Name of candidate : Naglaa Hassanen Mohamed Hassanen Degree : Doctor

Title of Thesis : Studies on the physiological effects of cinnamon, clove and ginger essential oils and their utilization in food preservation.

Supervisors : Prof. Dr. Adel Zaki Badee

Prof. Dr. / Ahmed Tawfek El-Akel Prof. Dr. Saeb A. Hafez .

Department : Food Science Approval : / /

Branch : Food Science and Technology

ABSTRACT

This study was carried out to examine the application of the spices of cinnamon bork (*Cinnamomum Zelyancium*) family: Lauraceae; clove buds (*Eugenia Caryophyllus*) family: Myrtaceae and ginger rhizome (*Zingiber officinale*)Family:Zingeberaceae, spices and their essential oils in flavoring and preservation of biscuits.

The data could be summarized as follows:

1-From the preliminary selection experiments and by integrating the results it could be concluded that, although clove powder (2.0 and 2.5%) had the best odor, it was rejected due to unacceptable taste of clove biscuit. From the previously mentioned conclusion, cinnamon, clove and ginger powders at 1.5, 2.0, 2.5; 0.5, 1.0, 1.5; 1.5, 2.0, 2.5%. respectively, and/or cinnamon, clove and ginger essential oils were (0.3, 0.6 and 0.9%) selected to complete the main course of this study regarding their antioxidant and flavoring properties in biscuits.

2-The addition of cinnamon, clove and ginger essential oils at and/or cinnamon aldehyde and eugenol at (0.07, 0.1, 0.3, 0.6 and 0.9%) and BHT at 0.02% on sunflower oil demonstrated that the all essential oil or cinnamon aldhyde or eugenol exhibited on antioxidant activity. The essential oils of cinnamon, clove, ginger, cinnamon aldehyde and eugenol at 0.6, 0.3, 0.3%, 0.6% and 0.1%, respectively, possessed antioxidant effect superior to that of BHT at 0.02%.

-3- By Gc analysis, the chemical composition of sunflower oil was identified and the fatty acids composition of sunflower oil were determined. The main saturated fatty acids were myrestic, plamitic and stearic in relative percentage of (0.06, 7.48 and 2.60%), respectively. Meanwhile , the most unsaturated fatty acids were oleic and linoleic in relative percentage of (23.64 and 65.68%), respectively.

4-Gas chromatography - mass spectrometry (Gc/Ms) for analysis of cinnamon, clove and ginger essential oils results showed that, number of identified constituents of cinnamon, clove and ginger essential oils were 19, 8 and 17 compounds, representing 90.40%, 99.12% and 86.62% of the structure of these three essential oils, respectively. The number of unidentified constituent of cinnamon, clove and ginger essential oils were 22, 2 and 23 compounds corresponding 9.60%, 0.88% and 13.38% of the structure of these three essential oils, respectively.

5-Moisture contents of different biscuit treatments, manufactured by addition of BHT, cinnamon aldehyde and eugenol or cinnamon, clove and ginger powders and their essential oils before and during storage for 8 months at room temperature indicated that there was a general show increasing trend in moisture contents in all biscuit treatments.

6- By follow up the percentage of loss of cinnamon, clove and ginger essential oils in different biscuit treatments after baking and during storage, it was found that biscuit mixed with cinnamon, clove and ginger essential oils had the highest loss percentages after baking. While, the lowest loss percentages were found with those biscuit treatments mixed with whole ground cinnamon, clove and ginger powders. Same trend was observed during storage of biscuits, but the effect of baking on the loss of essential oil was clearer after baking than during storage.

Generally, the lowest losses in the essential oils contents were observed (after baking or storage) with biscuit treatments prepared by mixing with whole ground cinnamon, clove and ginger powders.

7-The results indicated that addition of BHT at 0.02% or cinnamon, clove and ginger essential oils at percentages of 0.3, 0.6 and 0.9% and cinnamon aldhyde at 0.17 , 0.35 and

0.52% or eugenol at 0.26, 0.51 and 0.77% to biscuits retard oxidative deterioration in biscuit, which could be realized by determining refractive index, acid value, peroxid value and thiobarbituric acid value in lipids extracted from different biscuit treatments during storage. The stability of biscuit treated with cinnamon, clove, ginger essential oils or cinnamon aldehyde and eugenol increased from 5, 7, 6, 5, 7 months, respectively (in average) in comparison with control. On the other hand, addition of whole ground cinnamon, clove and ginger powders have slight antioxidant activities and they increased the stability period (in average) of biscuit to 4 months.

8- the organoleptic evaluation of biscuit showed that those biscuit treatments which contained (0.3, 0.6 and 0.9%) essential oils of cinnamon, clove and ginger or cinnamon aldehyde at (0.17 , 0.35 and 0.52%) and eugenol at (0.26, 0.51 and 0.77%) had rearkable improvement in all of their sensory characteristics were delayed by about 2-4 months compared with BHT.

On the contrary, addition of ground cinnamon, clove and ginger resulted in significant decrease of all sensory studied parameters during storage, compared with other treatments in other words, essential oils can be used in biscuit making to improve its quality and shelf life while the order was different for their whole ground powders.

9-By determination of microbial count of different biscuit treatments during storage, it was found that control biscuit and other biscuit treatments mixed with whole ground cinnamon, clove and ginger powders had variable decrease in total count during (storage for 8 months at room temperature).

10- On the other hand, biscuit manufactured by addition of cinnamon, clove and ginger essential oil or cinnamon aldehyde and eugenol completely inhibited all bacteria or yeast associated with the products. The inhibitory effect of cinnamon, cinnamon aldehyde, clove, eugenol and ginger essential oils increased with increasing their concentrations all essential oils are more active against gram negative bacteria than gram-positive bacteria.Moreover, the inhibitory effect of oils can be ranked as follows:
eugenol >clove>ginger>cinnamon aldehyde >cinnamon essential oils.

11- an biological experiment carried out to study the effect of the powders of three spices namely, cinnamon , clove, ginger or their essential oils beside the major component of the essential oils namely, cinnamon aldehyde and eugenol .

The important parameter in the blood serum (TC,TG,HDL,LDL,VLDL, Glucose ,ALT,AST, GSPX) were it check up to the end of experiment and indicated that their values were normal, in comparison with BHT at 0.02% and control.

Smultinously, the internal tissues of hart, liver and kidney were histopathological in cpected ,which indicated that no variations were detected due to feeding on rations containing the above- mentioned powder spices or their essential oils .

Finally, on could be concluded that the spices cinnamon, clove and ginger or their essential oils are safe substance from the view point of human nutration.

اسم الطالب : نجلاء حسانين محمد حسانين الدرجة : الدكتوراه

عنوان الرسالة : دراسات عن التأثيرات الفسيولوجية للزيوت العطرية للقرفة و القرنفل و الزنجبيل و الإستفادة منها فى حفظ الأغذية

المشرفون : ا.د / عادل زكى بديع ا.د / احمد توفيق العاقل ا.د / صائب عبد المنعم

قسم : الصناعات الغذائية فرع : تاريخ منح الدرجة :

فى هذه الدراسة تم تجربة مدى صلاحية استخدام توابل القرفة (من العائلة الغارية) والقرنفل (من العائلة الاسية) والزنجبيل (من العائلة الزنجبارية) وزيوتها الطيارة فى حفظ وإكساب النكهة فى البسكويت ويمكن تلخيص اهم النتائج المتحصل عليها فيما يلى:

١- تم تجربة مبدئية لأختيار احسن تركيزات مضادة للأكسدة الطبيعية ويكون لها فى نفس الوقت نكهة جيدة فوجد انه بالرغم من ان القرنفل المطحون بتركيز ٢-٢,٥ % احسن رائحة إلا انه كان غير مقبول فى طعم البسكويت ونتيجة لذلك نستخدم التوابل المطحونة للقرفة والقرنفل والجنزبيل بتركيزات ١,٥ و٢,٠و ٢,٥ ، ٠,٥ و ١,٠و ١,٥ ، ١,٥، ٢، ٢,٥ على التوالى. والزيوت الطيارة بتركيزات ٠,٣ ، ٠,٦، ٠,٩ % لاستكمال الدراسة حيث كانت احسن التركيزات للنكهة ومضادات الاكسدة.

٢- اضافة الزيوت الطيارة بتركيزات ٠,٠٧، ٠,١، ٠,٣، ٠,٦، ٠,٩% والسيامون الدهيد والايوجينول بتركيزات ٠,١٧-٠,٣٥-٠,٥٢-و٠,٢٦-٠,٥١-٠,٧٧ % و BHT (٠,٠٢ %) على زيت عباد الشمس لتقدير الاكسدة وجد أن جميع الزيوت العطرية والسيامون الدهيد والايجينول ثبط عملية الاكسدة ووجد أن تركيزات ٦ و ٣و ، ٣و ، ٦و ، ١و ، على التوالى تفوقت على مضاد الاكسدة الصناعى BHT.

٣- عند دراسة التركيب الكيميائى لزيت عباد الشمس باستخدام التحليل الكروماتوجرافى الغازى وجد ان الاحماض الدهنية التى تم تقريدها كانت كالتالى: الاحماض الدهنية المشبعة الميرستيك ـ البالمتيك- الاستياريك (٠,٦٠% ، ٧,٤٨% ، ٢,٦٠%) على الترتيب بينما كانت معظم الاحماض الدهنية غير المشبعة عبارة عن الاوليك واللينوليك (٢٣,٦٤%و ٦٥,١٨%) على الترتيب.

٤- بلت نتائج التحليل الكروماتوجرافى الغازى المتصل بجهاز طيف الكتلة لتحليل كلاً من الزيت العطرى لثمار القرفة- القرنفل- الزنجبيل حيث تم التعرف على ١٩، ٨، ١٧ مركب فى كل منهم على الترتيب وهذه المركبات تمثل ٩٠,٤٠%- ٩٩,١٢% - ٨٦,٦٢% من تركيب هذه الزيوت على الترتيب اما المركبات التى لم يتم التعرف عليها كان عدده٢٢، ٢ ، ٢٣ مركب وتمثل ٩,٦٠% - ٠,٨٨% - ١٣,٣٨% عى الترتيب.

٥- أوضحت دراسة التركيب الكيميائى لجميع معاملات البسكويت (المصنع باضافة مضاد الاكسدة الصناعى BHT أو التوابل المطحونة للقرفة والقرنفل والزنجبيل وزيوتها العطرية ومركباتها الطيارة قبل وخلال التخزين لمدة ٨ شهور ان هناك اتجاه للزيادة البطيئة فى الرطوبة.

٦- بتتبع نسبة الفقد فى الزيت العطرى للقرفة- القرنفل ـ الزنجبيل فى معاملات البسكويت المختلفة بعد الخبيز وخلال التخزين لمدة ٨ شهور على درجة حرارة الغرفة وجد أن عملية الخبيز كان لها تأثير كبير فى انخفاض % الزيت العطرى وكان لها التأثير الأكبر فى البسكويت المضافة له ثمار القرفة ـ القرنفل- الزنجبيل.

٧-أوضحت النتائج ان اضافة BHT بتركيز ٠,٠٢ والزيوت الطيارة للقرفة- والقرنفل بتركيزات ٠,٣- ٠,٦- ٠,٩%و نسبة والسيامون الدهيد (١٧ و-٣٥و-٥٢و- %) والايجينول (٠,٢٦- ٠,٥١- ٠,٧٧ %) للبسكويت كان لها تأثير واضح فى عدم فساد البسكويت والابطاء من عملية الاكسدة وذلك عن طريق قياس كل من (معامل الانكسار- الرقم الحمضى- رقم البيروكسيد- ثيوباربيورتك اسيد) فى الدهن المستخلص من معاملات البسكويت المختلفة خلال مراحل

التخزين حيث زدات فترة الثبات من ٢ شهر فى الكونترول الى ٥، ٧، ٦، ٥، ٧ شهر على التوالى فى معاملات الزيوت العطرية للقرفة – والقرنفل – الزنجبيل- السيانمون الدهيد- ايجينول. بينما على الوجه الأخر اطافة مطحون التوابل القرفة – القرنفل- الزنجبيل كان ابطىء كمضاد للأكسدة وزادات فترة الثبات فى المتوسط الى ٤ شهور.

٨-أوضح التقييم الحسى ان البسكويت المحتوى على الزيت العطرى للقرفة- القرنفل – الزنجبيل بتراكيزات (٠,٣-٠,٦-٠,٩%) والسيانمون الدهيد - الايجينول بتركيزات (٠,١٧-٠,٣٥-٠,٥٢-و٠,٢٦-٠,٥١-٠,٧٧%) كان لها أثر واضح فى تحسين صفات البسكويت وعدم تدهور لمدة ٢-٤ شهور مقارنة ب **BHT** على حين البسكويت المضاف اليه مطحون التوابل للقرفة – القرنفل- الزنجبيل بجميع التركيزات كان له تأثير منخفض ومعنوى على سرعة تدهور صفات البسكويت مقارنة بالمعاملات الأخرى. وبالتالى يمكن استخدام الزيوت العطرية فى تحسين نكهة البسكويت واطالة فترة حفظه بعكس الحال بالنسبة للتوابل الكاملة المطحونة.

٩-واوضحت النتائج ان العد الكلى للميكروبات فى مختلف معاملات البسكويت خلال التخزين ان هناك تناقصات متباينة فى العد الكلى لكل من الكنترول والبسكويت المضاف له التوابل المطحونة للقرفة- القرنفل- الزنجبيل حيث بلغ النقص نهاية مرحلة التخزين ٥٧,٧٨% فى البسكويت الكونترول، ٥٨,٦٢ % للبسكويت المضاف اليه **BHT** بتركيز ٠,٠٢،(٥٤,٦٦%-٦٠,٤٧-%) للبسكويت المضاف اليه ومطحون القرفة بتركيزات (١,٥-٢-٢,٥%) على الترتيب، (٦١,٧٦%-٦٧,٢٢%) للبسكويت المضاف اليه مطحون الزنجبيل بتركيزات (١,٥- ٢- ٢,٥% على الترتيب) بينما اتضح ان البسكويت المضاف الزيت العطرى للقرفة، القرنفل، الزنجبيل، السيانمون الدهيد، الايجينول لم يسجل اى حمل ميكروبى

١٠-عند اختبار التأثير المضاد للميكروبات للزيوت العطرية لتوابل القرفة- القرنفل- الزنجبيل بتركيزات (٠,٣-٠,٦-٠,٩-١%- ١٠%- ٥٠%-١٠٠%) للقرفة – القرنفل – الزنجبيل- السيانمون الدهيد- الايجينول وذلك بالمقارنة بتأثير الفينول بتركيزات ١ ، ١٠% على ١١ سلالة من البكتريا، ٣ سلالة من الخميرة حيث وجد أن تأثير هذه الزيوت كمضادات للميكروبات يزيد بزيادة التركيز المستخدم منها. كما وجد ان تأثير هذه الزيوت كان أكبر على البكتريا السالبة لجرام كذلك اوضح ان تأثير هذه الزيوت الطيارة بترتيب هذه الزيوت تنازليا كمضادات للميكروبات الايجينول > القرنفل> الزنجبيل> والسيانمون الدهيد >القرفة.

١١-أجريت تجربة تغذية لمعرفة تاثير مساحيق ٣ التوابل للقرفة- القرنفل- الزنجبيل- وزيوتها العطرية عى وظائف الكبد والكلى وبتحليل سيرم دم الفئران بعد التغذية على التركيز ٠,٩- ٠,٩- ٠,٩- ٠,٥٢- ٠,٧٧- ٢,٥- ١,٥- ٢,٥% للزيوت العطرية للقرفة-القرنفل- الزنجبيل -الدهيد القرفة- الايجينول- ومطحون القرفة – القرنفل- الزنجبيل على التوالى

وجد ان جميع القياسات كانت فى الحدود الطبيعية ولم يحدث لها تغيرواوضح فحص الانسجة الداخلية لكلا من القلب- الكبد- الكلى وجد أنها أمنة مقارنة بمضاد الأكسدة الصناعى,ممايدل على ان الزيوت العطرية تدخل ضمن المركبات الطبيعية وليس لها تاثير على صحة الانسان.

Contents

	Page
3-2-2-4-2-Oxidation systems	62
3-2-2-4-2-1-Designation of induction period by Rancimat	62
3-2-2-5- Identification and determination of fatty acids	63
3-2-2-5-1- Isolation and extraction of fatty acids	63
3-2-2-5-2- Methylation of fatty acids	63
3-2-2-5-3- Separation of fatty acid methyl esters	63
3-2-2-6- Determination of essential oil percentage in the plant materials of cinnamon ,clove and ginger	63
3-2-2-7- Physicochemical properties of the essential oils	64
3-2-2-7-1- Specific gravity	64
3-2-2-7-2- Refractive index	64
3-2-2-7-3- Solubility in alcohol	64
3-2-2-7-4- Acid number	64
3-2-2-7-5- Ester number	64
3-2-2-8- Separation and identification of chemical components of essential oils	64
3-2-2-9- Microbiological assay	66
3-2-2-9-1- Sample preparation	66
3-2-2-9-2- Microbiological examination method (Total Plate Count, TPC)	66
3-2-2-10-Organoleptic evaluation of biscuit	66
3-2-2-11- Statistical analysis	66
3-2-2-12-Antimicrobial activity of cinnamon ,clove and ginger essential oils	66
3-2-2-12-1- Preparation of plates	67
3-2-2-12-2-Preparation of essential oil	67

Contents

	Page
3-2-2-12-3- Settling up the assay	67
3.2.3. Feeding experiments	67
3.2.3.1. Animals and diets	67
3.2.3.1.1.Experimental I	67
3.2.3.1.2. Experimental II	72
3.2.3.2.Sampling	72
3.2.3.2.1. Blood sampling	72
3.2.3.2.2.Whole blood	72
3.2.3.2.3. Organs	73
3.2.3.3. Analytical methods	73
3.2.3.3.1.Determination of total lipids	73
3.2.3.3.2.. Determination of triglycerides	74
3.2.3.3.3..Determination of total cholesterol	75
3.2.3.3.4.Determination of high density lipoprotein cholesterol (HDL)	76
3.3.3.3.5.Determination of low density lipoprotein cholesterol (LDL)	77
3.2.3.3.6. Determination of serum VLDL-cholesterol	78
3.2.3.3.7. Determination of serum atherogenic index	78
3.2.3.3.8. Determination of alanine amino transaminase ALT	78
3.2.3.3.9. Determination of aspartate amino transaminase AST	80
3.2.3.3.10. Determination of lactate dehydrogenase	81
3.2.3.3.11. Determination of creatinine	82
3.2.3.3.12. Determination of urea	83
3.2.3.3.13. Determination of glucose	84
3.2.3.3.14. Determination of thiobarbeturic acid reactive substances	85
3.2.3.3.15. Determination of conjugated dienes	86
3.2.3.3.16.Determination of glutathione peroxidase activity in whole blood	86
3.2.3.3.17.Determination of total cholesterol , triglycerides and total lipids in liver and heart	88
3.2.3.3.18.Histopathological examination	88
4-Results and Discussion	89

Contents

	Page
4-1- Preliminary selection experiments	89
4-1-1-Stability of sunflower oil during storage as affected by addition of different concentrations of essential oil	89
4-1-1-1 Refractive index (RI)	90
4-1-1-2- Peroxide value (PV)	93
4-1-1-3-Thiobarbituric acid value (TBA)	93
4-1-2- Organoleptic evaluation of biscuits	98
4-2-Antioxidant activity of essential oils	101
4-3-Chemical composition of biscuit ingredients	105
4-3-1-Chemical composition of wheat flour	105
4-3-2- Chemical composition of cinnamon bark, clove bud and ginger rhizome	107
4-3-3- Chemical composition of sunflower oil	108
4-3-3-1-Physical and chemical properties of sunflower oil	108
4-3-3-2- Fatty acids composition of sunflower oils	108
4-3-4- The physicochemical properties of cinnamon, clove and ginger essential oils	111
4-3-5- Chemical composition of essential oils	113
4-3-5-1-Chemical composition of cinnamon essential oil	113
4-3-5-2-Chemical composition of clove essential oil	119
4-3-5-3-Chemical composition of ginger essential oil	123
4-4-Rheological characteristic of wheat flour as affected by addition of cinnamon, clove and ginger powders or their essential oils	129
4-4-1-Effect of addition of cinnamon, clove and ginger powders or their essential oils on forinograph data of wheat flour	129
4-5-Biscuits	136
4-5-1-Changes occurred in moisture content of different biscuit treatments during storage	136
4-5-2-Effect of addition butylated hroxytoluene or cinnamon, clove and ginger powder or their essential oils on the stability of biscuits during storage	141
4-5-2-1-Changes in refractive indices (RI) of biscuit lipids during storage for 8 months at 25 °C	141
4-5-2-2-Changes in acid value (AV) of biscuit lipids during storage for 8 months at 25 °C	145
4-5-2-3-Change occurred in peroxide value (PV) of biscuit lipids during storage for 8 months at 25 °C	149

Contents

	Page
4-5-2-4-Changes occurred in TBA value of biscuit lipids during storage for 8 months at 25 °C	154
4-5-3- The changes occurred in the essential oil of cinnamon,clove or ginger biscuits during preparation and storage	158
4-5-4-Sensory evaluated of different biscuit treatments containing BHT or cinnamon ,clove and ginger essential oils or their powders and cinnamon aldehyde or eugenol before and after storage	167
4-5-5-Changes in total microbial count of different biscuit treatments during storage for 8 months at 25 °C	179
4-6- Antimicrbial activity of cinnamon, clove or ginger essential oils, cinnamon aldehyde and eugenol	183
4-7-Biological evaluated of cinnamon, clove ginger essential oils or their powders beside cinnamon aldehyde, eugenol and BHT	194
4-7-1-Experimental I	194
4-7-1-Body weight	194
4-7-2-Body weight gain and feed efficiency ratio	197
4-7-3-Organs percentages of rats fed normal formulated with cinnamon, clove and ginger essential oils and their powder or cinnamon aldehyed , eugenol and BHT as control groups	199
4-7-4-Serum total lipids	199
4-7-4-1-Serum total lipids	199
4-7-5-Triglycerides	203
4-7-5-1-Serum triglycerides (TG)	203
4-7-6-Cholesterol	206
4-7-6-1-Serum total cholesterol (TC)	207
4-7-7-lipoproteins	210
4-7-7-1-High and Low Density lipoproteins (HDL and LDL)	210
4-7-7-1-1-Serum hight density lipoprotein cholesterol (HDL-C)	213
4-7-7-1-2- Serum low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)	216
4-7-7-1-3 -Serum very low density lipoprotein cholesterol (VLDL-C)	216
4-7-8- liver function	219
4-7-8-1 Transaminases	219
4-7-8-1-1-Serum alanine amino transferase (ALT)	220
4-7-8-1-2-Serum aspartate amino transferase (AST)	224
4-7-8-2-Serum lactic acid dehydrogenase (LDH)	224
4-7-9-Renal function	231

Contents

	Page
4-7-9-1-Serum urea	231
4-7-9-2-Serum creatinine	235
4-7-10-Serum conjugated dienes	239
4-7-11-Serum thiobarbituric acid reactant substances (TBARS)	242
4-7-12-Serum glucose	245
4-7-13-Activity of antioxidant enzyme -Glutathione peroxidase activity in blood, liver, kidney, brain and heart (GSPX)	248
4-7-14-Liver and heart (cholesterol, triglycerides and total lipids)	248
4-8-Biological evaluation of cinnamon, clove, ginger powders and their essential oils or cinnamon aldehyde, eugenol and BHT	255
4-8-1-Body weight	258
4-8-2-Body weight gain and feed efficiency ratio	258
4-8-3-Organs percentages of rats fed with cholesterol formulated with cinnamon, clove, ginger powders or their essential oils, cinnamon aldehyde, eugenol and BHT as well as the control groups	261
4-8-4-Serum total lipids	263
4-8-5-Serum Triglycerides (TG)	265
4-8-6-Serum total cholesterol (TC)	268
4-8-7- Serum high density lipoprotein cholesterol (HDL-C)	271
4-8-8-Serum low density lipoprotein cholesterol (LDL-C)	274
4-8-9-Serum very low density lipoprotein cholesterol (VLDL-C)	277
2-8-10- Atherogenic index	280
4-8-11-Liver function	283
4-8-11-1-Serum alanine amino transferase (ALT)	287
4-8-11-2-Serum aspartate amino transferase (AST)	287
4-8-11-3-Serum lactic acid dehydrogenase (LDH)	287
4-8-12-Renal function	294
4-8-12-1-Serum urea	298
4-8-12-2-Serum creatinine	298
4-8-13-Serum conjugated dienes	302
4-8-14-Serum thiobarbituric acid reactant substances (TABARS)	306
4-8-15- Serum glucose	309

Contents

	Page
4-8-16- Activity of antioxidant enzyme -Glutathione peroxidase activity in blood, liver, kidney, brain and heart (GSPX)	312
4-8-17-liver and heart (cholesterol, triglycerides and total lipids)	316
4-9- Histopathological	324
5-Summary	354
6-References	360
*Arabic summary	

List of abbreviations

BHA	**Butylated hydroxyl anisole**
BHT	**Butylated hydroxyl toluene**
PG	**Propyl gallate**
TBHQ	**Tertiary butyl hydroquinone**
ROS	**Reactive oxygen species**
SOD	**Super oxide dismutase**
RI	**Refractive index**
AV	**Acid value**
PV	**Peroxide value**
TBA	**Thiobarbituric acid value**
TG	**Triglycerides**
TC	**Total cholesterol**
HDL	**High density lipoprotein cholesterol**
LDL	**Low density lipoprotein cholesterol**
VLDL	**Very low density lipoprotein cholesterol**
TBARS	**Thiobarbituric acid reactive substances**
ALT	**Alanine amino transaminase**
AST	**Aspartate amino transaminase**
GSPX	**Glutathione peroxidase**