

บทวิชาการ

ความสามารถในการกักกรองผงอะพาไทต์สังเคราะห์ ของเครื่องต้มผสมกรดซิตริกที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

พรศรี ปฏิมานุเกษม* วท.บ. (เทคนิคการแพทย์), วท.ม. (ชีวเคมี)
ยุทธนา ปัญญางาม* ท.บ., ส.ม., ส.ด. (โภชนาการสาธารณสุข)

บทคัดย่อ

กรดซิตริกนิยมใช้เป็นทั้งสารแต่งรสและวัตถุกันเสียในอาหารและเครื่องดื่ม แต่มีการทดลองเป็นจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่า กรดซิตริกสามารถกักกรองเคลือบฟันได้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความสามารถในการกักกรองของเครื่องต้มที่ผสมกรดซิตริก โดยเก็บตัวอย่างเครื่องดื่มที่ผลิตในประเทศไทย มาวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดพีเอช หาความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ วัดปริมาณแคลเซียม โดยเครื่องอะตอมมิค แอบซอพชั่น สเปกโทรโฟโตเมทรี วัดปริมาณฟอสเฟต โดยเครื่องเทียบสี และวัดปริมาณฟลูออไรด์ ด้วยฟลูออไรด์อิเล็กโทรด หาความสามารถในการกักกรองโดยใส่ลงในผงอะพาไทต์สังเคราะห์แล้ว วัดปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมาแล้วนำไปเทียบเป็นความเข้มข้นของกรดซิตริกจากกราฟมาตรฐาน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆด้วยวิธีสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ของสเปียร์แมนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างเครื่องดื่มผสมกรดซิตริกผลิตในประเทศไทยที่เก็บได้ 23 ชนิด มีค่าพีเอช ตั้งแต่ 2.91-4.40 มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ที่ 5.5 และ 7.0 เท่ากับ 32.87 ± 28.56 และ 46.09 ± 38.18 ไมโครโมล มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์ เท่ากับ 3.81 ± 0.84 , 31.88 ± 26.61 และ 0.067 ± 0.049 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ความสามารถในการกักกรองซึ่งวัดจากปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมามีค่าระหว่าง 1.06-3.26 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เปรียบเทียบเป็นความเข้มข้นของกรดซิตริกจะได้ เท่ากับ 5.21-25.52 มิลลิโมล/ลิตร ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์มีความสัมพันธ์เชิงบวก แต่ปริมาณฟลูออไรด์มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการกักกรอง ($p < .05$) ในขณะที่ ตัวแปรอื่นๆ ไม่ปรากฏความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า เครื่องดื่มทุกชนิดที่นำมาศึกษามีคุณสมบัติในการกักกรอง และมีความสามารถในการละลายเคลือบฟันได้เท่ากับกรดซิตริกความเข้มข้น ตั้งแต่ 5.21 ถึง 25.52 มิลลิโมล/ลิตร

คำสำคัญ : ฟันกร่อน กรดซิตริก ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ ฟลูออไรด์

* รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

การสึกกร่อนของฟัน (dental erosion) เป็นการสูญเสียเนื้อเยื่อแข็งของฟันโดยกรดซึ่งเกิดได้จาก 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยภายใน (intrinsic factors) ได้แก่ กรดจากกระเพาะอาหาร และ ปัจจัยภายนอก (extrinsic factors) ได้แก่ กรดจากอาหารที่รับประทาน เช่น ผลไม้รสเปรี้ยว น้ำผลไม้ เครื่องดื่มแต่งรสผลไม้ เครื่องดื่มชูกำลัง (energy drinks) ไวน์ น้ำอัดลมและลูกอมรสเปรี้ยว เป็นต้น¹ กรดในอาหารและเครื่องดื่มต่างๆ เหล่านี้จะซึมผ่าน (diffuse) เข้าไประหว่างผลึกของเคลือบฟัน (interprismatic area) และละลายแร่ธาตุในบริเวณใต้ผิว (subsurface region) ทำให้แคลเซียม และฟอสเฟต ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเนื้อเยื่อแข็งของฟันหลุดออกมา²

กรดซิตริก (Citric acid) เป็นกรดอินทรีย์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในผลไม้ต่างๆ³ จากการศึกษาของ Fuller และ Johnson⁴ และจากผลการศึกษาของ Meurman และ ten Cate⁵ แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่บริโภคผลไม้รสเปรี้ยว และเครื่องดื่มรสผลไม้เป็นประจำมีความเสี่ยงที่เกิดฟันสึกกร่อนได้ ทั้งนี้เนื่องจากกรดซิตริกนอกจากจะพบอยู่ในผลไม้ตามธรรมชาติแล้ว ขบวนการผลิตเครื่องดื่ม รสผลไม้ แยม ไวน์ และลูกอมบางชนิด ยังนำกรดซิตริกมาใช้เป็นวัตถุแต่งรส และวัตถุกันเสีย (preservative) เนื่องจากมีราคาถูกและสามารถขจัด่ายออกจากร่างกายได้เร็วไม่มีการตกค้างสะสม จึงไม่เป็นอันตรายสำหรับผู้บริโภค⁶

ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตเครื่องดื่มรสผลไม้และเครื่องดื่มชูกำลัง (energy drinks) เป็นจำนวนมากซึ่งใช้กรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่างกันเป็นวัตถุแต่งรสและวัตถุกันเสีย ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความสามารถในการกัดกร่อน (erosive potential) ของเครื่องดื่มผสมกรดซิตริก เปรียบเทียบกับความสามารถในการ

กัดกร่อนของกรดซิตริกมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยการวัดจากปริมาณฟอสเฟตที่ละลายจากผงอะพาไทต์สังเคราะห์ (synthetic apatite)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างเครื่องดื่มผสมกรดซิตริกที่ผลิตในประเทศไทยแบบสุ่มโดยบังเอิญ (Accidental sampling) จากห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ 3 แห่ง ได้ทั้งหมด 23 ชนิด โดยแต่ละชนิด จะเก็บจากห้างสรรพสินค้าแห่งละ 1 ตัวอย่าง รวมเป็นชนิดละ 3 ตัวอย่าง แล้วนำมาวัดพีเอช (pH) ด้วยเครื่องวัดพีเอช (pH meter) ยี่ห้อ ORION pH /ISE meter รุ่น 710A วัดความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์โดยไทเทรตกับโซเดียม ไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ (0.1M NaOH) บันทึกปริมาณต่างที่ใช้ไทเทรตจนได้พีเอช 5.5 และ 7.0 ตามลำดับ

สำหรับปริมาณแคลเซียมวิเคราะห์โดยเครื่องอะตอมมิก แอ็บซอร์ปชัน สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) ส่วนปริมาณฟอสเฟตวิเคราะห์โดยเครื่องเทียบสี (Spectrophotometer) รุ่น G20 และปริมาณฟลูออไรด์วิเคราะห์โดยฟลูออไรด์ อิเล็กโทรด (fluoride electrode) ด้วยเครื่อง Ion analyzer ยี่ห้อ ORION รุ่น EA 940

กราฟมาตรฐานความสามารถในการกัดกร่อนของผงอะพาไทต์สังเคราะห์ของกรดซิตริก เตรียมจากกรดซิตริก ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 25 มิลลิโมลต่อลิตร (mmole/l) โดยนำกรดแต่ละความเข้มข้น จำนวน 5 มิลลิลิตรลงในผงอะพาไทต์สังเคราะห์ 50 มิลลิกรัม ผสมด้วยเครื่องผสมแบบหมุนวน (vortex mixer) เป็นเวลา 10 นาที นำไปเหวี่ยง (centrifuge) ให้ตกตะกอน นำส่วนใสด้านบน (supernatant) ไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมา แล้วนำผลที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริก (มิลลิ

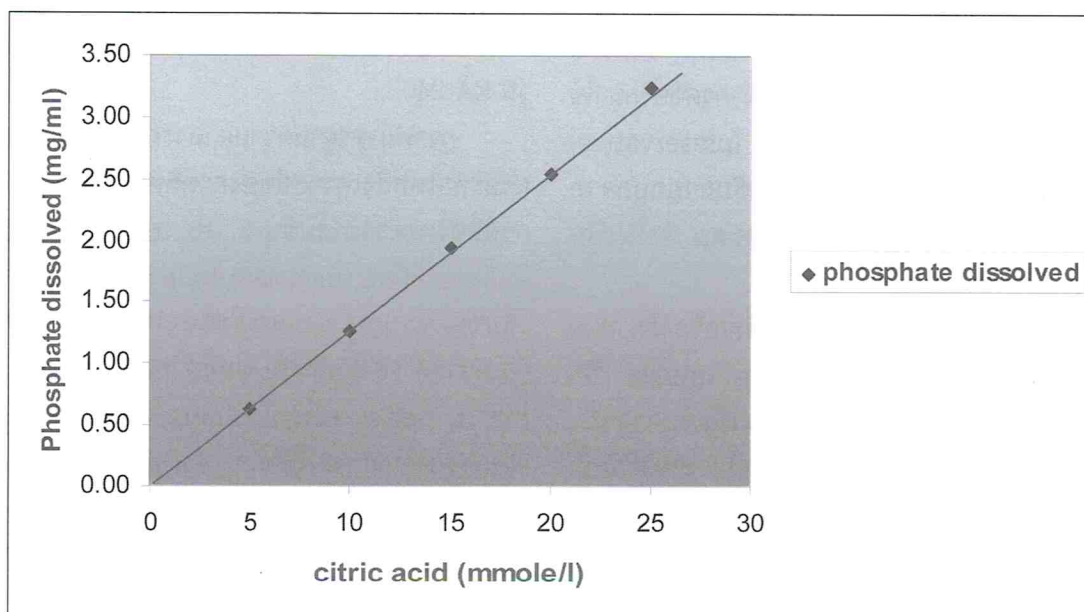
โมลต่อลิตร) และปริมาณฟอสเฟต หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (mg/ml) จากนั้น จึงทดสอบความสามารถในการกักกรองผงอะพาไทท์สังเคราะห์ของเครื่องต้มตัวอย่างด้วยวิธีเดียวกันกับการเตรียมกราฟมาตรฐาน นำปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมาไปเทียบเป็นความเข้มข้นของกรดซิตริกมาตรฐานจากกราฟ ในการวิเคราะห์ทั้งหมดดังกล่าวข้างต้น แต่ละตัวอย่างจะทำการทดสอบ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พีเอช ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ ปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟต ฟลูออไรด์ และความสามารถในการกักกรอง ด้วยวิธีสหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ของสเปียร์แมน (Spearman's rank correlation) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษา

ตัวอย่างเครื่องต้มผสมกรดซิตริกผลิตในประเทศไทยที่เก็บได้ทั้งหมด 23 ชนิด มีค่าพีเอช ตั้งแต่ 2.91-4.40 ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ซึ่งได้จากปริมาณโซเดียม ไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ซึ่งทำให้สารละลายมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเป็น 5.5 และ 7.0 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.87 ± 28.55 และ 46.09 ± 38.18 ไมโครโมล (μmole) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟต และฟลูออไรด์ เท่ากับ 3.81 ± 0.84 , 31.88 ± 26.61 และ 0.067 ± 0.049 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ($\mu\text{g/ml}$) ตามลำดับ ความสามารถในการกักกรองซึ่งวัดจากปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมามีค่าระหว่าง 1.06 ถึง 3.26 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของกรดซิตริกจากกราฟมาตรฐาน (รูปที่ 1) จะได้เท่ากับ 5.21-25.52 มิลลิโมล/ลิตร (ตารางที่ 1)

รูปที่ 1 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของกรดซิตริก (มิลลิโมล/ลิตร) และปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมาจาก ผงอะพาไทท์สังเคราะห์ (มิลลิกรัม/มิลลิลิตร)

Fig. 1 The standard curve showing the relationship between citric acid concentration (mmole/l) and the amount of dissolved phosphate (mg/ml).



ตารางที่ 1 ค่าพีเอช ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ ปริมาณแคลเซียม ฟอสเฟต และ ฟลูออไรด์ ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายออกมา และความเข้มข้นของกรดเทียบเท่ากรดซิตริกมาตรฐาน ของเครื่องดื่มที่ศึกษา

Table 1 The pH, buffer capacity, calcium, phosphate, fluoride content, amount of phosphate dissolved and acid concentration equivalent to standard citric acid of the studied beverages

Product	pH	Buffer	effect	Calcium μg/ml	Phosphate μg/ml	Fluoride μg/ml	Phosphate Dissolved (mg/ml)	Citric acid (mmole/l)
		→pH5.5 μmole	→pH 7.0 μmole					
Amino OK cherry	3.79	10	16	3.0	32.45	0.047	1.06	8.33
Hae-Har	3.48	13	18	3.66	2.14	0.120	1.39	10.94
B-ing Relax	4.40	13	15	4.05	35.04	0.164	0.64	5.21
Friut juicy	3.42	14	19	3.45	36.46	0.027	1.75	13.54
B-ing Comfort	3.57	14	24	3.75	6.84	0.131	1.15	8.85
Bailey orange	3.30	14	20	3.30	14.53	0.095	1.19	9.38
Jupitor	3.28	15	21	4.95	29.07	0.030	1.72	13.54
B-ing Boost	3.68	15	23	3.76	4.70	0.132	1.38	10.94
Fruit Fit For Fun	3.20	16	21	5.87	58.84	0.051	1.61	12.50
AminoOK orange	3.92	17	25	3.11	75.21	0.049	1.43	10.94
Future	3.21	18	22	3.77	50.01	0.090	1.95	15.01
Golden Pan	3.52	18	24	4.52	73.50	0.173	1.72	13.54
Oishi Seki	3.90	19	23	4.69	63.89	0.036	1.51	11.98
Kelly	3.56	21	25	3.70	21.80	0.117	1.86	14.58
Getorade lemon	3.28	26	41	3.20	32.05	0.043	1.84	14.58
Amino OK lemon	3.30	31	43	5.72	6.83	0.028	1.81	14.06
I-Healti	2.91	43	59	4.37	69.66	0.040	2.42	18.75
Red Bull	3.88	50	83	3.15	0.43	0.022	2.44	19.27
Loog-tung	3.93	55	84	3.16	2.56	0.023	2.28	17.71
Theoplex-L	3.81	58	92	3.17	0.43	0.021	2.25	17.71
Carabao Dang	3.79	62	96	3.32	0.44	0.031	2.57	20.83
Wakie	2.92	97	117	3.07	47.43	0.043	3.04	23.96
Hank Virgin	3.41	117	149	3.01	41.88	0.023	3.26	25.52
MEAN	3.54	32.37	46.09	3.81	31.88	0.067	1.84	14.42
S.D.	0.36	28.56	38.18	0.84	26.61	0.049	0.63	4.98

การวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความสามารถในการเป็นบัพเฟอร์ที่ พีเอช 5.5 และ 7.0 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการกัดกร่อน ($p < 0.05$) แต่ปริมาณฟลูออไรด์ในเครื่องดื่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการกัดกร่อน ($p < 0.05$) ในขณะที่ค่าพีเอช ปริมาณแคลเซียม และฟอสเฟต ของเครื่องดื่มตัวอย่างไม่ปรากฏความสัมพันธ์กับความสามารถในการกัดกร่อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มผสมกรดซิตริกมีค่าพีเอชระหว่าง 2.91 ถึง 4.4 ซึ่งอยู่ในสภาวะที่เป็นกรด แสดงให้เห็นว่าผู้ผลิตผสมกรดซิตริกลงไปเพื่อรักษาพีเอชของเครื่องดื่มให้เป็นกรด เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ทำให้เก็บรักษาไว้ได้นาน⁷ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าความสามารถในการกัดกร่อนไม่มีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความ

สัมพันธ์เชิงบวกกับความสามารถในการเป็นบัพเฟอร์ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองเป็นจำนวนมาก⁸⁻¹³ ที่สรุปว่าค่าพีเอชเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการละลายเคลือบฟันน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการเป็นบัพเฟอร์ เนื่องจากสารละลายที่มีความเป็นบัพเฟอร์สูง จะมีความสามารถรักษาความเป็นกรดได้มาก การที่จะทำให้สารละลายดังกล่าวมีพีเอชเพิ่มขึ้น จำเป็นต้องใช้ต่างเป็นจำนวนมาก ดังนั้น สารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดและมีความเป็นบัพเฟอร์สูงจะละลายเคลือบฟันได้มากกว่าสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดแต่มีความเป็นบัพเฟอร์ต่ำ จึงมีความสามารถในการกัดกร่อนสูงกว่า¹³ ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาเครื่องดื่ม Hank Virgin ซึ่งมีค่าพีเอช 3.41 และมีความสามารถในการเป็นบัพเฟอร์ที่ พีเอช 5.5 และ 7.0 เท่ากับ 117.0 และ 149.0 ไมโครโมล มีความสามารถในการกัดกร่อนโดยละลายฟอสเฟตออกมาจากผงอะพาไทท์สังเคราะห์ได้ 3.26 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่ เครื่องดื่ม Fruit juicy มีค่า

ตารางที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตำแหน่งที่ของสเปียร์แมน ระหว่างปัจจัยต่างๆ และความสามารถในการกัดกร่อนของเครื่องดื่มที่ศึกษา

Table 2 Spearman's Rank Correlation Coefficient between the various factors and the erosive potential of the studied beverages

Factors	Correlation Coefficient	p-value
pH	-.270	.212
Buffer at pH 5.5	.746	<.001*
Buffer at pH 7.0	.613	.002*
Calcium content	-.278	.199
Phosphate content	-.116	.597
Fluoride content	-.653	.001*
Citric acid concentration	.998	<.001

* Correlation is significant at the 0.01 level (2 tailed)

พีเอชใกล้เคียงกัน คือ 3.42 แต่มีความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ที่ พีเอช 5.5 และ 7.0 เพียง 14.0 และ 19.0 ไมโครโมล มีความสามารถในการกักตรอนโดยละลายฟอสเฟตออกมาจากผงอะพาไทท์สังเคราะห์ได้ 1.75 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เท่านั้น

จากผลการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในเครื่องดื่มตัวอย่างมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการกักตรอนน้อยมากจนไม่ปรากฏนัยสำคัญทางสถิติ อาจเกิดเนื่องจากในเครื่องดื่มตัวอย่างมีความเข้มข้นของแคลเซียมและฟอสเฟตต่ำมากจนไม่สามารถแสดงอิทธิพลในการป้องกันการละลายของผงอะพาไทท์สังเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Lussi และคณะ¹⁴ ซึ่งระบุว่าถ้าสารละลายมีความเข้มข้นของแคลเซียมและฟอสเฟตไม่อิ่มตัว (undersaturation) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่เคลือบฟันหรือเนื้อฟันก็จะไม่สามารถป้องกันการสลายแร่ธาตุ (demineralization) ออกจากเคลือบฟันและเนื้อฟันได้

สำหรับปริมาณฟลูออไรด์ที่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับความสามารถในการกักตรอนนั้น สอดคล้องกับกับการศึกษาที่ผ่านมา^{14,15} ซึ่งรายงานว่าหากเครื่องดื่มมีปริมาณฟลูออไรด์สูงขึ้นจะสามารถลดความสามารถในการกักตรอนของเครื่องดื่มได้มากขึ้น แต่การเติม ฟลูออไรด์ลงในเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์กักตรอน จำเป็นต้องพิจารณาความเข้มข้นที่เหมาะสม เนื่องจาก ปริมาณฟลูออไรด์ที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดฟันตกกระในเด็ก (dental fluorosis) และมีพิษต่อกระดูกในผู้ใหญ่ (skeletal fluorosis)

จากการทดสอบความสามารถในการกักตรอนผงอะพาไทท์สังเคราะห์ของเครื่องดื่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับความสามารถในการกักตรอนผงอะพาไทท์สังเคราะห์ของกรดซิตริกมาตรฐาน เมื่ออ่านจากกราฟจะได้เป็นความเข้มข้นของกรดซิตริกในเครื่องดื่มตัวอย่าง พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 5.21-25.52 มิลลิโมล/ลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณกรดซิตริกที่ใช้

ในการผลิตเครื่องดื่มรสมะนาว (lemonade) และน้ำผลไม้ ของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีค่าระหว่าง 5.20-36.43 มิลลิโมล/ลิตร¹⁶ เครื่องดื่มตัวอย่างจัดว่ามีความเข้มข้นของกรดซิตริกค่อนข้างสูง เพราะจากการศึกษาของ West และคณะ¹⁷ พบว่า สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นเพียง ร้อยละ 0.05 หรือ 2.60 มิลลิโมล/ลิตร ก็สามารถละลายเคลือบฟันได้ หากมีเวลาสัมผัสผิวฟันนานเพียงพอ ดังนั้น ผู้บริโภคควรตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดจากการกักตรอนเคลือบฟันหากดื่มเครื่องดื่มเหล่านี้เป็นประจำ

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ เป็นการทดลองในหลอดทดลอง (in vitro) ความสามารถในการกักตรอนของเครื่องดื่มตัวอย่างซึ่งเกิดขึ้นในช่องปากขณะรับประทานอาจเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก มีปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมในช่องปากซึ่งมีอิทธิพลเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ความหนาของคราบจุลินทรีย์ซึ่งดูดซับกรดไว้ทำให้กรดสัมผัสผิวฟันได้นานขึ้น อัตราการไหลของน้ำลายซึ่งจะช่วยลดปริมาณกรดที่ตกค้างในช่องปาก ความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ของน้ำลายซึ่งจะช่วยสะเทินกรดในเครื่องดื่ม ปริมาณแคลเซียมและฟอสเฟตในน้ำลายซึ่งหากมีความเข้มข้นสูงเพียงพอก็จะสามารถกระตุ้นการเสริมแร่ธาตุกลับคืน (remineralization) สูผิวฟันได้ นอกจากนี้ พฤติกรรมการบริโภคบางอย่าง อาจช่วยส่งเสริมให้เครื่องดื่มมีฤทธิ์กักตรอนได้ดีขึ้น เช่น การใส่เครื่องดื่มดังกล่าวในขวดนม หรือการใช้หลอดดูดแทนการดื่มจากแก้ว ทำให้กรดมีโอกาสมัผัสผิวฟันได้นานขึ้น¹⁸

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องดื่มทุกชนิดที่นำมาศึกษามีคุณสมบัติในการกักตรอน และมีความสามารถในการละลายเคลือบฟันได้เท่ากับกรดซิตริกความเข้มข้น ตั้งแต่ 5.21 ถึง 25.52 มิลลิโมล/ลิตร การดื่มเครื่องดื่มเหล่านี้เป็นประจำอาจทำให้เคลือบฟันกร่อนได้

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการทดสอบความสามารถของกรดซิตริกในการละลายผงอะพาไทต์สังเคราะห์ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฟันเท่านั้น จึงควรมีการทดสอบผลของการกัดกร่อนต่อเคลือบฟันมนุษย์เพื่อแสดงผลที่อาจเกิดขึ้นจริงในช่องปาก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ช่วยอำนวยความสะดวกในระหว่างทำการวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนด้านอุปกรณ์จากภาควิชาชีวเคมี คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Zero, D.T. and Lussi, A. Erosion-chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J.* 2005;55(4 Suppl 1):285-90.
2. Featherstone, J.D. and Rodgers, B.E. Effect of acetic, lactic and other organic acids on the formation of artificial carious lesions. *Caries Res.* 1981; 15(5):377-85.
3. West, N.X., Hughes, J.A. and Addy, M. The effect of pH on the erosion of dentine and enamel by dietary acids in vitro. *J Oral Rehabil.* 2001 Sep; 28(9):860-4.
4. Fuller, J.L. and Johnson, W.W. Citric acid consumption and the human dentition. *J Am Dent Assoc.* 1977; 95(1):80-4.
5. Meurman, J.H. and ten Cate, J.M. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2 (Pt 2)):199-206.
6. Enachescu Dauthy, M. Chemical preservation. *FAO Agricultural Services Bulletin* - 119;1995:ISBN:92-5-103657-8 Available from :<http://www.fao.org/docrep/v5030e/V5030E0d.htm>
7. Stanley Boyer, Dale Fast. Food Preservation. Biology Laboratory for Teachers Saint Xavier University, Chicago, USA. (12 January 2001) Available from: http://faculty.sxu.edu/~fast/bio101_lab/preservation.htm
8. Lussi, A., Jaeggi, T. and Jaeggi, S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res.* 1995; 29(5):349-54.
9. Cairns, A.M., Watson, M., Creanor, S.L. and Foye, R.H. The pH and titratable acidity of a range of diluting drinks and their potential effect on dental erosion. *J Dent.* 2002; 30(7-8):313-7.
10. Phelan, J. and Rees, J. The erosive potential of herbal teas. *J Dent.* 2003; 31(4):241-6.
11. Hooper, S., West, N.X., Sharif, N.,

เอกสารอ้างอิง

- Smith, S., North, M., De'Ath, J., Parker, D.M., Roedig-Fenman, A. and Addy M. A comparison of enamel erosion by a new sports drink compared to two proprietary products: a controlled, crossover study in situ. *J Dent.* 2004; 32(7):541-5.
12. ยุทธนา ปัญญางาม, พรศรี ปฏิมานุเกษม
คุณสมบัติในการกัดกร่อนเคลือบฟันและ
ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำผลไม้ธรรมชาติชนิด
พร้อมดื่มที่มีจำหน่ายในกรุงเทพมหานคร.
ว.ทันต.สธ. 2551; 13:90-5.
13. Lussi, A., Jaeggi, T. and Zero, D. The
role of diet in the aetiology of dental
erosion. *Caries
Res.* 2004; 38 Suppl 1:34-44.
14. Lussi, A., Jaggi, T. and Scharer, S.
The influence of different factors on
in vitro enamel erosion. *Caries Res.*
1993; 27(5):387-93.
15. Mahoney, E., Beattie, J., Swain, M.
and Kilpatrick, N. Preliminary in vitro
assessment of erosive potential using
the ultra-micro-indentation system.
Caries Res. 2003; 37(3):218-24.
16. Penniston, K.L., Nakada, S.Y., Holmes,
R.P. and Assimos, D.G. Quantitative
assessment of citric acid in lemon
juice, lime juice, and commercially-
available fruit juice products. *J
Endourol.* 2008; 22(3):567-70.
17. West, N.X., Hughes, J.A. and Addy,
M. Erosion of dentine and enamel in
vitro by dietary acids: the effect of
temperature, acid character,
concentration and exposure time. *J
Oral
Rehabil.* 2000; 27:875-80.
18. Grobler, S.R., Jenkins, G.N., Kotze, D.
The effects of the composition and
method of drinking of soft drinks on
plaque pH. *Br Dent J.* 1985;
158(8):293-6.



Original Article

Erosion of synthetic apatite by citric acid added beverages available in Thailand

Pornsri Patimanukaseam * *B.Sc. (Med.Tech), M.S.(Biochemistry)*

Yuttana Punya-ngarm * *D.D.S., M.P.H., Ph.D. (Public Health Nutrition)*

Abstract

Citric acid is used as flavoring and preservative but some previous studies demonstrated its erosive potential on enamel. The objective is to study the erosive potential of citric acid containing beverages and their dissolution capacity on synthetic apatite. After Citric acid containing beverages (n=23) commercially available in Bangkok, Thailand were selected, the pH was measured by pH meter and the buffer capacity was determined. The concentration of calcium, phosphate and fluoride were determined by Atomic absorption spectrophotometer, visible spectrophotometer and fluoride electrode respectively. The synthetic apatite dissolution was calculated from the amount of phosphate dissolved. Citric acid concentration in beverages was read from the standard citric acid dissolution curve. All correlations were statistically analyzed by Spearman's rank correlation ($p < 0.05$). The results revealed that the pH range of the beverages was 2.91 to 4.40, the mean buffer capacity at pH 5.5 and 7.0 were 32.87 ± 28.55 and 46.09 ± 38.18 μ mole of 0.1 M NaOH, the averaged calcium, phosphate and fluoride content were 3.81 ± 0.84 , 31.88 ± 26.61 and 0.067 ± 0.049 μ g/ml respectively. The amount of dissolved phosphate ranged from 1.06 to 3.26 mg/ml which were equivalent to citric acid 5.21-25.52 mmole/l. The buffer capacity at pH 5.5 and 7.0 showed positive correlation while fluoride showed negative correlation with the erosive potential ($p < 0.05$) whereas the others revealed no correlation. From these data, it was concluded that the studied beverages were erosive and the dissolution ability was equivalent to 5.21-25.52 mmole/l citric acid.

Key words : dental erosion, citric acid, buffer capacity, beverage

* Associate Professor, Department of Biochemistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University