

ผลกระทบของปัจจัยควบคุมที่มีต่อคุณสมบัติของขนมฝอยทอง



นายสมศักดิ์ เชื้อกิตติศักดิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-842-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

28 ใฉ.ย. 2547

T 17986305

EFFECT OF OPERATIONAL CONTROL FACTORS
ON THE PROPERTIES OF FOI-TONG

Mr.Somsak Chueakittisak

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering

Graduate School

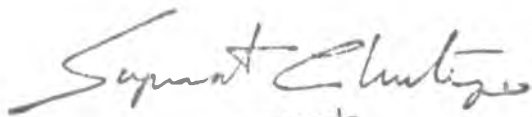
Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-842-2

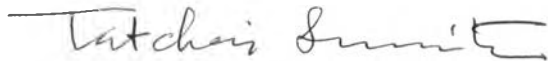
Thesis Title: Effect of Operational Control Factors of the Properties
of Foi-tong
By : Mr.Somsak Chueakittisak
Department : The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Thesis Advisor: Dr. Somchai Puajindanetr

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of
the Requirements for the Master's Degree

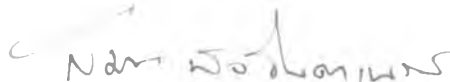


-----Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

THESIS COMMITTEE



-----Chairman
(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr.Ing.)



-----Thesis Advisor
(Somchai Puajindanetr , Ph.D.)



-----Member
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมเพียงแผ่นเดียว

สมศักดิ์ เชื้อกิตติศักดิ์ : ผลกระทบของปัจจัยควบคุมที่มีต่อคุณสมบัติของขนมฝอยทอง
(Effect of *Operational Control Factors* of the Properties of Foi-Tong)

อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร. สมชาย หัวจินดาเนตร, 124 หน้า. ISBN 974-637-842-2.

วิทยานิพนธ์นี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยควบคุมที่มีผลต่อคุณสมบัติของฝอยทอง และเป็นการพัฒนาออกแบบเครื่องมือที่ใช้ทำขนมฝอยทอง ในการศึกษานี้ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือ โดยจำแนกตามการเคลื่อนที่ของการโรยไข่เหลวเป็น 2 ประเภท คือการโรยเป็นวงกลม และการโรยเป็นเส้นตรง ในการทดลองนี้ได้ใช้ไข่เปิดผสมกับไข่ไก่ในอัตราส่วน 4 : 1 และควบคุมให้ความเข้มข้นและอุณหภูมิของน้ำเชื่อมคงที่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ และที่ 103 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นได้ปรับเปลี่ยนความเร็วของการโรยไข่ ความดันของไข่ที่ไหลผ่านรู ขนาด 1 มิลลิเมตร ของกรวยโรย และระดับความสูงของรูวัดจากผิวระดับน้ำเชื่อม เมื่อได้เส้นขนมฝอยทองแล้วก็ได้นำไปทดสอบคุณสมบัติของฝอยทองได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความต้านแรงดึง ของเส้น และได้ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่า ความดันของการป้อนไข่สูงขึ้นจะมีผลให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของฝอยทองโตขึ้น แต่ขณะที่ความเร็วของการโรยไข่และความสูงของกรวยโรยเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลง อย่างไรก็ตาม ปัจจัยควบคุมที่ทำให้ได้เส้นฝอยทองมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ที่เล็กที่สุด เท่ากับ 0.74 ± 0.15 มิลลิเมตร จะต้องควบคุมให้ความดันของไข่เหลว ความเร็วของการโรย และระยะความสูงในการโรย ควรเป็น 0.3 บาร์, 90 รอบต่อนาที และ 100 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

ลายมือชื่อนิติศ.....

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2450

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

3972960021 : MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT

KEY WORD : Operational Control Factors / PROPERTIES OF FOI- TONG

SOMSAK CHUEAKITTISAK : EFFECT OF OPERATIONAL CONTROL FACTORS ON THE PROPERTIES OF FOI-TONG . THESIS ADVISOR :SOMCHAI PUAJINDANETR, Ph.D.

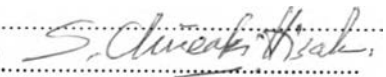
124 pp. ISBN 974-637-842-2

This thesis involved the studies of operational control factors effect on Foi-tong properties and the development of equipments produced foi-tong dessert. The equipments designed were classified on motion of egg emulsion as circular motion and linear motion types. The experimental method, the mixture of duck egg yolk and hen egg yolk were used as the ratio of 4 : 1. Syrup concentration of 60 % and temperature of 103 C were controlled during the experimental operations. Motion speed, egg yolk pressure through a small hole diameter of 1 mm. of a rilling cup and the rilling height were varied, then the properties of foi-tong were tested such as diameter strength and statistical analysis.

The experimental results found that the diameter of foi-tong increased with the increasing of egg yolk pressure, whereas motion speed and rilling height decreased. However, the operational control factors which provided the smallest of foi-tong diameter of 0.74 ± 0.15 mm. were the controlling of pressure, motion speed and rilling height being 0.3 bar., 90 rpm. and 100 mm. respectively.

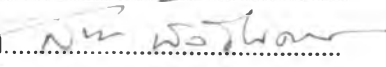
ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

ลายมือชื่อนิติศด.....



สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....



ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis would be not put out successfully without the kind and sincere supports of many wonderful people. The author wishes to express his thanks and appreciation to all of them: **At Chulalongkorn University** : Dr. Somchai Puajindanetr for his creative ideas and guided him to achieve the target of the thesis. The author is indebted to him for his dedication helpful guidance, suggestions, and consistently encouragement. Asso.Prof. Dr. Tatchai Sumitra and Prof.Dr. Sirichan Tongprasert for many comments and worthwhile suggestions which have supported his thesis and study through the registration period. **At Kasetsat University**, Dr. Narong Niyomvit : Food Science Department for his basically guidance in food processing and specifically in Foi-Tong production. **At Thammasat University** : Asso. Prof. Dr. Julsiri Cahreonpuntaruk and Dr.Boonchai Tunyathan for their suggestions, comments and a strong recommendation which shored him up since the starting modules until the last, minute of piece of work.Mr. Narit Chalernporn , Mr. Sawat Pararach, Mr.Apiwat Muttamara , Mr.Nawin Somyati ,Mr. Wachira Promsaka and IE staff for their technological informations and worthy comments in setting up the experiment apparatuses. Mr. Chatchai Surawattanaboon for his collaboration during the creation of the control system in the EE laboratory as well as Mr. Sak Ruangprayoon, Ms. Porntipa Kornpinyopas and Ms.Jitra Dokbua for their cooperations in computer and chemical laboratories. **And thankful for the great financial support to Japanese International Cooperation Agency (JICA)**, and short-term experts : Prof. Dr. M.Ohsato , Prof.Dr.K.Takada , Prof.Dr. M. Shirakashi and Ms. U. Kishino for their kindness advise, without them this thesis could be not completed. Nevertheless, the author is alone to take the full responsibility for any mistakes and shortcomings in this study.

Above all, the most profound gratitude is right fully due to his wonderful wife and daughter , his parents , brothers, sisters, for their unyielding love support, encouragement throughout his life and his success. Their fighting spirit and positive thinking have sent up a working model for him to deal effectively wish constraints particularly time..

CONTENTS

	Pages
ABSTRACT (THAI)	iv
ABSTRACT (ENGLISH)	v
ACKNOWLEDGEMENT	vi
CONTENTS	vii
LIST OF TABLES	xi
LIST OF FIGURES	xii
ABBREVIATION	-
CHAPTER I : INTRODUCTION	1
1.1 General.....	1
1.2 Research Background.....	1
1.2.1 Foi-Tong and its primitive method of cooking.....	1
1.2.2 The development of Foi-tong machine.....	2
1.2.3 The current Foi-tong apparatus.....	4
1.3 Statement of the Problems.....	5
1.4 Purpose of Research.....	6
1.5 Scope of Research.....	6
1.6 Expected Benefit.....	7
1.7 Research Procedure.....	7
CHAPTER II : LITERATURE REVIEW	10
2.1 Foi-tong.....	10
2.1.1 Factors affecting the quality of Foi-tong.....	10
2.1.2 Eggs and its properties.....	10
2.1.3 Heat effect on protei in egg.....	11
2.1.4 Syrup concentration.....	11
2.1.5 Vegetable oil.....	11
2.2 Basic theory servey.....	12
2.2.1 Fluid mechanics.....	12
2.2.1.1 Definition.....	12

CONTENTS (Cont.)	Pages
2.2.1.2 Fluid statics.....	14
2.2.2 Applied statistical method.....	17
2.2.3 Conceptual and embodiment design.....	20
2.2.4 Automation concept.....	20
2.2.5 AutoCad application.....	20
2.2.6 Machine design and machine elements.....	20
2.2.7 Standard parts.....	21
2.2.8 Primitive Foi-tong machine.....	21
CHAPTER III : EXPERIMENTAL METHOD	22
3.1 Material preparation	22
3.1.1 Egg emulsion preparation	22
3.1.2 Preparation of Syrup.....	22
3.1.3 Vegetable oil.....	23
3.1.4 Synthetic odor.....	23
3.1.5 Drink water.....	23
3.2 Experimental equipment.....	23
3.2.1 Circular motion type.....	23
3.2.2 Linear motion type.....	25
3.3 Experimental procedure.....	26
3.3.1 Circular motion equipment.....	26
3.3.2 Linear motion equipment.....	28
3.4 Foi-tong test method.....	29
3.4.1 Diameter test.....	29
3.4.2 Strength	29
3.4.3 Applied statistical analysis.....	29
CHAPTER IV : EXPERIMENTAL EQUIPMENT DESIGN.....	33
4.1 Data collection for mechanical part design.....	33
4.1.1 Viscosity test.....	33
4.1.2 Friction test.....	36
4.1.3 Compression test.....	39
4.1.4 Conclusion.....	43

CONTENTS (Cont.)	Pages
4.2 Data collection for electrical part design.....	44
4.2.1 Syrup resistance test.....	44
4.2.2 Level control test.....	48
4.2.3 Temperature effect.....	48
4.3 Circular motion equipment - compression tube -.....	49
4.3.1 Conceptual design.....	49
4.3.2 Working principle.....	49
4.3.3 Compression force.....	50
4.3.3.1 Calculation of spring force and its displacement.....	50
4.3.3.2 Spring in combination	51
4.3.4 Nozzle design.....	51
4.3.4.1 Vortex occurrence by nozzle design.....	52
4.3.4.2 Selection of nozzle shape.....	52
4.3.4.3 Design and calculation.....	53
4.4 Linear motion equipment.....	56
4.4.1 Design for electric stove.....	56
4.4.1.1 Concept of the stove design.....	56
4.4.1.2 Assembly drawing	56
4.4.1.3 Material selection.....	56
4.4.1.4 Heating element (bought).....	57
4.4.1.5 Wiring Diagram for electric stove.....	57
4.4.1.6 Unit description.....	58
4.4.2 Design of rilling cup (new design).....	58
4.4.2.1 Assembly drawing and material specification.....	60
4.4.3 Design of compression tube.....	60
4.4.3.1 Conceptual design.....	60
4.4.3.2 Assembly design of compression tube.....	61

CONTENTS (Cont.)

	Pages
4.4.4 Design of float switch.....	62
4.5 Design of control system.....	62
4.5.1 Pneumatic control system and its components.....	62
4.5.2 Control system for motor and its components.....	64
4.6 Design of electrical control circuit.....	65
4.6.1 Flow control and concentration control circuit.....	65
4.6.2 Electronic circuit for controlling the syrup concentration.....	70
CHAPTER V : EXPERIMENTAL RESULTS	74
5.1 Circular motion experiment result.....	74
5.1.1 Diameter test result.....	74
5.1.2 Tensile test result.....	78
5.1.3 Statistical analysis result.....	80
5.2 Linear motion experimental result.....	82
5.2.1 Diameter test result.....	82
CHAPTER VI : DISCUSSION AND CONCLUSION	84
6.1 Discussion.....	84
6.1.1 Circular motion.....	84
6.1.2 Linear motion.....	85
6.2 Conclusion.....	87
6.2.1 By circular motion type.....	87
6.2.2 By linear motion type.....	89
6.3 Suggestion.....	90
REFERENCES	91
APPENDIX A : DATA COLLECTION SHEET.....	92
APPENDIX B : CASE PROCESSING SUMMARY.....	95
APPENDIX C : DETAIL DRAWING OF LINEAR MOTION AND CIRCULAR MOTION EXPERIMENTAL EQUIPMENTS	107
APPENDIX D : FIGURES D1—D27.....	117
BIOGRAPHY	124

LIST OF TABLES

	Pages
Table 4.1 Hen egg yolk of 20% and duck egg yolk 80%.....	34
Table 4.2 Duck egg yolk 20% and hen egg yolk 80%.....	34
Table 4.3 Friction test result.....	38
Table 4.4 Preparation of the syrup ingredient.....	46
Table 4.5 Experiment result	47
Table 5.1 Diameter and tensile test result	77
Table 5.3 Homogeneous subset of diameter and speed	80
Table 5.4 Homogeneous subset of diameter and rilling height.....	80
Table 5.5 Homogeneous subset of diameter and pressure	81
Table 5.6 Analysis of variance result.....	81
Table 5.7 Diameter and tensile test result	82
Table 5.8 Diameter test result(linear motion)	83

LIST OF FIGURES

		Pages
Figure 1.1	Basic Foi-tong cooking method.....	2
Figure 1.2	Foi tong looks like Noodle, sweet noodle.....	3
Figure 1.3	Primitive Foi-tong apparatus, 1990	4
Figure 1.4	Primitive Foi-tong apparatus, 1991.....	4
Figure 1.5	Schematic diagram for thesis procedure.....	9
Figure 2.1	Newtonian and non-Newtonian.....	13
Figure 2.2	Three situation of fluid static.....	14
Figure 2.3	Liquid in a moving container.....	15
Figure 2.4	Rotating container.....	16
Figure 2.5	Factor with no effect and effect to product.....	18
Figure 2.6	Treatment combination in 3^3 design.....	19
Figure 3.1	Circular motion equipment	24
Figure 3.2	Installation of circular motion equipment	24
Figure 3.3	Linear motion type with a compression tube	26
Figure 3.4	Rilling cup move ment	28
Figure 3.5	Measuring method of Foi-tong diameter.....	29
Figure 3.6	Measuring of Foi-tong string under microscope.....	30
Figure 3.7	Linear motion type	31
Figure 4.1	Viscosity for egg yolk.....	33
Figure 4.2	Hen egg yolk : duck egg yolk = 20 : 80 %.....	35
Figure 4.5	Diagram of traditional cooking of foi-tong	36
Figure 4.6	Smooth thin film on banana and lotus leave.....	37
Figure 4.7	Set up of equipment set for friction test in normal atmosphere..	37
Figure 4.8	Friction test of egg emulsion.....	38
Figure 4.9	design of rilling cup.....	39
Figure 4.10	Internal effect in a rilling cup.....	40
Figure 4.11	External effect causes by surroundings.....	41

LIST OF FIGURES (Cont.)

		Pages
Figure 4.12	Set-up of equipment set for compression	42
Figure 4.13	Experiment set up for resistant test.....	46
Figure 4.14	Conceptual design for compression tube.....	49
Figure 4.15	Calculation of spring force and its displacement.....	50
Figure 4.16	Occurrence of a secondary vortex.....	52
Figure 4.17	Selection of nozzle design.....	53
Figure 4.18	Relationship of Reynold number and average fluid velocity of egg emulsion	55
Figure 4.19	Design of electrical stove	56
Figure 4.20	Electric wiring diagram for electric stove.....	57
Figure 4.21	Rilling cup, material : stainless.....	58
Figure 4.22	Inside design of the rilling hole	59
Figure 4.23	Conceptual design of the compression tube.....	60
Figure 4.24	Design of the compression tube.....	61
Figure 4.25	The piston rod.....	61
Figure 4.26	Floating switch.....	62
Figure 4.27	Pnuematic diagram for the rilling cylinder	62
Figure 4.28	Power circuit	64
Figure 4.29	A close loop contol sustem	65
Figure 4.30	Flow contol and concentration control circuit	65
Figure 4.31	Electronic circuit for syrup concentration	70
Figure 4.32	Logical matrix of the control circuit	71
Figure 4.33	Electrical circuit with standard symbol.....	72
Figure 4.34	Inside of the control cabinet	73
Figure 5.1	Pressure versus mean diameter of foi-tong at 50 rpm	74
Figure 5.2	Pressure versus mean diameter of foi-tong at 60 rpm	75
Figure 5.3	Pressure versus mean diameter of foi-tong at 70 rpm.....	75
Figure 5.5	Pressure versus mean diameter of foi-tong at 90 rpm	76
Figure 5.6	Pressure versus mean strength of foi-tong at 50 rpm	78
Figure 5.7	Pressure versus mean strength of foi-tong at 60 rpm.....	79

LIST OF FIGURES (Cont.)

	Pages
Figure 5.8 Pressure versus mean strength of foi-tong at 70 rpm	79
Figure 5.9 Pressure versus mean strength of foi-tong at 90 rpm	79
Figure D1--D27 In Appendix D	117
Laboratory test [Viscosity test concentration test].....	118
Work shop : setting - up of circular motion type	119
Workshop : setting -up of linear motion type.....	120
Workshop : assembly of linear motion type	121
Workshop: Control circuit for linear motion type.....	122
Workshop : Circular motion test (Foi-tong = D24)	123
Figure D26 Tensile tester for foi-tong strength	123
Figure D27 Diameter test by using a Profile Projector	123