



E46295



REDUCTION OF GALLIC ACID IN GREEN TEA BY CORN COB

MISS CHALIDA SANGNIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING (CHEMICAL ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2011



E46295

Reduction of Caffeine in Green Tea by Corn Cob

Miss Chalida Sangnin B.Eng. (Petrochemicals and Polymeric Materials Engineering)

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for
the Degree of Master of Engineering (Chemical Engineering)

Faculty of Engineering

King Mongkut's University of Technology Thonburi

2011



Thesis Committee

(Assoc. Prof. Ubonrat Siripatrawan, Ph.D.)

Chairman of Thesis Committee

(Assoc. Prof. Anawat Sungpet, Ph.D.)

Member and Thesis Advisor

(Assoc. Prof. Suwassa Pongamphai, D.Eng.)

Member

(Assoc. Prof. Wiwat Ruenglerpanyakul, Dr.rer.nat)

Member

Thesis Title	Reduction of Caffeine in Green Tea by Corn Cob
Thesis Credits	12
Candidate	Miss Chalida Sangnin
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Anawat Sungpet
Program	Master of Engineering
Field of Study	Chemical Engineering
Department	Chemical Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

E46295

Major components in green tea are total polyphenol and caffeine. However, caffeine is reported to cause anxiety and insomnia, among other harmful effects. Conventional processes for producing decaffeinated green tea are either expensive or harmful due to chemical residues. This work resulted in an alternative method for reducing caffeine content in brew green tea. Caffeine was adsorbed by using natural corn cob, modified corn cob in Na^+ -forms and Ca^{2+} -forms as adsorbents. The adsorption was performed by brewing green tea and corn cob at 80 °C without tea bag and with tea bag. The results showed that the modified corn cob in Na^+ -forms and Ca^{2+} -forms adsorbed caffeine and total polyphenol more than natural corn cob did. The highest reduction percent was achieved during the initial adsorption without tea bag. After 1 minute, the reduction percents of caffeine were 61% and 59% while total polyphenol was reduced by 58% and 64% for Na^+ -forms and Ca^{2+} -forms corn cob, respectively. The adsorption in tea bag provided the higher caffeine reduction. Caffeine was not detected after brewing for 1 minute. The average reduction percents for the 3 to 10 minute were 32%, 71% and 62% for unmodified, Na^+ -form and Ca^{2+} -form corn cobs respectively. Those of total polyphenol were 35%, 73% and 67% for unmodified, Na^+ form and Ca^{2+} form corn cobs respectively. Without adsorbent, tannin concentration was higher than undesirable concentration of 200 mg/L after 7 minutes of brewing, whereas the adsorbents helped lowering an amount of tannin. When the green tea leaf to corn cob mass ratio was 2:2, adsorption capacities of caffeine and tannin reached the maximum values faster than that of polyphenols.

Keywords: Green tea / Corn cob / Caffeine / Total polyphenol / Adsorption

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดคาเฟอีนในน้ำชาเขียวโดยซังข้าวโพด
หน่วยกิต	12
ผู้เขียน	นางสาวชลิดา แสงนิล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.อนวัช สังข์เพชร
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

E46295

องค์ประกอบที่สำคัญของชาเขียวคือโพลีฟีนอล และคาเฟอีน อย่างไรก็ตาม มีรายงานเกี่ยวกับผลของคาเฟอีนที่ก่อให้เกิดอาการวิตกกังวลและอาการนอนไม่หลับ กระบวนการทั่วไปในการผลิตชาเขียวที่มีคาเฟอีนต่ำมีค่าใช้จ่ายที่สูงและเป็นอันตรายเนื่องจากทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมี งานวิจัยนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการลดปริมาณคาเฟอีนในการชงชาเขียว คาเฟอีนจะถูกดูดซับโดยใช้ซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ, ซังข้าวโพดผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีทางเคมีที่อยู่ในรูป Na^+ ไอออน และ Ca^{2+} ไอออน เป็นตัวดูดซับ การดูดซับทำโดยการต้มชาเขียวและซังข้าวโพดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยไม่ใช้ถุงชาและมีการใช้ถุงชา จากผลการทดลองพบว่าซังข้าวโพดที่อยู่ในรูป Na^+ ไอออน และ Ca^{2+} ไอออนสามารถดูดซับคาเฟอีน และโพลีฟีนอลได้สูงกว่าซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ ในการทดลองโดยไม่ใช้ถุงชา นั้น เปอร์เซ็นต์การลดลงมีค่าสูงสุดในช่วงแรกของการดูดซับ โดยการลดลงของคาเฟอีนที่เวลา 1 นาทีมีค่าเท่ากับ 61% และ 59% ในขณะที่โพลีฟีนอลลดลงเท่ากับ 58% และ 64% โดยการใช้ซังข้าวโพดที่อยู่ในรูป Na^+ ไอออน และ Ca^{2+} ไอออนเป็นตัวดูดซับตามลำดับ สำหรับการดูดซับในถุงชานั้น คาเฟอีนลดลงได้มากขึ้น โดยไม่สามารถตรวจพบปริมาณคาเฟอีนที่เวลาการชงชา 1 นาที การลดลงโดยเฉลี่ยของคาเฟอีนที่ช่วงเวลาการชงดูดซับ 3-10 นาที คือ 32%, 71% และ 62% ของซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพ, ซังข้าวโพดที่อยู่ในรูป Na^+ ไอออน และ Ca^{2+} ไอออนเป็นตัวดูดซับ ตามลำดับ ในขณะที่การลดลงของโพลีฟีนอล คือ 35%, 73% และ 67% ความเข้มข้นของแทนนินในน้ำชาเขียวที่ไม่มีตัวดูดซับมีค่าเกินกว่า 200 mg/L ที่เวลาในการชง 7

E46295

นาที แต่จะลดลงน้อยกว่านั้นเมื่อมีการใช้ตัวดูดซับ สำหรับการใช้อัตราส่วนระหว่างไบชาเขียว และซังข้าวโพดที่ 2:2 (กรัม:กรัม) พบว่าความจุการดูดซับคาเฟอีนและแทนนินต่อกรัมตัวดูดซับมีค่าเข้าถึงค่าสูงสุดได้เร็วกว่าโพลีฟินอล

คำสำคัญ: ชาเขียว / ซังข้าวโพด / คาเฟอีน / โพลีฟินอล / การดูดซับ

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis would not appear in its present form without the kind assistance and support of the following many people. First, I wish to express gratitude to my advisor, Assoc .Prof. Dr. Anawat Sungpet for offered assistance, support and guidance, as encouragement throughout this thesis. I also would like to express my sincere thanks to Assoc. Prof. Dr. Wiwat Ruenglertpanyakul, Assoc. Prof. Dr. Suwassa Pongamphai and Assoc.Prof. Ubonrat Siripatrawan for their comments, recommendations and valuable ideas to broaden my knowledge.

I would like to express my thanks to all staffs at Chemical Engineering Laboratory at King Mongkut's University of Technology Thonburi who always support and take care of me throughout this thesis. Finally, I had to be grateful to my friends and my family for their spirit and encouragement.

CONTENTS

	PAGE
ENGLISH ABSTRACT	ii
THAI ABSTRACT	iii
ACKNOWLEDGEMENTS	v
CONTENTS	vi
LIST OF TABLES	vii
LIST OF FIGURES	xi
 CHAPTER	
1. INTRODUCTION	1
1.1 Background and research importance	1
1.2 Objectives	2
1.3 Scopes	2
1.4 Expected benefits	2
2. THEORY AND LITERATURE REVIEW	3
2.1 Green Tea	3
2.2 Chemical Components in Green Tea	5
2.3 Corn cob	8
2.4 Principle of Adsorption	12
2.5 Literature review	13
3. EXPERIMENT	15
3.1 Equipment and Materials	15
3.2 Experimental Procedures	16
4. RESULTS AND DISCUSSION	20
4.1 Characterization of corn cobs	20
4.2 Adsorption of green tea using corn cobs without tea bag	21
4.3 Adsorption of green tea using corn cobs in tea bag	26
5. CONCLUSIONS	35
5.1 Conclusion	35
5.2 Recommendations	35
 REFERENCES	 36
 APPENDIX	
A. Calibration curve of spectrometer	39
B. Calculations	43
C. Results from Spectrophotometric Method	46
D. Specifications of UV-visible Spectrophotometer	79
 CURRICULUM VITAE	 81

LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
2.1 Components of green tea leaves (<i>Camellia sinensis</i> var. <i>assamica</i>)	4
2.2 Contents of polyphenol depending on tea species and seasons (g per 100 g dried leaves)	5
2.3 Composition of corn cob	11
2.4 Comparison between physical adsorption and Chemical adsorption	13
3.1 Preparation of calibration curve	19
4.1 Mass loss of corn cobs in water at 80 °C for 20 min	20
A.1 Data for calibration curve of caffeine	40
A.2 Data for calibration curve of polyphenols	41
A.3 Data for calibration curve of tannin	42
C.1 Show Ion exchange capacity of modified corn cobs	47
C.2 Show mass loss of corn cobs at 80 °C for 20 minutes	48
C.3.1 Show mass loss of the heat treated corn cob at 50 °C for 20 minutes	48
C.3.2 Show caffeine concentrations of adsorption using the heat treated corn cob (50°C, 20 min) as the adsorbent at 80 °C for 20 minutes	48
C.3.3 Show total polyphenol concentrations of adsorption using the heat treated corn cob (50°C, 20 min) as the adsorbent at 80°C for 20 min	49
C.4.1 Show caffeine concentrations of green tea at 80 °C for 1-20 minutes	49
C.4.2 Show total polyphenol concentrations of green tea at 80 °C for 1-20 minutes	50
C.4.3 Show caffeine concentrations of adsorption using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	51
C.4.4 Show total polyphenol concentrations of adsorption using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	52
C.4.5 Show caffeine concentrations of adsorption using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	52
C.4.6 Show total polyphenol concentrations of adsorption using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	53
C.4.7 Show caffeine concentrations of adsorption using the Ca ²⁺ form corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	54
C.4.8 Show total polyphenol concentrations of adsorption using the Ca ²⁺ Corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-20 minutes	55
C.5.1 Show caffeine concentrations of green tea in tea bag at 80 °C for 1-20 minutes	56
C.5.2 Show total polyphenol concentrations of green tea in tea bag at 80 °C for 1-20 minutes	57
C.5.3 Show tannin concentrations of green tea in tea bag at 80 °C for 1-20 minutes	58

LIST OF TABLES (Cont.)

C.6.1	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	59
C.6.2	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	59
C.6.3	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	60
C.6.4	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	61
C.6.5	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	62
C.6.6	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	62
C.6.7	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Ca ²⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	63
C.6.8	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Ca ²⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	64
C.6.9	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Ca ²⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:2)	64
C.7.1	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	65
C.7.2	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	66
C.7.3	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	67
C.7.4	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Na ⁺ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	67

LIST OF TABLES (Cont.)

C.7.5	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Na^+ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	68
C.7.6	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Na^+ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	69
C.7.7	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	70
C.7.8	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	70
C.7.9	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:1)	71
C.8.1	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	72
C.8.2	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	72
C.8.3	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the unmodified corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	73
C.8.4	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Na^+ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	74
C.8.5	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Na^+ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	75
C.8.6	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Na^+ corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	75
C.8.7	Show caffeine concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	76
C.8.8	Show total polyphenol concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	77

LIST OF TABLES (Cont.)

C.8.9	Show tannin concentrations of adsorption in tea bag using the Ca^{2+} corn cob as the adsorbent at 80 °C for 1-10 minutes (Green tea: corn cob 2:0.5)	78
D.1	Specifications of Hitachi Spectrophotometer (U-1900)	80

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Chemical structures of catechins	6
2.2 Chemical structures of the tannins	7
2.3 The molecular structure of caffeine	8
2.4 Corn cob	9
2.5 The structure of cellulose	9
2.6 The structure of hemicellulose	10
2.7 The structure of lignin	11
4.1 Caffeine and total polyphenol concentrations of adsorption using heat treated corn cobs as the adsorbent.	21
4.2 Caffeine concentrations in green tea solution of adsorption using different type corn cobs as the adsorbent	23
4.3 Schematics of hypothetical interactions between caffeine and the ions (water molecules are omitted for clarity)	24
4.4 Total polyphenol concentrations in green tea solution of adsorption using different type corn cobs as the adsorbent	25
4.5 Tannin concentrations in green tea solution	26
4.6 Tannin concentrations in green tea solution of adsorption using different type corn cobs as the adsorbent	27
4.7 Caffeine concentrations in green tea solution of adsorption using different type corn cobs as the adsorbent	28
4.8 Total polyphenol concentrations in green tea solution of adsorption using different type corn cobs as the adsorbent	29
4.9 Mass of adsorbate per unit mass of adsorbent using green tea to corn cobs mass ratio of 2:2	31
4.10 Mass of adsorbate per unit mass of adsorbent using green tea to corn cobs mass ratio of 2:1	33
4.11 Mass of adsorbate per unit mass of adsorbent using green tea to corn cobs mass ratio of 2:0.5	34
A.1 Data for calibration curve of caffeine	40
A.2 Data for calibration curve of polyphenols	41
A.3 Data for calibration curve of tannin	42