ผลของวิธีการอบแห้งและภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิแดง *Oryza sativa* L.

นางสาวยุวเรศ มลิลา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4 9 7 2 4 4 7 7 2 3

EFFECTS OF DRYING METHODS AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITIES OF HULLED RED JASMINE RICE *Oryza sativa* L.

Miss Yuwares Malila

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

502091

Thesis Title	EFFECTS OF DRYING METHODS AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITIES OF HULLED RED JASMINE RICE *Oryza sativa* L.
By	Miss Yuwares Malila
Field of Study	Food Technology
Thesis Advisor	Kanitha Tananuwong, Ph.D.

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

..... Dean of the Faculty of Science
(Professor Supot Hannongbua, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman
(Associate Professor Suwanna Subhimaros, Dr. Ing.)

..... Thesis Principal Advisor
(Kanitha Tananuwong, Ph.D.)

..... External Member
(Anawat Suwanagul, Ph.D.)

..... Member
(Assistant Professor Jirarat Tattiyakul, Ph.D.)

..... Member
(Chaleeda Borompichaichartkul, Ph.D.)

ยุวเรศ มลิลา : ผลของวิธีการอบแห้งและภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิแดง *Oryza sativa* L. (EFFECTS OF DRYING METHODS AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITIES OF HULLED RED JASMINE RICE *Oryza sativa* L.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อ.ดร. ขนิษฐา ธนานุวงศ์, 111 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีอบแห้งข้าวเปลือกและภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพของข้าวกล้องหอมมะลิแดง งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาผลของวิธีการอบแห้ง โดยลดความชื้นของข้าวเปลือกข้าวกล้องหอมมะลิแดงด้วยวิธีทำแห้งในที่ร่ม (วิธีควบคุม) วิธีทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์ (115°C, 215 วินาที, อบแห้งข้าวเปลือกครั้งละ 1800 กรัม) จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์มีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่นสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) แต่มีค่าเอนทัลปีของการเกิดเจลาติไนเซชั่น (ΔH_g) ต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) สำหรับสมบัติด้านความหนืดพบว่าตัวอย่างที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์มีค่าความหนืดที่ลดลงต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจเกิดจากการที่สตาร์ชเกิดเจลาติไนเซชั่นหรือหลอมเหลวไปบางส่วน และโปรตีนเกิดการเสียสภาพธรรมชาติระหว่างการอบแห้งข้าวเปลือกด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์ จากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสพบว่าข้าวกล้องหุงสุกที่เตรียมจากตัวอย่างที่อบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบฟลูอิไดซ์มีกลิ่นหอมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีกลิ่นหืนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) งานวิจัยในส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลของภาวะการเก็บรักษา โดยบรรจุตัวอย่างลงในถุง OPP/AL/LLDPE หรือถุง Nylon/LLDPE ปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-35°C) หรือที่ 15°C เป็นเวลา 12 เดือน จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีใดก็ตามเมื่อบรรจุในถุง Nylon/LLDPE จะมีค่าความชื้นและค่ากิจกรรมของน้ำเปลี่ยนแปลงมากที่สุดระหว่างการเก็บรักษา จากการวิเคราะห์สมบัติด้านความร้อนและสมบัติด้านความหนืดด้วยเครื่อง DSC และ RVA พบว่าตัวอย่างจะมีอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชั่นเพิ่มขึ้นหลังเก็บรักษาตัวอย่างไว้ 6 หรือ 8 เดือน ส่วนค่า ΔH_g เพิ่มขึ้นในช่วงแรก แล้วลดลงหลังจากเก็บรักษาตัวอย่างไว้ 10 เดือน ค่าความหนืดสูงสุดและค่าความหนืดที่ลดลงมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 2-4 เดือนแรก หลังจากนั้นจึงลดลง แต่ค่าการคืนตัวกลับเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา กำลังการพองตัวมีค่าลดลงหลังจากเก็บรักษาตัวอย่างไว้ 4 หรือ 6 เดือน ตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ที่ 15°C เมื่อเติม 2-mercaptoethanol ลงในตัวอย่างที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 เดือน ส่งผลให้สมบัติด้านความร้อนและสมบัติด้านความหนืดของตัวอย่างนี้คล้ายกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการเก็บรักษา ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสมบัติดังกล่าวอาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพันธะไดซัลไฟด์ในโมเลกุลโอไรซีนินระหว่างการเก็บรักษา จากการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของข้าวกล้องหุงสุกที่เตรียมจากตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์และเก็บรักษาเป็นเวลา 0 6 และ 12 เดือนพบว่าตัวอย่างที่บรรจุในถุง Nylon/LLDPE เมื่อเก็บรักษาไว้ 6 เดือน หรือ 12 เดือนจะมีกลิ่นหอมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีกลิ่นหืนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 เดือนจะมีความแข็งสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และความแข็งของข้าวกล้องหุงสุกจะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษาตัวอย่างไว้นานขึ้น คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่คะแนนความชอบด้านความแข็งของข้าวกล้องหุงสุกที่เตรียมจากตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการเก็บรักษาแตกต่างจากตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ 6 เดือนอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวกล้องหุงสุกทุกตัวอย่าง

ภาควิชา....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา...เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2550.....

4972447723 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD : hulled red jasmine rice / thermal property / pasting property / sensory characteristic

YUWARES MALILA : EFFECTS OF DRYING METHODS AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITIES OF HULLED RED JASMINE RICE *Oryza sativa* L. PRINCIPAL THESIS ADVISOR : KANITHA TANANUWONG, Ph.D., 111 pp.

The objective of this study was to investigate the effects of paddy drying methods and storage conditions on qualities of hulled red jasmine rice. This study was divided into 2 parts. Firstly, the effects of paddy drying methods were investigated. Three different paddy drying methods; shade drying (control), sun drying, and fluidized bed (FB) drying (115°C, 215 seconds, 1,800 g per batch) were employed. Differential scanning calorimetry (DSC) data revealed that FB-dried samples had significantly highest onset temperature (T_o) and peak temperature (T_p) of gelatinization but had significantly lower enthalpy of gelatinization (ΔH_g) than that of the control samples ($p \leq 0.05$). FB-dried samples showed the significantly lowest breakdown (BD) ($p \leq 0.05$) from Rapid visco analyzer (RVA) curves. These results could be due to partial gelatinization/melting of starch granules and protein denaturation during FB drying. Sensory analysis of cooked samples showed that FB-dried samples had significantly lowest fragrance but had significantly highest rancidity ($p \leq 0.05$). Secondly, the effects of storage conditions were evaluated. Portions of the dried samples were vacuum-packed in OPP/AL/LLDPE or Nylon/LLDPE pouches and stored at ambient temperature (28-35°C) or 15°C for 12 months. For all drying methods, greater extent of changes in moisture content and water activity was observed in the samples packed in Nylon/LLDPE pouches and stored at ambient temperature. DSC and RVA results indicated that gelatinization temperature of the samples increased after 6 or 8 months of storage. ΔH_g initially increased and then decreased after 10-month storage. Peak viscosity and BD increased within the first 2-4 months and then decreased, while setback gradually increased during storage. Swelling power of the samples tended to decrease after storing for 4 or 6 months. Greater extent of these changes was found in the samples stored at ambient temperature. As the DSC and RVA results of aged samples treated with 2-mercaptoethanol were comparable to those results from fresh samples, changes in thermal, pasting properties and swelling power could result from an increase in disulfide linkages of oryzenin during storage. Sensory characteristics of cooked sun-dried samples stored for 0, 6 and 12 months were investigated. The samples packed in Nylon/LLDPE pouches and stored for 6 and 12 months had significantly lowest fragrance but had significantly highest rancidity ($p \leq 0.05$). The samples packed in any packaging material and stored at ambient temperature for 12 months had significantly highest hardness ($p \leq 0.05$). An increase in storage duration led to an increase in hardness of the samples. There was no significant difference of the hedonic score for color, aroma and overall acceptance among all tested samples ($p > 0.05$) whereas the score for hardness of the cooked hulled rice prepared from fresh samples was significantly different from that of the samples stored for 6 months ($p \leq 0.05$). However, all tested samples were accepted by consumers.

Department.....Food Technology..... Student's signature.....Yuwares Malila.....

Field of study....Food Technology..... Principal advisor's signature.....

Academic year.....2007.....

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express a deep sincere sense of my gratitude to my advisor, Dr. Kanitha Tananuwong, for initiating this research and sacrifying her priceless time to provide me valuable suggestions throughout my master degree pursuit, not only for my master thesis, but for living my life as well.

I am profoundly grateful to Associate Professor Dr. Suwanna Subhimaros, Dr. Anawat Suwanagul, Assistant Professor Dr. Jirarat Tattiyakul and Dr. Chaleeda Borompichaichartkul for constructive comments as thesis committees.

I acknowledge with many thanks to Graduate School of Chulalongkorn University for funding me scholarships. The first scholarship is the Chulalongkorn University Graduate Scholarship to Commemorate the 72nd Anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulyadej for my master degree accomplishment. The second funding is the Graduate School Thesis Grant to complete my thesis research.

I would like to show my appreciation to Faculty of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand for providing an access to fluidized bed drying facilities.

I would like to thank staff of Department of Food Technology, Chulalongkorn University for providing lots of convenience and assistance. As for my friends, seniors and juniors, I would like to show them thankfulness for their sincere friendliness and tremendous encouragement.

I thank my adored sister for understanding me and giving me extremely support.

Last but not least I would like to express my supreme respect to my beloved mother and grandparents for offering me their care, nurturing and plenty of everlastingly unconditional love. I also would like to dedicate this thesis to my passed away father who inspired me to study in science program and has always been in my memory forever.

CONTENTS

PAGE

ABSTRACT (THAI)..... iv
ABSTRACT (ENGLISH)..... v
ACKNOWLEDGEMENTS..... vi
CONTENTS..... vii
LIST OF TABLES..... viii
LISTS OF FIGURES..... xi
CHAPTER I INTRODUCTION..... 1
CHAPTER II LITERATURE REVIEW..... 3
2.1 Rice..... 3
2.2 Organic farming..... 10
2.3 Effects of postharvest handling on physicochemical properties of rice..... 11
CHAPTER III MATERIALS AND METHODS..... 25
CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION..... 32
4.1 Chemical compositions of hulled red jasmine rice..... 32
4.2 Effects of drying methods on qualities of freshly hulled red jasmine rice..... 33
4.3 Effects of storage conditions on qualities of hulled red jasmine rice..... 41
CHAPTER V CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS..... 73
REFERENCES..... 78
APPENDICES..... 87
APPENDIX A Analytical methods..... 88
APPENDIX B Fluidized bed dryer..... 97
APPENDIX C Figures..... 99
APPENDIX D Sensory analysis..... 100
APPENDIX E Statistical analysis..... 104
VITA..... 111

LIST OF TABLES

TABLE PAGE

3.1 Characteristics of pouches.....25

4.1 Chemical compositions of hulled red jasmine rice.....32

4.2 Moisture content and water activity of freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....34

4.3 Thermal properties of freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....34

4.4 Pasting properties of freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....35

4.5 Swelling power of freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....36

4.6 Color of cooked freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....39

4.7 Sensory characteristics of freshly hulled red jasmine rice dried under different drying methods.....40

4.8 Effect of 2-mercaptoethanol treatment on thermal properties of hulled red jasmine rice packed in Nylon/LLDPE pouch and stored at ambient temperature for 12 months.....63

4.9 Effect of 2-mercaptoethanol treatment on pasting properties of hulled red jasmine rice packed in Nylon/LLDPE pouch stored at ambient temperature for 12 months.....65

4.10 Color of cooked sun-dried hulled red jasmine rice packed in different packaging material and stored at ambient temperature up to 12 months.....68

4.11 QDA scores for sensory characteristics of cooked sun-dried hulled red jasmine rice packed in different packaging materials and stored at ambient temperature up to 12 months 70

TABLE PAGE

4.12 Hedonic scores for sensory characteristics of cooked sun-dried hulled red jasmine rice packed in Nylon/LLDPE pouch and stored at ambient temperature up to 12 months 72
A.1 Preparation of standard amylose solution..... 93
D.1 Sensory attributes and reference standards..... 100
E.1 The ANOVA table showing the effect of drying methods on moisture content and water activity of fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence 104
E.2 The ANOVA table showing the effect of drying methods on thermal properties of fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence 104
E.3 The ANOVA table showing the effect of drying methods on pasting properties of fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence 105
E.4 The ANOVA table showing the effect of drying methods on swelling power of fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 105
E.5 The ANOVA table showing the effect of drying methods on color in Hunter L, a, b system of cooked hulled rice prepared from fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 106
E.6 The ANOVA table showing the effect of drying methods on fragrance of cooked hulled rice prepared from fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 106
E.7 The ANOVA table showing the effect of drying methods on rancidity of cooked hulled rice prepared from fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 107
E.8 The ANOVA table showing the effect of drying methods on hardness of cooked hulled rice prepared from fresh hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 107
E.9 The ANOVA table showing the effect of storage condition on color in Hunter L, a, b system of cooked hulled rice prepared from sun-dried hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 108

TABLE PAGE

E.10 The ANOVA table showing the effect of storage condition on fragrance of cooked hulled rice prepared from sun-dried hulled red jasmine rice at the 95% confidence..... 108

E.11 The ANOVA table showing the effect of storage condition on rancidity of cooked hulled rice prepared from sun-dried hulled red jasmine rice at the 95% confidence.....109

E.12 The ANOVA table showing the effect of storage condition on hardness of cooked hulled rice prepared from sun-dried hulled red jasmine rice at the 95% confidence.....109

E.13 The ANOVA table showing the effect of storage condition on consumers' preference in color, aroma and hardness of cooked hulled rice prepared from sun-dried hulled red jasmine rice packed in Nylon/LLDPE pouches at the 95% confidence.....110

LIST OF FIGURES

FIGURE PAGE

2.1 Structure of rice grain....4

2.2 Structure of amylopectin....6

2.3 Chemical formula of 2-acetyl-1-pyrroline....8

2.4 Possible pathway of 2-acetyl-1-pyrroline in aromatic rice....8

2.5 Schematic diagrams of power-compensate and DSC....11

2.6 A DSC thermogram....12

2.7 RVA curve....13

2.8 A batch hot air fluidized bed dryer....15

2.9 A schematic diagram of batch hot air fluidized bed dryer....15

2.10 A Schematic of mechanism of chemical changes during storage of rice grain....21

4.1 Moisture content of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....42

4.2 Water activity of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....43

4.3 Average relative humidity in Bangkok Metropolis during rice storage duration starting in February, 2007....44

4.4 Average temperature of ambient air in Bangkok Metropolis during rice storage duration starting in February, 2007....44

4.5 Onset temperature (T_o) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....46

4.6 Peak temperature (T_p) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....47

4.7 Range of gelatinization temperature (ΔT_g) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....48

4.8 Enthalpy of gelatinization (ΔH_g) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods....49

FIGURE PAGE

4.9 Pasting temperature (PT) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....51

4.10 Peak viscosity (PV) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....52

4.11 Breakdown (BD) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....53

4.12 Setback (SB) of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....54

4.13 Swelling power at 70°C of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....56

4.14 Swelling power at 90°C of hulled red jasmine rice and stored samples dried by different methods.....57

4.15 Effect of 2-mercaptoethanol on DSC thermograms of hulled red jasmine rice, packed in Nylon/LLDPE pouch 64

4.16 Effect of 2-mercaptoethanol on RVA curves of hulled red jasmine rice, packed in Nylon/LLDPE pouch 66

A.1 Standard curve for the determination of amylose content 93

A.2 RVA curve of fresh shade-dried hulled red jasmine rice.....95

C.1 Raw and cooked freshly hulled red jasmine rice subjected to sun drying.....99

C.2 Shade-dried hulled red jasmine rice packed in Nylon/LLDPE pouch and OPP/AL/LLDPE pouch.....99