

List of Abbreviations

SSR=Safflower Seed Roasted

SSB= Safflower Seeds Boiled

SD= Standard Deviations

FTIR= Fourier Transform Infra Red

Dedication

I dedicate this study to my parents who take care and gave me their love since my childhood without any consideration

To my husband who supported, encouraged and lead me step by step to this stage of successful and knowledge

To every one in my family sisters and brothers and wish to give special dedication to Dr. Atief Mustapha who gave me information and knowledge

Special dedication to my supervisor who gave me trust and constant supervision

Finally I dedicate this study for every one who helped me during the typing of this research

Acknowledgment

I wish to express my gratitude to my supervisor Dr. Abdalbasit Adam Mariod for his continuous help, encouragement, suggestion and good guidance during this study.

My grateful to the staff members and technicians of Food Technology Department in Sudan University of Science and Technology for their unlimited help. Also, more thanks extended to the Food Research Centre for their help

I wish to thanks every body who assisted me during the period of this study

Abstract

The objective of this study was to determine the effect of roasting and boiling processing techniques on compositional and stability parameters of safflower seeds. The chemical composition, minerals, and amino acids of safflower seeds roasted and boiled were evaluated and compared with those of control samples. The fatty acids and oxidative stability by peroxide value of safflower seed oil were also conducted. The moisture content, carbohydrates, and fibers decreased with roasting and boiling treatments while fat increased from 34.1 (g/100g) in raw sample to more than 36.0 (g/100g) in samples prepared by roasting and boiling techniques. The protein content increased slightly from 13.2 (g/100g) in raw samples to 13.6 in SSR 180/10, and 13.7 in SSR 180/20, and 13.8 in SSR 180/30 and 13.4 in boiled sample. The fatty acid composition of safflower oils of roasted and boiled samples changed slightly compared with control samples. The major fatty acid was linoleic acid (80%). The amino acids changed by boiling and roasting compared with control sample. The peroxide value increased by roasting and boiling with value higher in roasting than boiling compared with raw sample. The concentration (on ppm wet basis) of major elements (Ca, K, and Mg) in raw safflower seeds (110, 750 and 183ppm) were significantly ($P>0.05$) higher than roasted safflower seeds (90, 745, and 122 ppm) and boiled seeds (94, 750 and 119 ppm). And of minor elements (Pb, Ni, Mn, Cu, Na, and Fe) was also affected by roasting and boiling.

In addition, Fourier Transform Infra Red (FTIR) spectroscopy was used to monitor the peak changes during the thermal oxidation. The peak intensities (absorbancies) of control oil were changed in comparison with oil subjected to boiling and roasting indicating clear effect of boiling and roasting temperatures on safflower oil.

المستخلص Arabic abstract

اجريت هذه الدراسة علي بذور نبات القرطم المنتجة محليا بهدف معرفة اثر تقنيتي التخميص والغلي علي التركيب الكيميائي للبذور وثباتية الزيت المنتج منها. وقد تمت دراسة التركيب الكيميائي، محتوى المعادن و الاحماض الامينية للبذور المغلية والمحمصة وقورنت مع العينة غير المعاملة. كما اجريت ايضا اختبارات لمعرفة الاحماض الدهنية وقياس الثباتية للزيت المستخلص وذلك بقياس رقم البيروكسيد.

اظهرت النتائج انخفاض طفيف في نسبة الالياف والكاربوهيدريت من 2.6 و 43.5 جم/100جم في العينة غير المعاملة الي 2.5 و 42.3 جم/100جم في العينة المحمصة علي درجة حرارة 180°م لمدة 30 دقيقة وحوالي 2.1 و 41.7 جم/100جم في العينة المغلية. بينما ازدادت نسبة الدهون من 34.1 جم/100جم في العينة غير المعاملة الي اكثر من 36جم في العينات المحمصة والمغلية. كما زادت نسبة البروتين من 13.2جم الي 13.6، 13.7، و 13.8 في العينات المحمصة علي درجة حرارة 180°م لمدة 10، 20 و 30 دقيقة علي التوالي، بينما ازدادت الي 13.4جم في العينة المغلية.

اظهرت نتائج تحليل الاحماض الدهنية بجهاز الكروماتوغراف الغازي للزيت المستخلص من البذور المحمصة والمغلية فرق طفيف في نسبة الاحماض الدهنية مقارنة بالعينات غير المعاملة وكانت اعلي نسبة حامض دهني في كل العينات هو حامض اللينولينك وذلك بنسبة (80%). اظهرت نتائج التحليل بجهاز الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة انخفاضاً في للاحماض الامينية في العينات المحمصة والمغلية مقارنة بالعينة غير المعاملة. كما اظهرت النتائج زيادة في رقم البيروكسيد للزيت المنتج من البذور المحمصة والمغلية مع زيادة القيمة في العينة المحمصة بنسبة اعلي من المغلية مقارنة بالعينة غير المعاملة.

تم قياس تركيز المعادن علي اساس الوزن الرطب للعناصر الكبرى الاساسية (الكالسيوم، البوتاسيوم والمغنسيوم) وكانت 110، 750 و 183 جزء من المليون في العينة غير المعاملة و 90، 745 و 122 جزء من

المليون في العينة المحمصة و 94، 750 و 119 جزء من المليون في العينة المغلية. كما تأثرت بصورة طفيفة ايضا العناصر الصغرى (الصوديوم، المنجنيز، النحاس، الحديد، النيكل والفسفور) بالتحميص والغلي مقارنة بالعينة غير المعاملة.

كما اظهرت نتائج FTIR الذي استخدم لدراسة التغيرات الناتجة من الاكسدة الحرارية للزيت المعامل وغير المعامل تغير واضح في معدل الامتصاص في العينة غير المعاملة مقارنة بالعينات المغلية والمحمصة مما يشير للتأثير الواضح لحرارة التحميص والغلي علي زيت بذور نبات القرطم.

List of contents

List of Abbreviations	I
Dedication	II
Acknowledgment	III
Abstract	IV

Arabic abstract	v
Chapter One	
Introduction 1.0	1
Chapter Two	
Literature review 2.0	3
Scientific classification 2.1.	3
Botany 2.2	3
History and botanical description 2.2.1	4
Safflower uses 2.3	6
Bird feed 2.3.1	6
Ornamentals 2.3.2	6
Food coloring 2.3.3	6
Dye 2.3.4	7
Medicinal uses 2.3.5	7
Cosmetics 2.3.6	8
Toxicology 2.4	8
Roasting and boiling techniques 2.5	9
Roasting techniques 2.5.1	9
Boiling techniques 2.5.2	10
Oil stability and quality 6. 2	11
Deterioration of oil and fat 2.6.1	11
Oxidative stability 2.6.2	12
Mechanisms of autoxidation in edible oils 2.7	12
Factors affecting the oxidation of edible oils 2.8	13
Fatty acid composition of oil 2.8.1	14
Oil processing 2.8.2	14
Temperature and light 2.8.3	15
Oxygen 2.8.4	16
Minor components present in oil 2.8.5	17
Free fatty acid and mono- and diacylglycerols 2.8.5.1	18
Metals 2.8.5.2	19
Phospholipids 2.8.5.3	20
Chlorophylls 2.8.5.4	21
Thermally oxidized compounds 2.8.5.5	22
Antioxidants 2.8.5.6	23
Antioxidant interactions 2.8.5.7	23
Tocopherols 2.8.5.8	24
Carotenoids 2.8.5.9	27
Phenolic compounds 2.8.5.10	28
Chapter Three	

Materials and Methods 3.0	30
Safflower seeds collection 3.1	30
Preparation of safflower seeds 3.2	30
Roasting technique 3.2.1	30
Boiling technique 3.2.2	30
Approximate and chemical analysis 3.3	31
Approximate analysis 3.3.1	31
Physicals characteristics of safflower seeds 3.3.1.1	31
Moisture content 3.3.1.2	31
Oil content 3.3.1.3	32
Chemical analysis 3.3.2	32
Protein content 3.3.2.1	32
Crude fiber content 3.3.2.2	33
Ash content 3.3.2.3	34
Total carbohydrate content 3.3.2.4	34
Mineral analysis 3.3.2.5	43
Amino acid composition 3.3.2.6	53
Fatty acid composition 3.3.2.7	36
Oxidative stability of safflower seeds oil 3.3.2.8	36
Peroxide value 3.3.2.8.1	37
FTIR spectroscopy 3.3.2.8.2	37
Statistical analysis 3.4	38
Chapter Four	
Results and Discussion 4.0	39
Physical characteristics of safflower seeds 4.1	39
Effect of processing techniques on seed chemical composition 4.2	40
Effect of processing techniques on mineral composition 4.2.1	41
Effect of processing techniques on fatty acid composition 4.2.2	43
Effect of processing techniques on amino acid profile 4.2.3	44
Oxidative stability 4.3	48
4.3.1 Peroxide value	48
FTIR 4.3.2	49
Conclusion and Recommendations	55
References	56