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบผักที่เหมือนกัน 5 ชนิด ที่เก็บจากขอนแก่นและกรุงเทพฯ พบว่าผักจากขอนแก่น 4 ชนิด มีค่าสูงกว่าผักกรุงเทพฯ ได้แก่ กวางตุ้ง (124.9>7.5 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม) ตำลึง (31.2>12.9 ไมโครกรัม/100 กรัม ผักบุ้ง (16.3>12.8 ไมโครกรัม/100 กรัม) และถั่วฝักยาว (7.7>6.1 ไมโครกรัม/100 กรัม) และมีผัก 1 ชนิด จากกรุงเทพมีค่าสูงกว่าผักจากขอนแก่นคือ ชะอม (111.5>91.9 ไมโครกรัม/100 กรัม)

7. <u>ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าโพแทสเซียมในชั้นดินของภาคต่าง ๆ ในประเทศไทย</u>

จากเอกสารของกองสำรวจและจำแนกดิน ฉบับที่ 91[42] ได้ให้ข้อมูลการจัดชั้นความเหมาะสมของชุดดินเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตร เช่น การปลูกข้าวหรือทำนา การปลูกพืชไร่ทั่วไป รวมทั้งการปลูกไม้ยืนต้นและสวนผลไม้ พบว่าดินชั้นที่เหมาะสมที่สุดส่วนใหญ่จะเป็นชั้นดินที่ 1 นอกจากนี้ยังได้แสดงผลการวิเคราะห์ทางเคมีของแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินภาคกลางไว้ในเล่มเดียวกันนี้ สำหรับข้อมูลของการวิเคราะห์แร่ธาตุในดินชั้นต่าง ๆ ของภาคอื่น ๆ ได้รับมาจากกองสำรวจและจำแนกดิน จึงได้ศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะค่าของโพแทสเซียมในดินชั้นต่าง ๆ 5 ชั้นแรก ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 จะเห็นได้ว่าเมื่อเทียบค่าโพแทสเซียมเฉพาะดินชั้นที่ 1 ของจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกับจังหวัดต่าง ๆ ในภาคอื่น ๆ พบว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียมในดินชั้นที่ 1 นี้ต่ำกว่าภาคอื่น ๆ มาก กล่าวคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่า 17 ppm ภาคเหนือ 92 ppm ภาคใต้ 160 ppm และภาคกลางสูงที่สุด 203 ppm และถ้าเทียบดินชั้นที่ 2 - 5 ที่เหลือก็พบว่าดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าโพแทสเซียมต่ำกว่าภาคอื่น ๆ เช่นกัน

Table 10 Vanadium contents in vegetables and fruits from Bangkok and Khon Kaen

ชื่อไทย	วานาเดียม (Mg/100 g) น้ำหนักสด
<u>กรุงเทพ</u>	
1. กวางตุ้ง	7.5
2. กะหล่ำปลี	6.3
3. กระถิน	44.7
4. ข้าวโพดอ่อน	0.8
5. ชะอม	111.5
6. ตำลึง	12.9
7. ต้นหอม	65.6
8. แตงกวา	2.6
9. แตงโมอ่อน	7.8
10. ถั่วฝักยาว	6.1
11. ผักกะเฉด	14.2
12. ผักชี	21.2
13. ผักบุ้งไทย	12.8
14. ฟักทอง	19.7
15. มะเขือเปราะ	3.6
16. มะเขือเทศเล็ก	2.2
17. มันแกว	2.9
18. มะละกอ	100.2
19. มะยม	47.5
20. ส้ม	1.2
<u>ขอนแก่น</u>	
1. กวางตุ้ง	124.9
2. ชะอม	91.9
3. ถั่วฝักยาว	7.7
4. ผักบุ้งไทย	16.3
5. ตำลึง	31.2
6. ดอกผักตบชวา	15.8
7. ผักปัง	37.7
8. เมล็ดบัว	7.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. <u>ผลการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมในข้าวเหนียวและน้ำซาวข้าวเหนียว</u>

เนื่องจากข้าวเหนียวเป็นอาหารหลักที่มีคาร์โบไฮเดรทที่จะให้พลังงานถึงร้อยละ 85 ในเด็กและผู้ใหญ่ของชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ [44] การศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองวัดน้ำซาวข้าวเหนียวชนิดต่าง ๆ ที่แช่ข้าวเหนียวก่อนที่จะนำไปหุง พบว่า K ออกมาในน้ำซาวข้าวเหนียวและมีค่ามากกว่าที่เหลือในข้าวเหนียวที่จะใช้หุงเกือบ 3 เท่าตัว ดังแสดงในตารางที่ 12 นอกจากนี้ยังได้ศึกษาวิธีหุงข้าวเหนียวที่จะทำให้สูญเสีย K ออกทางน้ำซาวข้าวให้น้อยโดยการใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้าแทนการใช้หวดที่ชาวชนบทนิยมใช้ พบว่าปริมาณ K ในข้าวเหนียวที่หุงด้วยหม้อไฟฟ้าแบบไม่เช็ดน้ำหรือไม่ได้ทิ้งน้ำสูงกว่าแบบหุงในหวดปริมาณ 4 เท่าตัว ดังแสดงในตารางที่ 13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมในดินชั้นต่าง ๆ ตามความลึกของดินของบางจังหวัดในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย (กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน)

	ค่า K (ppm) ตามความลึก (ซม.)				
	0-18	18-36	37-70	71-120	121-160
I ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
1. ขอนแก่น	14	20	17	-	-
2. อุบลราชธานี	28	15	26	41	44
3. ร้อยเอ็ด	14.3	13.1	10.7	11.9	13.1
4. มหาสารคาม	11.9	9.5	19.0	21.4	19.0
5. นครพนม	14.7	30.3	47.7	57.6	49.8
II ภาคกลาง					
1. กรุงเทพมหานคร	720	520	680	840	1170
บางเขน	204	169	149	184	187
2. สระบุรี	134	102	123	99	149
3. ราชบุรี	134	90	80	72	83
	59.4	42.8	45	47.5	42.8
4. นครนายก	28.9	26	33	78.5	102
5. นครปฐม	140	117	117	93	93
III ภาคใต้					
1. นครศรีธรรมราช	165	168	202	306	-
2. สุราษฎร์ธานี	138	79	47.5	52.3	92
	148	110	136	120	15
IV ภาคเหนือ					
1. สุโขทัย	64	49	62	54	-
2. แพร่	152	140	88	73	64
3. เชียงราย	52	46	43	57	59.5
4. เชียงใหม่	99	99	85	90	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ K ในข้าวเหนียว 100 กรัม แช่น้ำ 200 มล. 1 ชั่วโมง จากข้าวเหนียวตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร 3 แห่ง

ตัวอย่างข้าวเหนียว	mg ของ K ในข้าวเหนียว 100 กรัม	
	น้ำซาวข้าวเหนียว	เนื้อข้าวเหนียวดิบ
1	45	19.2
2	44	16.8
3	42	18.4

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ K ในข้าวเหนียวที่หุงแบบนึ่งในหวดและทิ้งน้ำซาวข้าวเหนียว (K) เปรียบเทียบกับข้าวเหนียวที่หุงในหม้อไฟฟ้าแบบไม่เช็ดน้ำ (B)

	แบบหุงในหวด (K)	แบบหุงในหม้อไฟฟ้า (B)
น้ำหนักข้าวเหนียวก่อนหุง (g)	200	200
น้ำหนักข้าวเหนียวหลังหุง (g)	300	360
mg K/ข้าวเหนียวที่หุงได้ทั้งหมด	41.2	183.6
mg K/ข้าวเหนียวที่หุงได้ 100 g	13.8	51.1

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ห้องสมุดคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะหาปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ โดยเฉพาะโพแทสเซียมจากผักและผลไม้ที่มีตามธรรมชาติและข้าวเหนียวที่เป็นอาหารที่บริโภคประจำวันของชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รวมทั้งศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการเป็นโรคนิ่วและโรคไหลตายที่พบบ่อยในภูมิภาคนี้ จึงได้ทำการวิเคราะห์วานาเดียมที่พบว่ามีปริมาณสูงในดินของภูมิภาคนี้ และได้วิเคราะห์กรดอินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคนิ่วและมีคุณสมบัติยับยั้งการเกิดนิ่วที่สำคัญคือ ซิเตรทด้วย

ผลการศึกษาพบสิ่งที่น่าสนใจหลายประการ เกี่ยวกับการศึกษาค่าโพแทสเซียมจากผักและผลไม้ พบว่ามีผักและผลไม้ที่เก็บจากหมู่บ้านต่าง ๆ มีค่าโพแทสเซียมสูงมากอยู่หลายชนิด (400-700 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ได้แก่ ผักบุ้งไทย ผักตำลึง สะเดา พริก ผักสาป ชะอม ในระดับสูง (300-399 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) พบใน กระถิน ผักชี มะเขือเทศ มะละกอดิบ ก้านจอง ขี้นิล เป็นต้น เมื่อพิจารณาปริมาณโพแทสเซียมที่ร่างกายต้องการในผู้ใหญ่ประมาณ 1800-5800 มิลลิกรัมต่อวัน (50-150 mEq/day)[45] จะเห็นได้ว่าในผู้ใหญ่คนหนึ่งต้องกินผักหรือกินมะละกอในรูปของส้มตำมากกว่า 500 กรัม (ครึ่งกิโลกรัมขึ้นไป) หรืออาจกล่าวได้ว่าต้องกินเป็นระดับกิโลกรัมถ้าได้โพแทสเซียมจากแหล่งอื่นน้อย หรือกรณีของโรคไหลตายที่เกิดขึ้นในคนงานไทยในสิงคโปร์ก็เช่นกัน การที่จะเสริมโพแทสเซียมด้วยกล้วยหรือส้มก็จะต้องได้ส้มหรือกล้วยเป็นจำนวนมากจึงจะพอเพียง เนื่องจากกล้วยมีโพแทสเซียม 273 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และส้มมีโพแทสเซียม 230 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เมื่อกลับมาพิจารณาด้านแหล่งอาหารที่จำกัดในเขตชนบท รวมทั้งความนิยมการประกอบอาหารแบบง่าย ๆ ของชาวชนบทหรือคนงานไทยในสิงคโปร์ที่นิยมรับประทานผัก เช่น ผักโขม ผักบุ้งไทย ผักตำลึง (มีค่าโพแทสเซียมค่อนข้างสูง) แต่กรรมวิธีผลิตนิยมนำผักมาลวกหรือต้ม (สูญเสียเกลือแร่และวิตามินไปในน้ำ) สำหรับนำมาจิ้มกับแจ่ว หรือป่น หรือน้ำพริก ที่อาจมีโพแทสเซียมอยู่เล็กน้อย แต่ไม่นิยมที่จะนำผักมาประกอบอาหารประเภทผัด เนื่องจากมีความยุ่งยากในการปรุง ขาดเครื่องปรุงและเครื่องใช้ เป็นต้น[๒๓] รวมทั้งความคุ้นเคยที่จะบริโภคข้าวเหนียวในปริมาณที่มากเพื่อให้ได้พลังงานไว้ใช้ในการทำงาน ซึ่งมีกรรมวิธีการเตรียมหรือหุงข้าวเหนียวที่ทำให้สูญเสีย

โพแทสเซียมไปมาก ทำให้เชื่อได้ว่าการได้รับโพแทสเซียมจากอาหารต่อวันยังคงน้อยเกินไปและไม่พอเพียง ซึ่งยืนยันได้จากการตรวจพบภาวะขาดโพแทสเซียมในเลือดและปัสสาวะ ร้อยละ 40 ในคนชนบทที่ปกติในช่วงฤดูร้อน[46]

เมื่อเปรียบเทียบค่าโพแทสเซียมในผักและผลไม้ชนิดเดียวกันที่เก็บจากหมู่บ้านต่าง ๆ ของขอนแก่น กับที่เก็บจากกรุงเทพฯ พบว่าไม่แตกต่างกัน และค่าของโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ในผักและผลไม้ ได้ผลใกล้เคียงกันกับที่รัชนีได้รายงานผักและผลไม้ในกรุงเทพฯไว้[47] แต่ในงานวิจัยนี้ได้พบว่านอกจากกล้วยประเภทต่าง ๆ แล้ว มะขามหวาน มะขามเปียก มะยม มะเขือเทศ และมะละกอ เป็นผลไม้ที่ควรส่งเสริมให้ชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการเกิดโรคนิ่ว โรคไหลตาย และโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรงเนื่องจากขาดโพแทสเซียมได้รับประทานต่อไป นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ได้วิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมในผักและผลไม้หลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อการพิจารณาเลือกใช้อาหารที่ต้องการจำกัดโพแทสเซียมในผู้ที่มีปัญหาสุขภาพอื่น ๆ เช่น โรคหัวใจ หรือโรคไตเรื้อรัง เป็นต้น สำหรับการศึกษาปริมาณโพแทสเซียมในน้ำซาวข้าวหรือข้าวเหนียวที่หุงแบบไม่เช็ดน้ำที่ให้ข้าวเหนียวที่นิ่มและปริมาณมากกว่าแบบใช้หวด ซึ่งเป็นแนวทางที่สำคัญที่ควรจะส่งเสริมหรือให้ความรู้แก่ประชากรในหมู่บ้าน ในด้านคุณค่าของโพแทสเซียมและแร่ธาตุต่าง ๆ ที่สูญเสียไปมากเมื่อหุงข้าวเหนียวโดยใช้หวดที่เป็นที่นิยมทั่วไป

เมื่อพิจารณาข้อมูลของโพแทสเซียมในดิน จะเห็นได้ว่าชั้นดินต่าง ๆ ที่สำคัญในด้านเกษตรกรรมของจังหวัดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าโพแทสเซียมต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศไทย จากผลการเปรียบเทียบค่าโพแทสเซียมในผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่เหมือนกัน 20 ชนิด จากขอนแก่นและจากกรุงเทพฯ พบว่ามีสารตัวอย่าง 10 ชนิด เท่านั้นที่มีค่าโพแทสเซียมต่ำกว่าของกรุงเทพฯ หรือเมื่อเปรียบเทียบผักและผลไม้อีกหลายชนิดกับรายงานอื่น ๆ[47,49] ที่วิเคราะห์ค่าโพแทสเซียมไว้ก็ให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าปริมาณแร่ธาตุโพแทสเซียมในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือที่มีจำหน่ายตามหมู่บ้านต่าง ๆ ไม่ต่ำไปกว่าผักและผลไม้จากแหล่งอื่นหรือจากกรุงเทพฯ แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหารที่บริโภคต่อวัน กรรมวิธีการปรุงอาหารและพฤติกรรมการกินที่จำกัดที่อาจเป็นสาเหตุให้ได้รับโพแทสเซียมจากอาหารต่ำกว่าคนในเมือง หรือคนกรุงเทพฯ ที่มีโอกาสจะได้รับโพแทสเซียมจากอาหารชนิดต่าง ๆ หรือชาวจีนที่นิยมดื่มซุปเป็นประจำ ทำให้ไม่มีปัญหาขาดโพแทสเซียม

ผลการศึกษาค่าโซเดียมในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากขอนแก่นไม่สามารถระบุได้ว่าผักและผลไม้จากขอนแก่นมีค่าสูงกว่าผักจากกรุงเทพฯ เพราะมีเพียง 11 ตัวอย่างจาก 20 ตัวอย่างที่มีค่า Na สูงกว่ากรุงเทพฯ ถึงแม้ว่าจะมีข้อมูลเกี่ยวกับดินเค็มนอกพื้นที่ชายทะเลที่พบทั้ง ๆ ที่ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีเกลือโซเดียมสูง ที่เรียกว่าเกลือสินเธาว์ก็ตาม[49] คงจะต้องศึกษาวิเคราะห์สารตัวอย่างที่เหมือนกันให้มากกว่านี้เปรียบเทียบกับโซเดียมในผักและผลไม้ของกรุงเทพฯต่อไป อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ได้ข้อมูลของค่าโซเดียมในผักและผลไม้บางชนิดที่มีค่าสูง เช่น เหลี้ยฟาน มะขามเปียก ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการจำกัดอาหารที่มีเกลือโซเดียมสูง เช่น ในคนที่มีความดันโลหิตสูง หรือการศึกษาความผิดปกติของโซเดียมในเม็ดเลือดแดงของชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีสภาพร่างกายแข็งแรง แต่มีโซเดียมในเม็ดเลือดแดงสูงกว่าคนปกติมาก[50] เป็นต้น

ผลการศึกษาค่าแมกนีเซียม ฟอสเฟต และแคลเซียม ทำให้พบผักที่มีแมกนีเซียมสูงหลายชนิด ได้แก่ ผักแพว สะเดา ใบแค กระโดน มะขามเปียก เป็นต้น ที่อาจเป็นประโยชน์ที่จะส่งเสริมให้รับประทานผักบางชนิดที่ให้แมกนีเซียมสูง เนื่องจากแร่ธาตุแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของร่างกาย จำเป็นสำหรับการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด รวมทั้งยังมีรายงานพบว่าเป็นสารที่ยับยั้งการเกิดนิ่วในบัสสาวะด้วย[24] ในทำนองเดียวกันยังพบว่ามีผักและผลไม้หลายชนิดที่มีค่าแคลเซียมสูง ที่ควรจะหลีกเลี่ยงในผู้ที่มีโอกาสเกิดนิ่ว หรือคนที่เป็นนิ่วอยู่แล้ว นอกจากนี้การที่จะกำหนดว่าผักและผลไม้ชนิดหนึ่งชนิดใดที่ไม่ควรรับประทานยังคงทำได้ยาก ตัวอย่างเช่น ผักบุ้ง พบว่ามีแคลเซียมสูง ขณะเดียวกันมีออกซาเลทสูง แต่ในทางทฤษฎีถ้ามีแคลเซียมสูง จำทำให้ออกซาเลทไม่สามารถดูดซึมผ่านได้ทำให้ออกซาเลทในบัสสาวะไม่เพิ่มขึ้น เป็นต้น สำหรับฟอสเฟตก็พบว่ามีค่าสูงในผักบางชนิด เช่น ตำลึง ถั่วฝักยาว ข้าวโพดอ่อน เป็นต้น ค่าตัวเลขที่รายงานนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับนักโภชนาการและแพทย์ที่เกี่ยวข้องต่อไป

สำหรับวานาเดียมที่มีรายงานว่าในดินทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูง จึงได้ทำการทดลองวิเคราะห์วานาเดียมจากผักจำนวนหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถสรุปแน่นอนว่าผักจากขอนแก่นมีค่าสูงกว่าผักกรุงเทพฯ เนื่องจากจำนวนผักยังน้อยคงต้องทำการวิเคราะห์ต่อไป

ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้ได้ตัวเลขของกรดอินทรีย์ที่สำคัญที่จะเป็นประโยชน์ในผู้ป่วยโรคนิ่ว และการป้องกันการเกิดนิ่วซ้ำ เนื่องจากมีผู้ทดลองเพิ่มการให้ซิเตรท หรือใช้ซิเตรทเป็นยารักษาโรคนิ่วได้แล้วในปัจจุบัน[๑๗] หรือมีการใช้มะขามเปียก (ทาร์เทตสูง) กับมะเขือเทศ (ซิเตรทสูง) ในการป้องกันการเกิดนิ่ว[๒๕] ซึ่งในรายงานวิจัยได้พบว่ามะขามเปียกนอกจากมีทาร์เทตเป็นกรดอินทรีย์ที่สำคัญแล้ว ยังมีมาเลทสูงและสามารถเปลี่ยนแปลงให้ซิเตรทสูงได้ด้วย[๓๐] นอกจากนี้ยังพบว่ามีผลไม้หลายชนิดที่มีกรดอินทรีย์เหล่านี้สูง ที่ควรจะส่งเสริมให้ผู้เป็นกลุ่มเสี่ยงของการเกิดนิ่วบริโภคเป็นประจำหรือบ่อย ๆ ได้แก่ มะยม มะขามหวาน สับปะรด ลูกค้อ องุ่น และกล้วย โดยเฉพาะกล้วยไข่ เป็นต้น

สำหรับออกซาเลทในผักและผลไม้ที่วิเคราะห์ได้พบว่ามีอาหารบางชนิดที่มีออกซาเลทสูง ได้แก่ ถั่วลิสง มะเขือชนิดต่าง ๆ ผักโขม ชะอม ชะพลู แหว และพริก เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่าผักแลายชนิดมีค่าออกซาเลทสูงตรงกับที่อรพินท์และคณะรายงานเอาไว้[๓] แต่ค่าออกซาเลทที่ได้ต่อ 100 กรัม ของผักต่ำกว่าเล็กน้อย เนื่องจากวิธีการต่าง ๆ กัน และการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีเอนไซม์ (enzymatic method) ที่มีความจำเพาะมาก อาจทำให้ค่าที่ได้ต่ำกว่าที่เคยรายงานไว้เมื่อปี 1973 นอกจากนี้ยังพบว่ามีผักหลายชนิดที่มีค่าออกซาเลทสูงตรงกับที่มีรายงานในต่างประเทศ[๓๑] อย่างไรก็ตามในด้านการบริโภคผักและอาหารที่มีออกซาเลทสูงจะมีผลโดยตรงต่อผู้ป่วยโรคนิ่วเท่านั้น แต่ในคนปกติการได้รับออกซาเลทสูงจากอาหารไม่มีผลต่อออกซาเลทในปัสสาวะ ที่เป็นเช่นนี้พบว่าออกซาเลทในร่างกายที่ขับออกมาทางปัสสาวะร้อยละ 15-20 จะได้มาจากอาหาร ร้อยละ 35-50 สร้างมาจากวิตามินซีที่ร่างกายได้รับ และร้อยละ 50-70 สร้างมาจาก glyoxalate ที่เปลี่ยนแปลงมาจาก serine และ glycolic อีกทีหนึ่ง ที่เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้พบว่าคนที่รับประทานอาหารที่มีโปรตีนจากสัตว์สูงเกิดนิ่วได้[๕๒] อย่างไรก็ตามออกซาเลทจัดเป็นกรดอินทรีย์ที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายและคนปกติจะได้รับประมาณ 80-100 มิลลิกรัมต่อวันเท่านั้น[๓๑]

กรดยูริกหรือยูเรท เป็นกรดอินทรีย์ที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกายเช่นเดียวกับออกซาเลท และถ้ามีมากในปัสสาวะจะทำให้เกิดโรคนิ่ว ที่พบมากในต่างประเทศที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนสูงและเพียวรีนสูง[๔] พบน้อยมากในผักและผลไม้ ในการศึกษานี้พบว่าสารตัวอย่างจากขอนแก่นที่มียูเรทสูง พบใน ใบมะขาม ใบมะตูม กระโดน ซึ่งเป็น

อาหารที่มีในธรรมชาติที่ชาวชนบทยังรับประทานกันอยู่ และยังพบเล็กน้อยใน กระถิน ผักโขม พิมวย หรือแพงพวย เป็นต้น

ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ ได้พบอาหารหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อการลดอุบัติการของนิ่วได้ แต่อย่างไรก็ตามในการพิจารณาที่จะกำหนดว่าอาหารใดเป็นแหล่งที่ดีของสารอาหารชนิดใดเป็นเรื่องที่ทำได้และจะมีประโยชน์ต่อปัญหาสุขภาพนั้นได้ แต่ในขณะเดียวกันอาหารที่มีประโยชน์ต่อการรักษาโรคหนึ่งอาจจะมีสารอาหารบางอย่างที่ถ้าได้รับมากไปแล้วก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้เช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาปริมาณของกรดอินทรีย์และแร่ธาตุที่สำคัญของอาหารชนิดต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และผลกระทบต่อปัจจัยเสี่ยงของโรคนิ่วไต พบสิ่งที่น่าสนใจสรุปได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดนิ่วแคลเซียม ได้แก่ ซิเตรท มาเลท และทาร์เทต ในผักและผลไม้ที่เหมือนกันส่วนใหญ่จะพบว่าค่าของกรดอินทรีย์เหล่านี้จากผักและผลไม้ของกรุงเทพฯมีค่าสูงกว่าของขอนแก่น และพบจำนวนชนิดมากกว่า ค่าซิเตรทสูงส่วนใหญ่เป็นผลไม้ต่าง ๆ พบใน ส้มทุกชนิด กล้วยทุกชนิด มะเขือเทศ มะละกอสุก มะม่วง ชมพู่ สัปรด ส่วนผักพบใน ชะพลู กวางตุ้ง ส้มกบ พริกแดง มะระขี้นก ผักกาดหอม คะน้า ถั่วงอก และผักเสี้ยน ค่ามาเลทพบสูงสุดใน มะยม และมะขาม และพบสูงในผลไม้และผักหลายชนิดได้แก่ มะละกอดิบ กล้วยทุกชนิด ทุเรียน ขนุน องุ่น แตงโมอ่อน ผักเสี้ยน ผักชีลาว ผักบุ้งไทย เป็นต้น สำหรับค่าทาร์เทตพบสูงมากใน มะขามเปียกและมะขามหวาน และยังพบค่าสูงในผลไม้และผักหลายชนิด เช่น กล้วย องุ่น มะระ มะเขือกระถิน แขยง ชะอม ผักชี หอมห่อ พืพวย ผักทูรย์ ผักปัง ผักบุ้ง ผักโขม ผักกาดขาว และกวางตุ้ง เป็นต้น

2. ผลการวิเคราะห์กรดอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติกระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิดนิ่ว พบว่าผักและผลไม้ที่มีค่าออกซาเลทและยูเรทในระดับสูงพอควรในขอนแก่นจะมีมากชนิดกว่ากรุงเทพฯ และค่าออกซาเลทสูงระหว่าง 170-187 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบในถั่วลิสงและใบมะตูม ส่วนผักและผลไม้ที่มีค่าสูงพอควรพบในมะเขือชนิดต่าง ๆ ผักโขม ผักบุ้งไทย ผักแว่น ชะพลู ชะอม ดอกขจร พริก แพว และมะขามเปียก ส่วนสารตัวอย่างที่มีค่ายูเรทสูงพบใน ใบมะขาม ใบมะตูม กระโดน (72-78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และมีค่ายูเรทระดับปานกลางได้แก่ กระถิน ผักโขม หมอนทอง และพืพวย ส่วนผักและผลไม้ชนิดอื่น ๆ ที่เหลือมียูเรทระดับต่ำมาก

3. จากการวิเคราะห์แร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกายคือ Na, K, Ca, Mg และ P ในผักและผลไม้ที่ได้จากหมู่บ้านต่าง ๆ รอบเมืองขอนแก่นจำนวน 66 ชนิด และตัวอย่างจากกรุงเทพฯ 56 ชนิด พบว่าไม่สามารถระบุได้ว่าผักและผลไม้จากขอนแก่นมีค่า K หรือค่า Na, Ca, Mg และ P ต่ำกว่ากรุงเทพฯ เนื่องจากสารตัวอย่าง

ชนิดเดียวกันจากขอนแก่นบางชนิดมีค่าแร่ธาตุเหล่านี้ต่ำกว่ากรุงเทพฯ และบางชนิดมีค่าแร่ธาตุต่าง ๆ สูงกว่ากรุงเทพฯ

4. ปริมาณโพแทสเซียมในผักและผลไม้มีค่าสูงเมื่อเทียบกับแร่ธาตุชนิดอื่น และพบสารตัวอย่างที่มีค่าโพแทสเซียมสูงระหว่าง 250-700 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (จากขอนแก่น) พบในผักและผลไม้ 39 ชนิด เช่น ผักแว่น สะเดา ผักสาป ผักบุ้งไทย ตำลึง ชะอม ใบกุยฉ่าย พริกแดง ใบมะตูม ใบมะยม และคะน้า และพบค่าโพแทสเซียมสูงมากระหว่าง 678-1184 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (จากกรุงเทพฯ) ใน ถั่วลิสง กระถิน ชะอม ผักชี ฟักทอง มะขามหวาน และมะยม ส่วนผักและผลไม้อื่น ๆ ที่เหลือส่วนใหญ่มีค่าโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางแต่ยังคงสูงกว่าแร่ธาตุชนิดอื่น

5. สารตัวอย่างที่เก็บจากขอนแก่น พบแร่ธาตุโซเดียมมีค่าสูงสุดในผักเพลี้ยฟาน (294 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) ส่วนผักบุ้งไทย ผักชีลาว และผักบัง มีค่าโซเดียมสูงเช่นกัน (ระหว่าง 90-167 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และพบว่าในผลไม้ส่วนใหญ่มีค่าโซเดียมต่ำตั้งแต่ 0.4-18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม สำหรับผักที่เก็บจากกรุงเทพฯที่มีค่าโซเดียมสูงพบใน ใบคื่นฉ่าย และใบกระเพรา (142.6-181.2 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

6. แร่ธาตุแมกนีเซียมพบสูงระหว่าง 25-62 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (สารตัวอย่างจากขอนแก่น) พบใน ผักแพว ผักสาป กระโดน ใบแค สะเดา มะขามเปียก ใบมะตูม ผักขี้นิล และใบมะยม ส่วนค่าแมกนีเซียมของสารตัวอย่างจากกรุงเทพฯพบสูงระหว่าง 25-46 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบใน กระเจี๊ยบแดง ถั่วลิสง กระถิน ข้าวโพดอ่อน ใบกระเพรา กะเฉด และมะขามหวาน

7. การศึกษาปริมาณฟอสเฟตพบว่าสารตัวอย่างที่มีค่าฟอสเฟตสูง (จากขอนแก่น) ระหว่าง 50-59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ได้แก่ ข้าวโพดอ่อน ตำลึง ถั่วฝักยาว มะระขี้นก พริกเขียว และค่าฟอสเฟตสูง (จากกรุงเทพฯ) ระหว่าง 55-67 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม พบใน ข้าวโพดอ่อน กระถิน ชะอม และใบกะเพรา

8. การศึกษาปริมาณแคลเซียมพบว่าสารตัวอย่างที่มีแคลเซียมสูง (จากขอนแก่น) มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ขึ้นไปได้แก่ ใบมะตูม ผักขี้นิล ผักกวางตุ้ง ใบแค คะน้า ผักบุ้งไทย และตำลึง ส่วนสารตัวอย่างที่มีค่าแคลเซียมสูง (จากกรุงเทพฯ) ระหว่าง 100 มิลลิกรัมขึ้นไป ได้แก่ กระเจี๊ยบแดง ชะอม ต้นหอม คะน้า และผักเสี้ยน

9. การศึกษาค่าวานาเดียมในสารตัวอย่างผักและผลไม้ ๘ ชนิด จากขอนแก่น 20 ชนิด จากกรุงเทพฯ พบว่า 5 ชนิด ของสารตัวอย่างที่เหมือนกัน มีผักอยู่ 4 ชนิดจากขอนแก่นที่มีค่าวานาเดียมสูงกว่ากรุงเทพฯ ได้แก่ กวางตุ้ง ตำลึง ผักบุ้ง และถั่วฝักยาว แต่ไม่พบสารตัวอย่างใดมีค่าวานาเดียมสูงเกินกว่าเกณฑ์ปกติที่รายงานในต่างประเทศ

10. ค่าโพแทสเซียมในชั้นดินของภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่ำกว่าภาคอื่น ๆ และค่าโพแทสเซียมในชั้นดินของภาคกลางสูงที่สุด

11. โพแทสเซียมในข้าวเหนียวที่เป็นอาหารหลักของชาวชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะสูญสลายไประหว่างกระบวนการเตรียมอาหาร (น้ำซาวข้าวที่แช่ข้าวเหนียว) และวิธีที่จะรักษาค่าโพแทสเซียมในข้าวเหนียวควรเปลี่ยนจากวิธีหุงในหวดและแช่ข้าวนาน ๆ มาเป็นวิธีหุงในหม้อหรือหม้อไฟฟ้าแบบไม่เช็ดน้ำ ซึ่งจะได้ข้าวเหนียวที่นิ่ม มีโพแทสเซียมและวิตามินบางอย่างคงอยู่มากกว่า นอกจากนี้การลวกผักบางชนิดที่บริโภคในน้ำเดือดสำหรับจิ้มกับน้ำพริกจะสูญเสียโพแทสเซียมได้

จากผลการศึกษาวิจัยนี้ ได้พบว่าอาหารที่มีประโยชน์ต่อการลดอุบัติการของการเกิดนิ่วและการนิ่วซ้ำ จากผักและผลไม้ที่มีอยู่ในธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ มะยม มะเขือเทศ มะขามหวาน มะขามเปียก มะละกอสุก มะละกอดิบ กล้วยทุกชนิด ส้มทุกชนิด ซึ่งมีปริมาณของกรดอินทรีย์ชนิดที่ยับยั้งการเกิดนิ่วสูงมาก และมีค่าโพแทสเซียมสูงด้วย สำหรับการลดการขาดโพแทสเซียมและซิเตรทที่เป็นปัจจัยและสาเหตุที่สำคัญของโรคนิ่ว โรคไหลตาย และโรคอื่น ๆ ที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเร่งให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของโพแทสเซียมและซิเตรทต่อร่างกาย รวมทั้งคำแนะนำกระบวนการเตรียมอาหารที่จะรักษาค่าโพแทสเซียมในข้าวเหนียวที่เป็นอาหารหลักที่ชาวชนบทไทยบริโภคมากที่สุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. โอภาส พลางกูร, จงรักษ์ สิรพันธุ์. โรคนิ่วของทางเดินน้ำปัสสาวะ. เชียงใหม่เวชสาร 2505 มกราคม; ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 : 65 - 74
2. สนอง อุนากูล. Urinary stones in Thailand, A statistical survey. สารศิริราช 2504; 13 : 199 - 214
3. Robertson WG, Peacock M, Heyburn PI, Hanes FA, Rutherford A, Clark PB. Should recurrent calcium oxalete stone formers become vegetarians. Br J Urol 1979; 51 : 427
4. Park CYC, Barilla DE, Holt K, Brinkley L, Tolentino R, Zerwekh JE. Effect of oral purine load and allopurinol on the crystallization of calcium salts in urine of patients with hyperuricosuric calcium urolithiasis. Am J Med; 65 : 593
5. Schwille PO, Scholz D, Paulus M, Engelhardt W and Sigel A. Citrate in daily and fasting urine : Results of controls, patients with recurrent idiopatic calcium urolithiasis and primary hyperparathyroidism. Investigative Urology 1979; 16 (6) : 457 - 462
6. Robertson WG, Peacock M, Hodgkinson A. Dietary changes and the incidence of urinary calculi in the U.K. between 1958 and 1976. J Chron Dis 1979; 32 : 469
7. Pak CYC, Sakhaee K, Fuller C. Successful management of uric acid nephrotithiasis with potassium citrate. Kidney Int; 30 : 422
8. Valyasevi A and Dhanamitta S. Studies of bladder stone disease in Thailand. XVII. Effect of exogenous source of oxalate on crystalluria. Am J Clin Nutr 1974; 27 : 877 - 882

9. พจน์ ศรีบุญลือ และคณะ. ค่าทางชีวเคมีในเลือดและปัสสาวะของผู้ป่วยโรคนิ่วไตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 2531 พฤศจิกายน; 32 (11 : 979 - 989

10. Tungsanga K, Sriboonlue P, Tosukhowong P, Sitprija V. Potassium, urine acidity, heat and hypocitraturia in nephrolithiasis from Northeastern Thailand. The XI th

11. Smith LH. Pathogenesis of renal stone. Mineral Electrolyte Metab 1987; 13 : 214 - 219

12. Pak CYC. Citrate and renal calculi. Mineral Electrolyte Metab 1987; 13 : 257 - 266

13. Norman ME, Cohn RM and Mccurdy DK. Urinary citrate excretion in the diagnosis of distal renal tubular acidosis. The Journal of Pediatrics 1978; 92 (3) : 394 - 400

14. Rudman D, Kutner MH, Redd II SC, Waters WC, Gerron GG and Bleier J. Hypocitraturia in calcium nephrolithiasis. J Clin Endocrinol Metab 1982; 55 : 1052

15. Tungsanga K, Sriboonlue P, Prasongwatana V, Tosukhowong P, Sitprija V. Mechanism of hypocitraturia in controls and in renal stone formers from Northeastern Thailand. Intern Med 1990; 16 (1) : 11 - 16

16. Sriboonlue P, Prasongwatana V, Tungsanga K, Tosukhowong P, Bejraputra O and Sitprija V. Blood and urinary aggregator and inhibitor composition in controls and renal stone patients from Northeastern Thailand. Nephron 1991 (in press)

17. Pak CYC and Fuller C. Idiopathic hypocitraturic calcium oxalate nephrolithiasis successfully treated with potassium citrate. Ann Intern Med 1986; 104 : 33 - 37

18. Nicar MJ, Peterson R, Pak CYC. Use of potassium citrate as potassium supplement during thiazide therapy of calcium nephrolithiasis. J Urol 1984; 131 : 430 - 433

19. Simpson DP. Regulation of renal citrate metabolism by bicarbonate ion and pH observations in tissue slices and mitochondria. Biochem Biophys Acta 1973; 298 : 115 - 123

20. Simpson DP. Citrate excretion : a window on renal metabolism. The American Physiological Society 1983; F 223 - F 234

21. Sur Bk, Pandey HN, Deshpande S et al. The urolithiasis clinical and basic Rescarchicol. Smith, LH Robertson, WG and Finlayson. BP, New York Plenum Press, 333 - 336

22. Hallson PC and Rose GA. Reduction of the urinary risk factors of urolithiasis with magnesium and tartrate mixture : a new treatment. Br J Urol 1988; 61 : 382 - 384

23. Sallis DJ. Glycosaminoglycans as inhibitors of stone formation. Mineral Electrolyte Metab 1987; 13 : 273 - 277

24. Ryall RL, Harnett RM and Marshall VR. The effect of urine, pyrophosphate, citrate, magnesium and glycosaminoglycan on the growth and aggregation of calcium oxalate crystals in vitro clinica chimica Acta 1981; 121 : 349 - 354

25. Cotebawelle BN. Incidence of urolithiasis in India. In Technical Report Series No. 8 Indian Council of Medical Research : Division of Publication and Information

26. Thomas J, Sachidev K, Sindha S, Vathsala R and Marikar YMF. Role of Thailand and Tomatoes in controlling crystalluria. Urol Res 1988; 16 : 242

27. สาคร ธนมิตต์. การใช้อาหารในท้องถิ่นป้องกันโรคนิ่วกระเพาะปัสสาวะ. รายงานการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องโรคนิ่วทางเดินปัสสาวะ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 10 - 11 กันยายน, 2528. 116 - 117

28. โชชิน แสวงดี, พิมลพรรณ อิศรภักดี. ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคอาหารที่มีวิตามินเอสูงในหมู่บ้านภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม ม.มหิดล 2531 ธันวาคม; 56 - 70

29. Sitprija V, Tangsanga K, Eiam-ong S, Tosukhowong P, et al. Metabolic syndromes caused by decreased activity of ATPases. Seminar in Nephrology 1991; 11 (3) : 249 - 252

30. Sitprija V, Tungsanga K, Eiam-ong Leothephunt N and Sribroonlue P. Renal tubular acidosis, Vanadium and Buffaloes. Nephron 1990; 54 : 97 - 98

31. วิศิษฏ์ สิตปรีชา และคณะ, Vanadium disease and Northeastern Thailand. การประชุมวิชาการประจำปีครั้งที่ 7 ราชวิทยาลัย อายุรแพทย์ 2534 เมษายน; 107

32. Beauge L, Graciela Berberisn. The effects of several ligands on the potassium-vanadate interactin in the inhibition of the $(Na^+ + K^+)$ -ATPase and the Na^+, K^+ pump. Bilchimica et Biophysica Acta 1983; 727 : 336 - 350

33. Nilwarangkur S, Malasit P, Nimmannit S, Susaengrat W, Ong-Aj-yooth S, Vasuvattakul S and Pidetcha P. Urinary constituents in an endemic area of stones and renal tubular acidosis in Northeastern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Publ Health 1990; 21 : 437 - 441

34. สุจินต์ ผลากรกุล และคณะ. การศึกษาวิจัยเรื่องโรคตายไม่ทราบสาเหตุแบบเฉียบพลันในคนไทยที่ทำงานในประเทศสิงคโปร์. เอกสารการประชุม Toxicopy Medical Expert Seminar on Sudden Death and Its Copin Machanism 2523

35. Moellergin H, Gruber W. Determination of citrate with citrete lyase. Anal Biochemical 1966; 17 : 369 - 376

36. Mollering H. In Methods of Enzymatic Analysis (Bergmeyer H.U.ed) Verlag Chemic Weinhenim Academic Press Inc New York and London 1974; 3 (2) : 1589 - 1593

37. Underhill FP, Peterman F and Krause AG. Studies on the metabolism of tartates. I A colorimetric method for the determination of tartaric acid. J Pharmac exper theory 1931; 43 : 351 - 358

38. Piero Fossati, Lorenzo Prencipe and Giovanni Berti. Use of 3,5-Dichloro-2-hydroxybenzenesulfonic Acid/4-Aminophenazone chromogenic system in direct enzyme assay of uric acid in serum and urine. Clin Chem 1980 February; 26 (2) : 227-231

39. Quincy E, Crider and Curran DF. Simplified method for exzyme urine oxalate assay. Clin biochem 1984 december; 17: 351-355

40. Fiske CH, Subbarow Y. The colorimetne determination of phosphorus. J Biol Chem 1925; 66 : 375

41. Crans DC et al. A kinetic method for determination of free vanadium (IV) and (V) at trace level concentratons. Analytical Biochemistry 1990; 188 : 53 - 64

42. เฉลียว แจ้งไพร, สุนันท์ คุณาภรณ์, ศรีลักษณ์ เกษมสันต์. การกำหนดลักษณะและวินิจฉัยความเหมาะสมของชุดดินในภาคกลาง. เอกสารวิชาการ 2531 กุมภาพันธ์; ฉบับที่ 91; 11 - 15

43. Orapin Suvachittanont, Lolita A Meksongsee, Sakorn Dhanamitta Aree Valyasevi. The oxalic acid content of some vegetables in Thailand its possible relationships with the bladder stone disease. J Med Ass Thailand 1973 November; 56 (11):645-653

Chulalinet
3 0021 00096242 3

44. สาคร ธนมิตต์. บทที่ 9 Infant nutrition and feeding หนังสือโรคโภชนาการ เล่ม 1 อารี วัลยะเสวี และคณะ. คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี กรุงเทพมหานคร 2529; 43 - 54

45. Committee on Dietary Allowances, Food and Nutrition Board, Commision on Life Science, National Research Council. Recommended Dietary Allowances 10th ed. Washington, DC: National Acedemy Press, 1989

46. Tungsanga K, Sriboonlue P, Tosukhowong P, Sitprija V. Seasonal changes in blood and erythrocyte potassium among renal stone formers in Northeastern Thailand. Nephron (in press)

47. รัชนี คงคาฉุยฉาย. แร่ธาตุปริมาณมากในผักและผลไม้ไทย. โภชนาการสาร 2533; 9 - 16

48. เจริญ อิงคสารมณี, และคณะ. ปริมาณโซเดียมและโพแทสเซียมในผัก ผลไม้และผักชนิดต่าง ๆ ของประเทศไทย. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ 2526

49. เอกสารของกรมพัฒนาที่ดิน ดินที่มีปัญหาในประเทศไทย. ข้อมูลดินเค็มได้จากโครงการสำรวจดินเค็มของฝ่ายปรับปรุงดินเค็ม กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน

50. Tosukhowong P, et al. Erytrocyte sodium potassium and Na, K-ATPase levels of healthy controls in Bangkok and Northeast Thailand. การประชุมวิชาการประจำปี ครั้งที่ 7 ราชวิทยาลัยอายุรแพทย์แห่งประเทศไทย 24 - 26 เมษายน 2534; 106

51. Ney D, Hofmann AF, Fischer C, and Stubblefield N. The low oxalate Diet Book. San Diego : University of California; 1981

52. Hibbard E, Williams and Theodore R. Wandzilek. Oxalate synthesis, transport and the hyperoxalate uric syndromes. Journal of Urology 1989 March; 141 : 742 - 745