ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำสารละลายแท้และสารละลายคอลลอยด์ให้เข้มข้นด้วยวิธีแช่เยือกแข็งแบบก้าวหน้า

นาง ประภาศรี เทพรักษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-3366-6

FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF THE PROGRESSIVE FREEZE-CONCENTRATION OF TRUE AND COLLOIDAL SOLUTION

Mrs. Prapasri Theprugsa

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Food Technology

Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic year 2002

ISBN 974-17-3366-6

Thesis Title	FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF THE PROGRESSIVE FREEZE-CONCENTRATION OF TRUE AND COLLOIDAL SOLUTION
By	PRAPASRI THEPRUGSA
Field of study	Food Technology
Thesis Advisor	Chidphong Pradistsuwana, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Osato Miyawaki, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctor's Degree

.....Dean of Faculty of Science

(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Assistant Professor Romanee Sanguandeekul, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Chidphong Pradistsuwana, Ph.D.)

.....Thesis Co-advisor
(Associate Professor Osato Miyawaki, Ph.D.)

.....Member
(Associate Professor Kalaya Laohasongkram, Ph.D.)

.....Member
(Associate Professor Saiwarun Chaiwanichsiri, Ph.D.)

.....Member
(Assistant Professor Tipaporn Yoovidhya, Ph.D.)

นาง ประภาศรี เทพรักษา : ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำสารละลายแท้และสารละลายคอลลอยด์ให้เข้มข้นด้วยวิธีแช่เยือกแข็งแบบก้าวหน้า. (FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF THE PROGRESSIVE FREEZE-CONCENTRATION OF TRUE AND COLLOIDAL SOLUTION) อ. ที่ปรึกษา : ดร. ชิดพงศ์ ประดิษฐสุวรรณ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : Assoc. Prof. Dr. Osato Miyawaki , 117หน้า. ISBN 974-17-3366-6.

งานวิจัยนี้ศึกษาวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การแยกสูงสุด (Limiting Partition Coefficient; Ko) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการทำสารละลายให้เข้มข้นด้วยวิธีการแช่เยือกแข็งแบบก้าวหน้า ค่า Ko สามารถหาได้จากค่าสัมประสิทธิ์การแยก (Effective Partition Coefficient, K) ซึ่งได้จากการทดลองโดยตรง โดยอาศัยหลักการของแบบจำลองของปรากฏการณ์ concentration polarization ที่เกิดขึ้นที่ผิวหน้าระหว่างวัฏภาคน้ำแข็งและของเหลว

ตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ อัตราการกวนที่ผิวหน้าน้ำแข็ง ในช่วง 200-1000 รอบต่อนาที อัตราการเคลื่อนตัวของผิวหน้าน้ำแข็ง ในช่วง 0.1-2.7 ซม/ชม ชนิดของสารละลาย ซึ่งประกอบด้วย สารละลายมีขั้ว ได้แก่ LiCl, NaCl, KCl และ CsCl สารละลายไม่มีขั้ว ได้แก่ ไรโบส กลูโคส ฟรุคโตส ซูโครส และแลคโตส และสารละลายคอลลอยด์ ได้แก่ เดกซ์แตรน ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 9,000-2,000,000 และ ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลาย (Co) เท่ากับ 0.5-20% (w/w) ผลการศึกษาสำหรับสารละลายมีขั้วพบว่า ค่า Ko เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นเริ่มต้น และ ขึ้นกับชนิดของสารละลาย โดยที่ Ko/Co มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับค่า Hydration Number ของอิออนบวกในสารละลายซึ่งมีลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ Li+, Na+, K+ และ Cs+ สารละลายไม่มีขั้วให้ผลแบบเดียวกับสารละลายมีขั้ว แต่ค่า Ko ของสารกลุ่มนี้จะไม่ขึ้นกับชนิดของตัวถูกละลาย สำหรับสารละลายคอลลอยด์นั้น ไม่พบว่าค่า Ko ขึ้นกับขนาดโมเลกุล และความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลาย

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2545 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4173825723 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: progressive freeze-concentration / effective partition coefficient / limiting partition coefficient / ice crystal growth rate /

PRAPASRI THEPRUGSA : FACTORS AFFECTING THE EFFICIENCY OF THE PROGRESSIVE FREEZE-CONCENTRATION OF TRUE AND COLLOIDAL SOLUTION. THESIS ADVISOR : CHIDPHONG PRADISTSUWANA, Ph.D., THESIS COADVISOR : Assoc. Prof. OSATO MIYAWAKI, Ph.D., 117 pp. ISBN 974-17-3366-6.

In this research, the limiting partition coefficients (Ko) were determined. Factors affecting the progressive freeze concentration process were also investigated. Ko could be obtained from the effective partition coefficient (K), which was, in turn, obtained experimentally using the concentration polarization model.

The factors studied in this research included the stirring speed at the ice-liquid interface, in the range of 200-1000 rpm; the advance rate of the ice front, in the range of 0.1-2.7 cm/h; and the type of solution, which included ionic solutions comprising LiCl, NaCl, KCl,and CsCl, non-ionic solutions comprising ribose, glucose, fructose, sucrose, and lactose; and colloidal solutions comprising dextran with the molecular weight ranging from 9,000-2,000,000 and the initial concentration ranging from 0.5-20% (w/w). It was found that, for the ionic solutions the Ko value depends directly on initial concentration (Co) and type of solution. It was also found that the Ko/Co ratio was linearly proportional to the hydration number of the cation of the solute, which could be ordered as follows: Li+, Na+, K+, Cs+. For the non-ionic solutions, the results were similar to those of the ionic solutions, except that the Ko value was not affected by the type of the solute. The Ko value of the colloidal solution (i.e. dextran) was found that to be not affected by the size of molecule and the initial concentration of the solution.

Department FoodTechnology Student's signature.....

Field of study FoodTechnology . Advisor's signature.....

Academic year 2002 Co-advisor's signature.....

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my highest respect and appreciation to my major advisor, Dr. Chidphong Pradistsuwana, for being insightful, intelligent, humorous, and for his time, advice, and tireless assistance. I am also highly grateful to my co-advisor, Assoc. Prof. Dr. Osato Miyawaki, of the Department of Applied Biological Chemistry, the University of Tokyo, for sharing his time, graciously providing me the equipment used in this research, and giving me constructive suggestions throughout the research. I also wish to thank my examining committee, Asst. Prof. Dr. Romanee Sangeundeekul, Assoc. Prof. Dr.Kalaya Laohasongkram, Assoc. Prof. Dr. Saiwarun Chaiwanichsiri, and Assoc. Prof. Dr. Tipaporn Yoovidhya, for their invaluable suggestions.

I wish to thank all of my friends at Chulalongkorn University and to my colleagues at Thammasat University for their help and personal support. Special thanks should go to Dr. Ubonrat Siripattrawan and Dr. Prodpran Siritheerasas for useful discussion and for their assistance during the preparation of the manuscript.

I would like to express my gratitude to Thammasart University for giving me an opportunity to further my doctoral studies at the Department of Food Technology, Chulalongkorn University. The financial assistances from the Royal Thai Government and Chulalongkorn University Graduate School are acknowledged. The partial research fund from the Thailand-Japan Technology Transfer Project (TJTTP) is also thanked.

Last but not least, I wish to express my overwhelmingly gratitude to my caring parents, Major General Kanes and Mrs. Amorn Vangchana, and my sisters, Ms. Prapapan and Maneerom Vangchana, for their unconditional and moral support. I would also like to express to my deepest appreciation and gratitude to my wonderful husband, Mr.Sinnop Theprugsa, and all my lovely children, Noon, Naa, and Nont, for their endless love, inspiration, personal support, and patient throughout this difficult time.

TABLE OF CONTENTS

TABLE OF CONTENTS

Page

TABLE OF CONTENTS

Page

TABLE OF CONTENTS

Page

TABLE OF CONTENTS

Page

TABLE OF CONTENTS

Page

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

LIST OF FIGURES

FIGURE Page

LIST OF FIGURES

FIGURE Page