LOW PHENYLALANINE BREAD AND PASTA: PRODUCTION, IMPROVEMENT AND EVALUATION

By

AYMAN ABDEL AZIZ MOHAMMAD

B.Sc. Agric. Sci. (Food Science), Fac. Agric., Cairo Univ., 2001

THESIS

Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

MASTER OF SCIENCE

In

Agricultural Sciences

(Food Technology)

Department of Food Technology
Faculty of Agriculture
Cairo University
EGYPT

2010

APPROVAL SHEET

LOW PHENYLALANINE BREAD AND PASTA: PRODUCTION, IMPROVEMENT AND EVALUATION

M.Sc. Thesis
In
Agric. Sci. (Food Technology)

By

AYMAN ABDEL AZIZ MOHAMMAD
B.Sc. Agric. Sci. (Food Science), Fac. Agric., Cairo Univ., 2001

Approval Committee

Dr. HASSAN ALI IBRAHIM SILIHA…….....…….....
Professor of Food Science, Fac. Agric., Zagazig University

Dr. MOHAMED HASSAN ALI.....……
Assistant Professor of Food Science, Fac. Agric., Cairo University

Dr. SOBHY MOHAMED MOHSEN (Supervisor)……..…….....
Professor of Food Science, Fac. Agric., Cairo University

Date 30/9/2010

SUPERVISION SHEET

LOW PHENYLALANINE BREAD AND PASTA: PRODUCTION, IMPROVEMENT AND EVALUATION

M.Sc. Thesis
In
Agric. Sci. (Food Technology)

By

AYMAN ABDEL AZIZ MOHAMMAD
B.Sc. Agric. Sci. (Food Science), Fac. Agric., Cairo Univ., 2001

SUPERVISION COMMITTEE

Dr. SOBHY MOHAMED MOHSEN
Professor of Food Science, Fac. Agric., Cairo University

Dr. ABDALLA MAHDY AMAR
Assistant Professor of Food Science, Fac. Agric., Cairo University

Dr. ATTIA ABDEL FATTAH YASEEN
Researcher Professor, Food Technology Dept., NRC, Giza

Name of Candidate: Ayman Abdel Aziz Mohammad **Degree:** M.Sc.
Title of Thesis: Low Phenylalanine Bread and Pasta: Production, Improvement and Evaluation
Supervisors: Dr. Sobhy Mohamed Mohsen
Dr. Abdalla Mahdy Amar
Dr. Attia Abdel Fattah Yaseen
Department: Food Technology **Approval:** 30/9/2010

ABSTRACT

This study was carried out to prepare and evaluate low phenylalanine bread and pasta made from gliadin free wheat flour and hydrocolloids. Wheat protein fraction (gliadin) rich in phenylalanine, was extracted using aqueous alcohol solution for the production of low phenylalanine wheat flour. Pectin, gum arabic and carboxymethylcellulose (CMC) were separately used to improve the quality of bread and pasta at 1, 2 and 3%. Chemical, rheological, organoleptic, baking properties, cooking quality, staling rate, color attributes and microstructure of bread and pasta were studied. The obtained results revealed that gliadin free bread and pasta samples had lower phenylalanine content than control. Separation of gliadin from wheat flour had a several negative effects on the rheological properties of dough, baking quality of bread and cooking quality of pasta. Water absorption, dough stability, extensibility as well as resistance to extension, loaf volume and specific loaf volume of bread and cooking quality of pasta were improved upon treatments with pectin, gum arabic and CMC. Addition of hydrocolloids caused noticeable increase in freshness values of bread. Also, addition of hydrocolloids increased darkness, redness and yellowness of pasta. Microscopic examination of crumb structure revealed remarkable differences in control and treated bread and pasta and supported well obtained quality data. It was found that acceptable low phenylalanine toast, balady bread and pasta could be produced using wheat flour lacking gliadin fraction with addition of pectin or CMC up to 2 and 3%, respectively.

Keywords: bread, pasta, phenylalanine, PKU, hydrocolloids, sensory evaluation, rheological properties, microstructure and staling.

DEDICATION

I dedicate this work to my parents, to my wife and my daughters Gehad and Israa for their patience, to my brothers, to all my family, and to all my friends for all the support they lovely offered along the period of my post graduation.

ACKNOWLEDGEMENT

All praises are due to ***God****, who blessed me with those kind professors and colleagues, who gave me the support to produce this thesis.*

I wish to express my sincere thanks, deepest gratitude and appreciation to ***Dr. Sobhy Mohamed Mohsen,*** *Professor of food science, Faculty of Agriculture, Cairo University for suggesting the problem, supervision, continued assistance and his guidance through the course of study and revision the manuscript of this thesis. Sincere thanks to* ***Dr. Attia Abdel Fattah Yaseen,*** *Researcher Professor of food technology, NRC, Giza for suggesting the problem, supervision, continued assistance and revision the manuscript of this thesis. Sincere thanks to* ***Dr. Abdalla Amar,*** *Assistant Professor of food science, Faculty of Agriculture, Cairo University and* ***Dr. Abdel Hafeez Shouk*** *Researcher Professor of food technology, NRC, Giza for suggesting the problem, supervision and continued assistance*

I cannot express how much I would like to say thank you to all members of Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Cairo University and Food Technology Department, National Research Center, as well as to my family who has supported me from day one. They have always been there for me no matter what the situation and I am forever in their debt.

انتاج وتحسين وتقييم خبز ومكرونة منخفضا المحتوى من الفنيل الآنين

رسالة مقدمة من

أيمن عبد العزيز محمد
بكالوريوس في العلوم الزراعية (علوم أغذية)- كلية الزراعة – جامعة القاهرة، ٢٠٠١

للحصول على درجة

الماجستير

في

العلوم الزراعية
(علوم أغذية)

قســـم الصناعات الغذائية
كليـــــة الزراعـــة
جـامعـة القـاهرة
مصـــــــر

٢٠١٠

انتاج وتحسين وتقييم خبز ومكرونة منخفضا المحتوى من الفنيل الآنين

رسالة ماجستير
في العلوم الزراعية
(علوم أغذية)

مقدمة من

أيمن عبد العزيز محمد
بكالوريوس في العلوم الزراعية (علوم أغذية)- كلية الزراعة – جامعة القاهرة ،٢٠٠١

لجنة الحكم

دكتور/ حسن علي إبراهيم صليحة .....
أستاذ الصناعات الغذائية – كليةالزراعة – جامعة الزقازيق

دكتور/ محمد حسن على.....
أستاذ الصناعات الغذائية المساعد – كلية الزراعة – جامعة القاهرة

دكتور/ صبحي محمد محسن (مشرف).....
أستاذ الصناعات الغذائية – كلية الزراعة – جامعة القاهرة

التاريخ ٢٠١٠/٩/٣٠

انتاج وتحسين وتقييم خبز ومكرونة منخفضا المحتوى من الفنيل الآنين

رسالة ماجستير
في العلوم الزراعية
(علوم أغذية)

مقدمة من

أيمن عبد العزيز محمد
بكالوريوس في العلوم الزراعية (علوم أغذية)- كلية الزراعة - جامعة القاهرة، ٢٠٠١

لجنة الإشراف

دكتور/ صبحي محمد محسن
أستاذ الصناعات الغذائية- كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ عبدالله صالح مهدي
أستاذ الصناعات الغذائية المساعد – كلية الزراعة - جامعة القاهرة

دكتور/ عطية عبد الفتاح ياسين
أستاذ باحث – قسم الصناعات الغذائية – المركز القومي للبحوث

اسم الطالب: أيمن عبد العزيز محمد **الدرجة:** ماجستير

عنوان الرسالة: انتاج وتحسين وتقييم خبز ومكرونة منخفضا المحتوى من الفنيل الانين

المشرفون : **دكتور:** صبحي محمد محسن
دكتور: عبدالله صالح مهدي
دكتور: عطية عبد الفتاح ياسين

قسم: الصناعات الغذائية **تاريخ منح الدرجة:** ٢٠١٠/٩/٣٠

المستخلص العربي

أجريت هذة الدراسة بغرض إعداد وتقييم كلا من خبز التوست والخبز البلدي والمكرونة المنخفضة في محتواها من الحامض الأميني فينيل ألآنين من أجل أن تكون مناسبة لاستهلاك بعض الفئات الخاصة. وقد استخدم في الدراسة دقيق القمح منزوع الجليادين حيث يعتبر الجليادين أحد أجزاء بروتين القمح الغني بالفينيل ألآنين لذلك تم استخلاصه بالمحاليل المائية الكحولية وقد تم اضافة كل من البكتين، الصمغ العربي والكربوكسي ميثيل سيليللوز بنسب ١، ٢ و٣% وذلك بهدف تلافي التأثير السلبي لنزع الجليادين عند تصنيع الخبز والمكرونة.

تم تقييم الخواص الريولوجية والكيماوية بالاضافة إلى تحليل الأحماض الأمينية وكذلك أجريت إختبارات الخبيز والتقييم الحسي وإختبار البيات واللون وجودة الطبخ للخبز الناتج والمكرونة وأظهرت النتائج المتحصل عليها ما يلي:

كانت عينات الخبز والمكرونة الخالية من الجليادين أقل في محتواها من الفينيل الآنين مقارنة بعينة الكنترول. وقد أدى استخلاص الجليادين من دقيق القمح إلى العديد من الآثار السلبية على الخواص الريولوجية للعجينة وخواص الخبز والمكرونة الناتجة. وقد أدت إضافة كل من البكتين والصمغ العربي والكربوكسي ميثيل سيليللوز إلى تحسين معدل إمتصاص الماء، ثبات العجينة، المرونة وكذلك المطاطية بالاضافة إلى حجم الرغيف وكذلك الحجم النوعي للرغيف وخواص الطبخ للمكرونة. أظهر الفحص الميكروسكوبي الإلكتروني وجود إختلافات واضحة بين الكنترول والعينات المعاملة وأكدت نتائجه نتائج إختبارات الجودة المتحصل عليها. وقد وجد أن خبز التوست والخبز البلدي والمكرونة منخفضة الفنيل الآنين والمقبولين إستهلاكيا يمكن إنتاجهم باستخدام دقيق القمح الخالي من الجليادين والمضاف إليه كل من البكتين أو الكربوكسي ميثيل سيليللوز بنسبة ٢ أو ٣% على التوالي.

الكلمات الدالة: خبز، مكرونة، فينيل الآنين، فينيل كيتون يوريا، الخصائص الريولوجية، صموغ، تقييم حسي، البيات، التركيب الدقيق

CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	**1**
REVIEW OF LITERATURE	**5**
1. Functional foods	**5**
2. Phenylketonuria	**7**
3. Diagnosis of PKU	**10**
4. Recent advances in the treatment of PKU	**11**
a. Large neutral amino acids	**11**
b. Tetrahydrobiopterin (BH4)	**12**
c. Phenylalanine ammonia lyase	**13**
d. Gene therapy	**13**
e. Dietary management	**14**
5. Chemical composition of wheat flour	**16**
a. Wheat flour proteins	**18**
b. Amino acid composition of wheat protein	**21**
6. Rheological properties of wheat flour dough	**25**
a. Effect of extraction rate on dough rheology	**26**
b. Effect of hydrocolloids on dough rheology	**26**
7. Effect of hydrocolloids on quality characteristics of bread and pasta	**28**
a. The chemical nature of hysrocolloids	**29**
b. Effect of hydrocolloids on quality characteristics of bread	**30**
c. Effect of hydrocolloids on quality characteristics of pasta	**33**
MATERIALS AND METHODS	**35**
1. Materials	**35**
a. Wheat sample	**35**
b. Hydrocolloids	**35**
c. Other ingredients	**35**
2. Methods	**35**
a. Preparation of wheat flour	**35**
b. Analytical methods	**36**
c. Amino acids determination	**36**
d. Sequential extraction of wheat flour proteins	**37**

e. Preparation of gliadin free wheat flour..... **38**
f. Rheological properties of low phenylalanine flour dough blends..... **38**
g. Low phenylalanine toast bread making..... **43**
h. Low phenylalanine balady bread making..... **44**
i. Processing of low phenylalanine pasta samples..... **45**
j. Physical measurements of low phenylalanine toast bread..... **45**
k. Color measurements of low phenylalanine pasta..... **45**
l. Freshness of low phenylalanine bread (toast and balady)..... **46**
m. Sensory evaluation..... **46**
n. Cooking quality of low phenylalanine pasta..... **47**
o. Scan Electron Microscopy (SEM)..... **48**
p. Statistical analysis. **48**
RESULTS AND DISCUSSION..... **49**
1. Chemical composition and amino acid analysis of wheat flours..... **49**
a. Chemical composition of wheat flours..... **49**
b. Amino acid composition of wheat flours..... **51**
c. Sequential extraction of wheat flour proteins..... **53**
d. Amino acids composition of wheat protein fractions..... **54**
2. Effect of hydrocolloids on rheological properties of wheat flour dough..... **56**
a. Effect of hydrocolloids on farinogram parameters..... **57**
b. Effect of hydrocolloids on extensogram parameters..... **61**
c. Viscoamylograph measurements..... **64**
d. Falling number **68**
3. Low phenylalanine toast bread..... **69**
a. Physical measurements of low phenylalanine toast bread..... **69**
b. Organoleptic properties of low phenylalanine toast bread..... **72**
c. Freshness of low phenylalanine toast bread..... **74**
d. Chemical composition and amino acid analysis of low phenylalanine toast bread..... **78**

e. Microstructure of toast bread..... **81**
4. Low phenylalanine balady bread..... **84**
a. Organoleptic properties of low phenylalanine balady bread..... **84**
b. Freshness of low phenylalanine balady bread..... **87**
c. Chemical composition and amino acids analysis of low phenylalanine balady bread..... **89**
d. Microstructure of low phenylalanine balady bread loaves..... **92**
5. Low phenylalanine pasta..... **95**
a. Cooking quality of low phenylalanine pasta..... **95**
b. Color quality of low phenylalanine pasta..... **97**
c. Organoleptic properties of low phenylalanine pasta..... **99**
d. Chemical composition and amino acids analysis of low phenylalanine pasta..... **102**
e. Microstructure of low phenylalanine pasta..... **105**
SUMMARY..... **107**
REFERENCES **116**
ARABIC SUMMARY.....

LIST OF TABLES

No.	Title	Page
1.	Chemical composition of wheat flour as a function of the extraction rate	18
2.	Amino acid composition of wheat kernel, flour, bran and germ	24
3.	Chemical composition of wheat flours as affected by the extraction rate	49
4.	Amino acid composition of wheat flours as affected by the extraction rate	52
5.	Sequential extraction of wheat flour proteins	54
6.	Amino acid composition of protein fractions of wheat flour at 72% extraction rate	55
7.	Farinogram parameters of wheat flour dough	58
8.	Extensograph parameters of wheat flour dough	62
9.	Viscoamylogram parameters of wheat flour dough	65
10.	Falling number parameters of wheat flour dough	68
11.	Physical characteristics of low phenylalanine toast bread	70
12.	Sensory evaluation of low phenylalanine toast bread	73
13.	Moisture and freshness properties of low phenylalanine toast bread	75
14.	Chemical composition of low phenylalanine toast bread	78
15.	Amino acid composition of low phenylalanine toast bread	79
16.	Sensory evaluation of low phenylalanine balady bread	85

17. Moisture and freshness properties of low phenylalanine balady bread..... 87

18. Chemical composition of balady bread..... 90

19. Amino acid composition of low phenylalanine balady bread..... 91

20. Cooking quality of low phenylalanine pasta..... 95

21. Color attributes of low phenylalanine pasta..... 99

22. Sensory evaluation of low phenylalanine pasta..... 100

23. Chemical composition of low phenylalanine pasta..... 102

24. Amino acid composition of low phenylalanine pasta..... 104