การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการตากแห้งของมันสำปะหลัง

ร.ท.ศักดิ์สิน รัศมิทัต

004978

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาเคมีเทคนิค

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

I 17434671

STUDY OF VARIABLES EFFECTING DRYING RATE OF TAPIOCA CHIPS

Mr. Saksin Rusmitus

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Chemical Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1978

Thesis Title: Study of Variables Effecting Drying Rate of Tapioca Chips

By Mr. Saksin Rusmitus

Department Chemical Technology

Thesis Advisor Dr. Somchai Osuwan

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree.

S. Bunnag .....Acting Dean of Graduate School

(Assist. Prof. Supradit Bunnag Ph.D.)

Thesis Committee

P. Sthapitanonda .....Chairman

(Prof. P. Sthapitanonda Ph.D.)

Vida Vanadurongwan .....Member

(Assist. Prof. V. Vanadurongwan Ph.D.)

.....Member

(Assist. Prof. K. Sukanjanajtee Ph.D.)

S. Osuwan .....Member

(Asso. Prof. S. Osuwan Ph.D.)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการตากแห้งของมันสำปะหลัง

ชื่อ ร.ท. ศักดิ์สิน รัศมิทัต

แผนกวิชา เคมีเทคนิค

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย โอสุวรรณ

ปีการศึกษา 2520

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตากแห้งของมันสำปะหลังในครั้งนี้ ได้ใช้อากาศร้อนพัดผ่านชั้นที่บรรจุมันสำปะหลัง ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ความสูงของชั้นมัน (5-20 ซม.) ความเร็วของอากาศร้อน (1,000-4,000 กก/ซม.^{2}) ความหนาของชิ้นมัน (0.3-0.7 ซม.) และอุณหภูมิของอากาศร้อน (55-100° ซ)

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศซึ่งอัดอากาศเข้าไปในเครื่องทำความร้อน จากนั้นอากาศร้อนจะถูกส่งไปยังคอลัมม์ที่มีชิ้นมันบรรจุอยู่ อุณหภูมิของอากาศร้อนจะต้องคงที่ตลอดเวลา ซึ่งถูกบันทึกลงในกราฟโดยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ ชิ้นมันจะถูกนำออกมาชั่งเป็นระยะ ๆ และนำไปหาปริมาณความชื้นและอัตราการแห้งต่อไป

จากผลการทดลองจะพบว่าอัตราการตากแห้งจะเพิ่มขึ้นในเมื่ออุณหภูมิและความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น แต่เป็นส่วนกลับกับความหนาของชิ้นมัน และความสูงของชิ้นมัน อุณหภูมิของอากาศร้อนจะเป็นตัวแปรที่สำคัญที่สุด และไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงเกินกว่า 80° ซ. นอกจากนี้ได้ศึกษาถึงอัตราส่วนระหว่างความชื้นในขณะใด ๆ ต่อความชื้นเริ่มแรกโดยนำมาพล็อตกับเวลาในเซมิลอกกราฟ ซึ่งจะได้กราฟเป็นเส้นตรง ในการศึกษาการแพร่ของน้ำในชิ้นมัน ได้คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การแพร่จากข้อมูลที่ได้ ในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ กัน จาก 55 - 85° ซ ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง $3 \times 10^6 - 8 \times 10^6$ ซม.^{2}/วินาที

Thesis Title Study of Variables Effecting Drying Rate of Tapioca Chips

Name Mr. Saksin Rusmitus

Thesis Advisor Dr. Somchai Osuwan

Department Chemical Technology

Academic Year 1977

ABSTRACT

The influence of variables on the drying of tapioca root has been investigated in a laboratory through circulation dryer. Variables studied were bed depth (5 - 20 cm.), air velocity (1000 - 4000 Kg/hr.m^2), chip thickness (0.3 - 0.7 cm.) and air temperature (55 - 100°C).

The laboratory dryer consisted of compressors which blew the air into the chamber of heat exchanger, thence upwards through a vertical column, at the end of which the basket of wet material rested. A temperature recorder recorded the temperature of hot air at all time. The progress of each experiment was followed by weighing the sample periodically on a balance.

From the experimental results obtained, the influence of variables on drying was analyzed. The rate of drying was

increased with air flow rate and air temperature, but was decreased with bed depth and chip thickness. It was found that hot air temperature was the most influencing factor upon the rate of drying. But the drying temperature should not exceed 80°C. Non-dimensional moisture content against time was plotted on semilogarithmic paper. Straight lines were obtained from this plot. Diffusion mechanism was also studied by drying tapioca chip to equilibrium moisture content. Effective diffusivity was calculated from the data taken. This was done for different air temperatures, ranging from 55 - 85°C. The calculatated value of effective diffusivity was in the range of $3 \times 10^{6} - 8 \times 10^{6}$ cm^2/sec.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his profound gratitude to Dr.Somchai Osuwan for his guidance, valuable suggestions and advice offered during the course of this research.

Acknowledgement is extended to Chulalongkorn University for the financial support of this work.

Thanks are also extended to the technical staff of the Chemical Technology Department.

CONTENTS

Page

ABSTRACT IN THAI iv

ABSTRACT v

ACKNOWLEDGEMENTS. vii

LIST OF TABLES x

LIST OF FIGURES xi

NOTATION xiv

CHAPTER

I. INTRODUCTION 1

1.1 General 1

1.2 Statement of Problems 2

1.3 Purpose of Research 2

1.4 Scope of Research 3

II. LITERATURE REVIEW 4

2.1 General Drying Behavior 4

2.2 Moisture Movement-Diffusion Mechanism . . 7

2.3 General Drying Method of Tapioca 10

III. EXPERIMENTAL INVESTIGATION 17

3.1 General Description 17

3.2 Details of Apparatus and Instrumentation . 17

3.3 Experimental Procedure 20

3.4 Summary of Operating Conditions 22

CHAPTER Page

IV. EXPERIMENTAL RESULTS 34

4.1 Part A: Malaysian Size 34

4.2 Part B: Definite Size 36

4.2.1 Variable: Air flow rate 36

4.2.2 Variable: Bed loading 37

4.2.3 Variable: Hot air temperature . . 38

4.2.4 Variable: Chip thickness 39

4.3 Part C: Diffusion Mechanism Study . . . 40

4.3.1 Diffusion mechanism of tapioca chip 40

4.3.2 Diffusion coefficient of tapioca chips 40

a) By Sherwood method 41

b) By Newman method 41

4.3.3 The study of the influence of temperature on the diffusion coefficient 42

V. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS 69

5.1 Discussions 69

5.2 Conclusions 78

5.3 Recommendations 79

REFERENCES 83

APPENDICES 84

LIST OF TABLES

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table		Page
3.1	Summary of Operating Conditions	22
4.1	Summary of Malaysian Size Drying Results	44
A.1	Experimental Data and Results for Run No. A - 1	85
A.2	Experimental Data and Results for Run No. B - 1	86
A.3	Experimental Data and Results for Run No. C - 1	87
A.4	Experimental Data and Results for Run No. C - 6 (1)	88
C.1	Calibration of Orifice Meter	96

LIST OF FIGURES

Figure		Page
2.1	Moisture content V.S. time (theory)	5
2.2	Drying rate V.S. moisture content (theory)	5
3.1	Arrangement of apparatus	28
3.2	Design of column (large)	29
3.3	Design of column (small)	30
3.4	Assembly of air-preheater	31
3.5	Malaysian blade cutter	32
3.6	A photographic showing the arrangement of the experimental equipment.	33
4.1	Water content V.S. drying time at various air flow rates	45
4.2	Water content V.S. drying time at various temperatures	46
4.3	Water content V.S. drying time at various bed loadirgs	47
4.4	Rate of drying V.S. Water content at various temperatures	48
4.5	Comparison between through-circulation drying and solar-drying by using slices from the same Malaysian blade cutter	49
4.6	Water content V.S.drying time at various air flow rates	50
4.7	Rate of drying V.S. water content at various air flow rates	51

Figure Page

4.8 Water content V.S. drying time at various air flow rates 52

4.9 Rate of drying V.S.water content at various air flow rates 53

4.10 Water content V.S.drying time at various bed loadings 54

4.11 Rate of drying V.S. water content at various bed loadings 55

4.12 Water content V.S. drying time at various bed loadings 56

4.13 Rate of drying V.S. water content at various bed loadings 57

4.14 Water content V.S. drying time at various temperatures 58

4.15 Rate of drying V.S. water content at various temperatures 59

4.16 Water content V.S. drying time at various temperatures 60

4.17 Rate of drying V.S. water content at various temperatures 61

4.18 Water content V.S. drying time at various chip sizes 62

4.19 Rate of drying V.S. water content at various chip sizes 63

Figure Page

4.20 Water content V.S. drying time at vatious chip sizes 64

4.21 Rate of drying V.S. water content at various chip sizes 65

4.22 Nondimensional water content V.S. drying time 66

4.23 Newman method 67

4.24 Effect of temperature on the diffusivity of moisture in tapioca 68

5.1 Effect of dry bulb temperature on drying time 80

5.2 Drying time V.S. air mass velocity 81

5.3 Effect of bed depth on drying time of vegetable material 82

B.1 Humidity chart of the air-water system 95

C.1 Calibration curve of orifice meter 97

NOTATION

a	=	One-half slab thickness, cm.
B.D.S.	=	Bone-dry solid, Kg.
C	=	Water concentration, $g/cm.^3$
Cp	=	Specific heat, Btu/lb.°F
D	=	Diffusion coefficient, $cm.^2/sec.$
d.b.t.	=	Dry bulb temperature, °C
E	=	Average fraction of evaporable water remaining in a slab of the half thickness, E = W-We/Wo-We
G	=	Mass air flow rate, $Kg./hr.\ m.^2$
Ld	=	Bed loading, $Kg.\ B.D.S./m.^2$
l	=	Latent heat of vaporization, Btu/lb.
m	=	Mass, lb.
S	=	Mass transfer surface resistance ratio
T	=	Temperature, °C
W	=	Water content, Kg. of water/Kg. of bone-dry solid
Wo	=	Initial water content
We	=	Equilibrium water content
W.b.t.	=	Wet bulb temperature, °C
θ	=	Drying time, minutes