الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الزراعة
قسم علوم الأغذية

تأثير المعاملات الأولية في صفات الجودة للفول المجمد

Effect of preliminary treatments on the quality parameters of frozen broadbean

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية

(قسم علوم الأغذية)

إعداد

م . نضار خضر بدران

المشرف

أ.د. صباح يازجي

كلية الزراعة – جامعة دمشق

المشرف المشارك

أ.د. عبد الحكيم عزيزية

كلية الزراعة – جامعة دمشق

2015-1436

تصـريح

أصرح بأن البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان:

(تأثير المعاملات الأولية في صفات الجودة للفول المجمد)

لـم يسبق أن قدم للحصـول علـى أي درجـة علميـة جامعيـة أخـرى وغيـر مقدم حالياً وأن العمـل والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية بتوجيه من المشرف العلمي **الأستاذة الدكتورة صباح يازجي والمشرف المشارك الأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزيـة**، وأن أيـة معلومـات أخرى ذكرت في الرسالة قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع .

المرشحة

م. نضار بدران

Declaration

To whom it my concern , I declare That the present research work entitled

(Effect of preliminary treatments on the quality parameters of frozen broadbean)

is a new research work , and That has never been studied by any other researchers for any other degree, and currently it is submit Hed by any one for any degree, All the mentioned result are my own efforts and done by the direct supervision Dr. Sbah yazji and Dr. abd Alh keem Azizieh all the referred literature are cited, and well documented in the list of references

Candidate

E. Nodar Badran

شهادة

نشهد بأن العمل المقدم في هذه الرسالة هو نتيجة بحث علمي قامت به المرشحة نضار بدران

بإشراف الدكتورة صباح اليازجي– قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق،

والدكتور عبد الحكيم عزيزية– قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة دمشق.

المرشحة	المشرف المشارك	المشرف العلمي
نضار بدران	**أ. د. عبد الحكيم عزيزية**	**أ. د. صباح اليازجي**

Testimony

We witness that the described work in this thesis is the result of scientific research condutedby the candidate Nodar Badran under supervision of **Prof. Dr. Sabah Yaziji** at department of food sciences _ Faculty of Agriculture _ Damascus University and **Prof. Dr. Abdulhakim Azizieh** at department of food scienes _ Faculty of Agriculture _ Damascus University.

Candidate	Co-supervisor	Chairman
Nodar Badran	**Dr. Abdulhakim Azizieh**	**Dr. Sabah Yaziji**

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات نيل درجة الماجستير في قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة، بجامعة دمشق. نوقشت وأجيزت في دمشق بتاريخ 2015/11/10

لجنة الحكم:

أ. د. محمد خير طحلة – الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة– جامعة دمشق (عضواً)

أ. د. عبد الوهاب مرعي – الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة – جامعة دمشق (عضواً)

أ. د. صباح اليازجي – الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة – جامعة دمشق (عضواً مشرفاً)

كلمة شكر

الحمد والشكر الله عز وجل الذي منحني القوة والعافية لإتمام دراستي، أتقدم بعظيم الشكر والتقدير وكامل الاحترام إلى كل من ساهم في إتمام هذا العمل، وأتقدم بخالص الشكر والتقدير

مع فائق التقدير والاحترام الأستاذة الدكتورة صباح يازجي والأستاذ الدكتور عبد الحكيم عزيزية، كما لا يفوتني أن أسجل شكري لأساتذتي في جامعة دمشق كلية الزراعة قسم علوم الأغذية فلهم مني أسمى آيات التقدير والاحترام.

م. نضار بدران

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
ملخص البحث باللغة العربية	**1**
ملخص البحث باللغة الانكليزية	**2**
الفصل الأول: المقدمة وأهداف البحث	**3**
1-1- المقدمة	4
1-2- أهداف البحث	6
الفصل الثاني: الدراسة المرجعية	**7**
2-1- الفول الأخضر وموطنه الأصلي وانتشاره	8
2-2- وصف نبتة الفول	8
2-3- التصنيف النباتي للفول	10
2-4- التركيب الكيميائي للفول الأخضر	11
2-5- الفوائد التغذوية والصحية	12
2-6- طرائق الحفظ	14
2-7- **فساد الخضار**	15
2-7-1- أهم أنواع الفساد الفطري في الخضار الطازجة	15
2-8- التجميد	16
2-8-1- تاريخ التجميد	17
2-8-2-أهمية التجميد كطريقة حفظ	18
2-8-3- تأثير التجميد في القيمة الغذائية	19
2-8-4- تأثير التجميد في الكائنات الحية الدقيقة	20
2-8-5- التغيرات التي تحدث للمادة الغذائية والأحياء الدقيقة نتيجة عملية التجميد	21
2-8-6- إزالة حالة التجميد عن الأغذية المجمدة	21
2-8-7- سلبيات التجميد	22
2-8-8- فساد الخضار المجمدة	23
2-9- المعاملات الأولية	24

2-9-1- **عملية السلق** 24
2-9-2-إضافة الأملاح والسكر 26
الفصل الثالث: مواد وطرائق البحث **28**
3-1- مواد البحث 29
3-1-1- جمع وتحضير العينات 29
3-1-2- تحضير محاليل عملية السلق 29
3-1-3- معاملة السلق 29
3-1-4- التجميد والتخزين المجمد 30
3-2- طرائق التحليل 31
3-2-1- دراسة التركيب الكيميائي 31
3-2-2- دراسة المحتوى الميكروبي 31
3-2-2-1- الأحياء الدقيقة التي تم التحري عنها 31
3-2-2-2 البيئات المستخدمة 31
3-2-3- الكشف عن أنزيمي الكتالاز والبيروكسيديز للتأكد من كفاءة عملية السلق 33
3-2-4- التقييم الحسي 33
3-2-5- التحليل الإحصائي 34
الفصل الرابع: النتائج والمناقشة **35**
4-1- نتائج تحليل التركيب الكيميائي 36
4-1-1- الرطوبة 36
4-1-2- البروتين 40
4-1-3- الدهن 42
4-1-4- الرماد 44
4-1-5- السكريات 46
4-1-6- الأس الهيدروجيني pH 48
4-2- نتائج تحليل المحتوى الميكروبي لعينات الفول الأخضر المجمد 50
4-3- نتائج التقييم الحسي لعينات الفول المجمد 55
4-4- الكشف عن وجود أنزيمي الكتالاز والبيروكسيديز للتأكد من كفاء عملية السلق 61

الاستنتاجات والتوصيات **62**
1- الاستنتاجات 63
2- التوصيات 64
الملاحق **65**
المراجع **72**
1- المراجع العربية 73
2- المراجع الأجنبية 75

فهرس الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	رقم الصفحة
1	حجم حبات الفول والمعاملات الأولية المطبقة عليها	29
2	التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للرطوبة في الفول المجمد	39
3	التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للبروتين في الفول المجمد	41
4	التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للدهن في الفول المجمد	43
5	التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للرماد في الفول المجمد	45
6	التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للسكريات في الفول المجمد	47
7	تغير الأس الهيدروجيني لعملية تجميد الفول	49
8	التحليل الميكروبي للتعداد الكلي للأحياء الدقيقة للفول المجمد	51
9	التحليل الميكروبي البكتريا اللاهوائية للفول المجمد	52
10	التحليل الميكروبي بكتريا الكوليفورم للفول المجمد	53
11	التحليل الميكروبي للخمائر والفطور للفول المجمد	54
12	التقييم الحسي للطعم	57
13	التقييم الحسي للرائحة	58
14	التقييم الحسي للون	59
15	التقييم الحسي للقوام	60
16	تأثير عملية السلق على نشاط أنزيمي الكتالاز والبيروكسيداز	61

فهرس الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	رقم الصفحة
1	مخطط العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير الفول للتجميد	30
2	منحني تطورالنسبة المئوية للرطوبة مع اختلاف طرائق التجميد	39
3	منحني تطورالنسبة المئوية للبروتينات مع اختلاف طرائق التجميد	41
4	منحني تطور النسبة المئوية للدهن مع اختلاف طرائق التجميد	43
5	منحني تطور النسبة المئوية للرماد مع اختلاف طرائق التجميد	45
6	منحني تطور النسبة المئوية للسكريات مع اختلاف طرائق التجميد	47
7	منحني تطور الـpH مع اختلاف طرائق التجميد	49
8	منحني تطور التعداد الكلي مع اختلاف طرائق التجميد	51
9	منحني تطور البكتريا اللاهوائية مع اختلاف طرائق التجميد	52
10	منحني تطور الكوليفورم مع اختلاف طرائق التجميد	53
11	منحني تطور الفطور والخمائر مع اختلاف طرائق التجميد	54
12	منحني تطور الطعم مع اختلاف طرائق التجميد	57
13	منحني تطور الرائحة مع اختلاف طرائق التجميد	58
14	منحني تطور اللون مع اختلاف طرائق التجميد	59
15	منحني تطور القوام مع اختلاف طرائق التجميد	60

فهرس الملحق

رقم الملحق	اسم الملحق	رقم الصفحة
1	الأجهزة المستخدمة في الاختبارات الكيميائية والميكروبية	66
2	الأوساط والبيئات المستخدمة في التحاليل الميكروبية	67
3	فترة الصلاحية العملية بالشهور عند درجات التجميد المختلفة لبعض الخضار	68
4	فترة الصلاحية العملية عند درجات حرارة مختلفة	69
5	أنواع المجمدات	70

الملخص

هدف هذا البحث إلى دراسة تأثير المعاملات الأولية في الفول الأخضر الطازج من حيث عملية السلق والمدة الزمنية لهذه العملية، وإضافة الملح والسكر في الصفات الحسية والكيميائية والميكروبية قبل عملية حفظه بطريقة التجميد ، وخلال فترة حفظه التي امتدت إلى ستة أشهر، وذلك من خلال دراسة التركيب الكيميائي متضمناً الرطوبة والسكريات والبروتينات والرماد والدهن ، إضافة إلى دراسة المحتوى الميكروبي من التعداد الكلي للأحياء الدقيقة و بكتريا الكوليفورم والبكتريا اللاهوائية و بكتريا *Pseudomonas*،وتعداد الخمائر والفطور وأخيراً دراسة الصفات الحسية للفول الطازج والمحفوظ بالتجميد.

كما تم دراسة حالة إزالة التجميد عن الفول المجمد، وإعادة تجميده من جديد ومدى تأثير ذلك على نوعية الفول المجمد. كما تم التأكد من كفاءة عملية السلق المطبقة من خلال الكشف عن وجود الأنزيمات المسببة للاسمرار الأنزيمي في الفول الأخضر ومنها أنزيم الكتالاز والبيروكسيديز.

أظهرت النتائج وجود فروق معنوية ($P < 0.05$) بين طرائق الحفظ المتبعة سواءً في الصفات الكيميائية والميكروبية والحسية ، حيث لوحظ أن طريقة التجميد حافظت على صفات الفول الأخضر لفترة ثلاثة أشهر من عملية التخزين المجمد مقارنة مع الفول الطازج.

كانت عملية السلق لمدة(10–15) دقيقة المطبقة فعالة في القضاء على الأنزيمات المسببة للتلونات الناتجة عن الاسمرار الأنزيمي، خاصة أنزيمي الكتالاز والبيروكسيديز.

أدت إضافة ملح الطعام بنسبة (2%) والسكر بنسبة (2 %) إلى زيادة معنوية ($P < 0.05$) في الحفاظ على الصفات النوعية للفول المسلوق والمحفوظ بطريقة التجميد مقارنة مع الشاهد الطازج غير المعامل.

Abstract

This research aimed at investigating the effect of preliminary treatments of fresh Vicia faba (blanching period, salting, adding sugar), on quality parameters of canned and frozen Vicia faba before and over a six months period of preserving.

Group of microbiological studies (total count of organism, yeast and fungi, anaerobic bacteria, Coliform bacteria, and *pseudomonas*), chemical studies (Moisture, protein, ashes, pH, carbohydrates and fat), and sensory evaluation have been carried out to determine the acceptability of the best treatment of the frozen Vicia faba.

In addition, the research studied the effect on qualities of frozen Vicia faba in the cases of thawing and re-freezing. Also, the efficiency of the applied blanching process was tested by exploring the presence of enzymes that causes Enzymatic browning including the Catalase and Peroxidase enzymes.

The results showed significant differences ($P < 0.05$) in chemical, microbiological and sensatory of Vicia faba's parameters, among preservation applied methods. As the freezing method was more preserving to Vicia faba parameters,

Preserving Vicia faba for three months resulted in significant reduction of its microbiological effective components.

Blanching resulted in eliminating the enzymes caused coloring and browning, of Vicia faba, in particular the Catalase and Peroxidase enzymes. Furthermore, the results revealed that blanching period of 10-15minutes had contributed to increasing the level of effective biological components.

Adding Salt (2%) and the Sugar (2%) resulted in significant increase in quality parameters of blanched canned and frozen Vicia faba, compared to the fresh non processes and preserved fresh Vicia faba.

الفصل الأول

المقدمـــة

INTRODUCTION

1-1- المقدمة:

يعد الحفظ بالتجميد من أهم التقنيات العصرية التي وضعت في يد الإنسان وسيلة ناجعة تمكنه من حفظ الأغذية والتغلب على المسافات الفاصلة بين مناطق إنتاج السلع وأماكن استهلاكها، عُرف التجميدعلى نطاقه التجاري عام 1842 م في الولايات المتحدة الأمريكية عندما كانت تستورد الأسماك من كندا، وفي عام 1892 م طبق التجميد الصناعي على الأسماك في مناطق أمريكا الشمالية، أما في عام 1920م فقد بدأ العمل بالتجميد السريع وتم تطبيقه على الخضار واللحوم والأسماك .

تتعرض الأغذية المجمدة لمجموعة من المؤثرات والتي ينتج عنها تغيرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة الغذائية، كتغير القوام وتخريب نظم المستحلبات والتغير في طبيعة البروتينات وفي صفات أخرى يمكن السيطرة بشكل جزئي على بعضها وتستحيل السيطرة على بعضها الآخر، وقد عُزي السبب في العديد من هذه التغيرات إلى تركيب المادة الغذائية وإلى مجموعة العمليات التحضيرية التي تسبق عملية التجميد بزمن قصير أو طويل.

تعد الخضار من أكثر المواد التي تطبق عليها عمليتي التجميد والتعليب بغية توفيرها في جميع الأوقات، مع الحفاظ بنفس الوقت قدر الإمكان على طزاجيتها وفوائدها، وتأمينها للمستهلك بأفضل جودة وبأرخص الأسعار، وتشكل الخضار المجمدة اليوم مجموعة غذائية كبيرة ومهمة بين غيرها من المنتجات الغذائية المجمدة وذلك ضمن المجتمعات الحديثة، ومن أهم هذه الخضار المجموعة البقولية (البازلاء، الفول، الفاصولياء....) التي لا تخلو مائدة طعام دون تواجدها نتيجة لغناها وتميزها بالمواد الغذائية التي تحتويها خاصة البروتينات (نسبتها نحو 25-29%)، وتعد البقوليات غذاء هام للنباتيين وكذلك للمجتمعات الفقيرة حيث تشكل البقوليات

حوالي 9% من الإنتاج النباتي للدول النامية، إذ تعتبر بديلاً اقتصادياً عن اللحوم (بروتين الفقراء)، لاحتوائها على العديد من الأحماض الأمينية الأساسية لجسم الإنسان، وتعد مصدراً جيداً لمضادات الأكسدة والألياف والفيتامينات والأملاح المعدنية لاسيما أملاح البوتاسيوم والفوسفور والصوديوم والحديد والمغنزيوم، وفيتامين C ومجموعة فيتامين B (1،3 ،6 ،9). لذلك تستخدم البقوليات كوسيلة لحماية الجسم ضد الكثير من الأمراض كسرطان القولون والثدي والبروستات وأمراض القلب، بالإضافة إلى تقوية العظام وبناء الهيكل العضلي، وزيادة نسبة الهيموغلوبين في الدم. وتتميز البقوليات باحتوائها على سعرات حرارية أقل من الكثير من الأطعمة.

اتجهت الصناعة في الآونة الأخيرة نحو تأمين منتجات غذائية جاهزة تتمتع بجودة عالية، وقريبة في نفس الوقت لمثيلتها الطازجة بالقيمة الغذائية وسهلة التحضير لتواكب متطلبات المستهلكين، لذلك ظهرت الحاجة لإيجاد أفضل طريقة حفظ تؤمن الصفات السابقة وتقلل من تعرض الخضار لأقل معاملة تصنيعية ممكنة.

2-1- أهداف البحث:

نظراً لما يتمتع به تجميد الخضار من أهمية كبيرة في عملية الحفظ، ولما تحتويه الخضار من عناصر معدنية وفيتامينات ضرورية لبناء جسم الإنسان، ولما تتمتع به الخضار من صفات تجعلها مادة سريعة التلف والفساد بسبب الكائنات الحية الدقيقة والأنزيمات الداخلية التي تؤثر بشكل كبير في فقدانها للجزء المهم من محتواها الغذائي، وحرصاً على تحسين وتطوير طريقة الحفظ وتقليل الهدر وبسبب عدم وجود دراسات محلية تتناول حفظ الفول بالتجميد، فإن هذا البحث يهدف إلى ما يلي:

1. التوصل إلى أفضل المعاملات الأولية التي تطبق على الفول الطازج من تنظيف وسلق وإضافة بعض المواد الحافظة الطبيعية (الملح والسكر).
2. تحديد كفاءة عملية السلق بهدف القضاء على الأنزيمات.
3. إطالة فترة الحفظ المجمد للفول، مع المحافظة على سلامته من الناحية الميكروبية والصفات الحسية.
4. تأثير عملية التجميد وإزالة حالة التجميد المتعاقبتين في صفات جودته.

الفصل الثاني

الدراسة المرجعية

LITERATURE REVIEW

2- الدراسة المرجعية:

2-1- الفول الأخضر وموطنه الأصلي وانتشاره:

يعد الفول Vicia faba واحداً من محاصيل الخضار البقولية المهمة لقيمته الغذائية المرتفعة ولأهميته في المجالات التصنيعية المختلفة ومن أهم أنواعه الفول الأخضر والفول السوداني وفول الصويا والفول من محاصيل الخضار المتحملة للبرودة وله عدة أصناف تختلف بحجم بذورها وشكلها ولونها منها الرومي والقبرصي والمالطي (بوراس وزملاؤه ،2005).

يزرع الفول الأخضر في سوريا منذ قديم الزمان موطنه الأصلي هو آسيا الغربية وشمال أفريقيا، عرفته الصين منذ عام 2800 قبل الميلاد وكذلك زرع في أوروبا وخاصة في إيطاليا وفرنسا وإسبانيا منذ القدم من ثم انتقلت زراعته إلى أمريكا الشمالية. تزرع الصين سنوياً1,100,000 هكتاراً من الفول الأخضر تليها المغرب 150,000 هكتاراً ثم مصر 138,000 هكتاراً والبرازيل 125,000هكتار(FAO , 2007)

يبلغ متوسط المساحة المزروعة من الفول سنوياً في سوريا 5,000 هكتار وإنتاجها السنوي بحوالي 42,000 طن،حيث ينتشر تقريبا في جميع المحافظات وتعتبر محافظتي ريف دمشق ودرعا الأولى في الإنتاج تليها محافظتي طرطوس واللاذقية (المجموعة الإحصائية الزراعة، 2013).

2-2- وصف نبتة الفول:

الفول الأخضر نبات حولي عشبي يتبع العائلة البقولية، الجذر وتدي عميق قد يصل إلى 80 سم يتفرع من الأعلى إلى جذيرات تمتد بشكل أفقي إلى مسافة 50 سم تقريباً ثم تتجه نحو الأسفل إلى مسافة 60 سم، يساعد هذا التفرع النبات على امتصاص غذائه من التربة كما

يساعد في تكوين الزيادة من العقد البكتيرية المثبتة للآزوت الجوي في أطراف الجذيرات، الساق قائمة مضلعة ذات أربعة أوجه طولها 60–160 سم تتفرع من الأسفل من 3–6 أفرع فوق سطح التربة وهي جوفاء لونها أخضر يسود عند الجفاف، والورقة ريشية مركبة من ثلاث وريقات أو خمسة أو سبعة بيضاوية الشكل، والزهرة فراشية خنثى غير منتظمة خماسية ذات خمس سبلات وخمس بتلات (زورقان ، جناحان وعلم) لونها أبيض وعلى الجناحين بقعتان سوداوتان، التلقيح في الفول ذاتي وتبلغ نسبته 93–96% أما نسبة التلقيح الخلطي فلا تتجاوز 4–6%(بوراس وزملاؤه، 2005).

ثمرة الفول قرنية قشرتها جلدية مبطنة بزغب أبيض طولها يتراوح بين 8–40 سم وعرضها بين 1–3,5سم تحتوي على 1–8 حبات حسب الصنف، شكل القرن مستقيم يميل إلى الانحناء قليلاً، أخضر يميل إلى الاسمرار عند تمام النضج وإلى اللون الأسود إذا أخذ بالجفاف مأخذه، البذرة مستطيلة الشكل مدورة الحافة ومفلطحة تشبة الكلية العريضة نوعاً ما منها كبيرة الحجم التي يتراوح سطحها بين 2.6–3.2 / 1.6 – 1.8 سم^2 وصغيرة الحجم التي يتراوح سطحها بين 0.8–0.6/1.5–0.8 سم^2 ومتوسطة الحجم التي يتراوح سطحها بين 2.1–1.3/2.4–1.6 سم2. لونها سمني يميل إلى الاخضرار أو أخضر باهت عند بدء النضج ثم يميل إلى اللون البنفسجي الفاتح إذا تقدمت في النضج ، ذات فلقتين سميكتين بينهما الجنين(Oplinger *et al.*, 1989) , (knott *et al.*, 1994).

يبدأ إنبات البذرة على درجة من الحرارة تبلغ 4 م° كما أن فترة الإنبات تقدر بـ8–12يوماً تحت الظروف الطبيعية، أما قوة إنباته فتقدر بست سنوات تحت الظروف الطبيعية إلا أنه بعد مضي هذه المدة يتدرج بالضعف، تبدأ فترة النمو منذ ظهور البادرة فوق الأرض، وتمتد إلى 55–65 يوماً إلى تفتح آخر زهرة، تنقسم فترة النمو إلى فترة نمو خضري وأخرى فترة نمو

ثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الأخرى، تبدأ فترة الإزهار منذ تفتح أول زهرة على النبات حتى عقد آخر زهرة وتبلغ هذه الفترة 25–55 يوماً وتكون هذه الفترة في الأصناف المبكرة 20–29 يوماً وفي الأصناف المتأخرة 40–55 يوماً، أما الإثمار فيبدأ منذ عقد أول زهرة حتى نضج آخر ثمرة على النبات وتتراوح مدته بين 45–55 يوماً هذا وتتداخل مع فترة الإزهار وكذلك مع فترة النمو، تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة (ظهور أول ظلف على الحبة) حتى استكمال نضج آخر قرن على النبات ويبدأ هذا عند ظهور الاصفرار على عرش النبات، وتلك المدة تتراوح بين 45–60 يوماً، يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار والجزء الثاني مع فترة الإثمار والجزء الثالث يمتد حتى ميقات الكسر (حصاد الفول) (الخليفة والعثمان، 2001).

يلائم زراعة الفول الطقس المناسب لزراعة البقوليات بصورة عامة، إذ يزرع في طقس دافئ يميل إلى البرودة وينجح في وسط بيئة معتدلة حرارتها تتراوح بين 18–30 م° حيث أن الحرارة المنخفضة لا تصلح لنموه، فالصقيع يوقف نموه ويبيس أوراقه وأزهاره كما أن درجة الحرارة العالية تعارض سير التلقيح وتعارض تكوين الحبوب وتؤثر على نضج الثمار (كيال، 1988).

2–3– التصنيف النباتي للفول:

المملكة النباتية: plantae

الرتبة: Leguminalse

العائلة: Fabaceae

تحت العائلة: الفراشية Legumunaceae

الفصيلة: البقولية

الجنس : البيقية Vicia

النوع: الفول faba

الاسم العلمي : Vicia faba L (Duc, 1997) .

2-4- التركيب الكيميائي للفول الأخضر:

يزرع الفول الأخضر من أجل الحصول على قرونه الخضراء أو بذوره الجافة أو الخضراء، كما يزرع بغية استخدام قشوره في صناعة العلف الحيواني(رقية والبودي، 1997).

تحتوي حبات الفول الأخضر على 48% نشويات، 3% أملاح معدنية، 3% دهون، 2% غلوكوز، 16% ألياف ومواد أخرى و28% بروتين متميز بغناه بعديد من الأحماض الأمينية حيث يتواجد في بروتين الفول 18 حمض أميني يغلب فيها أحماض الغلوتاميك (15.16غ /100غ بروتين) الأسبارتيك (11.23غ /100غ بروتين) الآلانين (5.31غ /100غ بروتين) كأحماض أمينية غير أساسية، واللوسين (8.38غ /100غ بروتين) الليزين (7.09غ/100غ بروتين) الأرجينين (6.45غ /100غ بروتين) والفالين (5.01غ /100غ بروتين) كأحماض أمينية أساسية (Valencia *et al*., 2008).

يتميز الفول سواء الحبوب أو القشور بغناه بالفيتامينات المنحلة بالماء ولا سيما فيتامين C حيث يتواجد في حبوب الفول الأخضر بنسبة تصل إلى 23مغ /100غ فول كما يتواجد فيتامين B_3 بنسبة كبيرة تصل إلى 2.41مغ/100غ فول وفيتامين B_1 بنسبة 0.32 مغ/100غ فول وفيتامين B_6 بنسبة 0.26مغ/100غ فول وفيتامين B_2 بنسبة 0.17مغ/100غ فول، كما تتواجد فيه الفيتامينات المنحلة في الدسم ولاسيما فيتامين E حيث يتواجد هذا الفيتامين بنسبة 7.67مغ/100غ فول أما فيتامين K فنسبته تصل حتى 0.08مغ/100غ فول وفيتامين A تصل نسبته حتى 0.01مغ/100غ فول. تتواجد الأملاح المعدنية بوفرة في الفول وتشير الدراسات إلى غناه بالفوسفور (381 مغ/100غ فول) والبوتاسيوم (256مغ/100غ فول)

والمغنزيوم (125مغ /100غ فول) والكالسيوم (60 مغ/100غ فول) (داغستاني والبحرة، 2003)

يمتاز الفول بتركيبته الغنية بالفايتوستروجينات وهي المركبات التي تجعل من الفول خضاراً ممتازة فيما يخص الضبط الهرموني (Merghem *et al*., 2004)

2-5- الفوائد التغذوية والصحية:

يعتبر الفول من أغنى الخضار بالبروتين حيث يمكن أن تصل نسبته حتى 31% من الوزن الجاف (العثمان، 1996).

يخفف الفول من نسبة الكوليسترول في الدم بسبب غناه بالألياف التي تعمل على حجز المادة الصفراء الكبدية المشحونة بالكوليسترول فتحول دون امتصاصه من الأنبوب الهضمي، وبالتالي تمنع تراكمه على السطح الداخلي للأوعية الدموية، كما أن الفول غني بمادة الليسيثين (فوسفولبيد) التي تعمل على خفض الكوليسترول الضار LDL (Low Density Lipoprotein Cholestrol) في الدم بنسبة 9%،كما دلت دراساتهم على أن أكل حصة واحدة من الفول يومياً ولمدة 14 يوماً تكفي لخفض مستوى الكوليسترول في الدم بنسبة 10%، وهي نسبة جيدة خصوصاً إذا علمنا أن خفض الكوليسترول بمعدل 1% يساهم في إبعاد الاصابة بالأمراض القلبية الوعائية بنسبة 2% (Iqbal *et al*., 2006).

يتميز الفول اليابس على وجه الخصوص بأنه خير غذاء للمصابين بداء السكري، إذ أنه يمكنهم من الحفاظ على مستوى ثابت لسكر الدم والحيلولة دون تأرجحه صعوداً وهبوطاً، ويرجع الفضل في ذلك إلى احتوائه على السكريات المعقدة التي يمتصها الجسم ببطء، وهذا ما يسهم في وصول الغلوكوز إلى الدم ببطء وليس دفعة واحدة كما هي الحال مع السكريات البسيطة التي يمتصها

الجسم بسرعة فتخلق نوعاً من الـــفوضى في ضبط مستوى الســـكر في الـــدم (Magni *et al*., 2002)

أوضح باحثون أن الألياف الموجودة في الفول التي لا يمكن هضمها أو امتصاصها في الجهاز الهضمي للإنسان تقوم بامتصاص جزيئات السكر من على سطوحها الكبيرة نتيجة انتفاخها بالماء داخل الأمعاء الأمر الذي يساعد في تخفيف ارتفاع مستوى السكر في الدم. كما أنه يقاوم الإجهاد والتوتر الذي يصيب الجسم، ويعتقد أنه يحتوي على مركبات كيماوية معقدة تقاوم أمراض السرطان التي تصيب الفم، ويعمل على خفض ضغط الدم لدى النساء في مرحلة سن اليأس،كما يحتوي على مواد تقوي مناعة الجسم ضد الأمراض المختلفة وقشوره تكافح الإمساك (حمودة، 1993).

يساعد نقع 50– 60 زهرة من أزهار الفول وشرب المنقوع عدة مرات في اليوم على إدرار البول أما غلي لب الفول الأخضر وشرب كوبين من الماء المغلي فيساعد على التخلص من الحصيات الكلسية وتخفيف آلام الكليتين ويفيد المصابين بالحصى والتهاب الصفراء والكليتين والمثانة .(Vered *et al*., 1997)

يزود الفول الجسم بكميات لا بأس بها من الفيتامينات مثل فيتامين A المقوي للنظر والمفيد للبشرة وفيتامين B_3 حامي الجلد والدماغ وجهاز الهضم والفيتامين B_9 الضروري لتجديد كريات الدم الحمراء وفيتامين B_{12} المضاد لفقر الدم وفيتامين C المضاد للالتهابات(جانجي، 2005).

كما يعتبر الفول مصدراً جيداً للمعادن ومن بينها معدن البوتاسيوم المهم للقلب، والعضلات والحفاظ على الضغط الشرياني، وإضافة إلى البوتاسيوم يحتوي الفول على معادن أخرى مهمة للصحة كالحديد والمغنزيوم والصوديوم والكبريت والكالسيوم (داغستاني والبحرة، 2003).

يحتوي الفول على التانينات التي تتفاعل مع الكربوهيدرات والحديد في الوجبة الغذائية مكونة مركبات لا يستفيد الجسم منها مما يقلل من القيمة الغذائية للفول، ونظراً لأن هذه التانينات قابلة للذوبان في الماء فيفضل نقع الفول في الماء لمدة 12 ساعة قبل التدميس والتخلص من ماء النقع (Iqbal *et al*., 2006).

2-6- طرائق الحفظ:

إن الهدف الأساسي من عمليات تصنيع وحفظ الأغذية هو المحافظة على جودة الغذاء وعلى قيمته الغذائية، ويعتمد اختيار العملية التصنيعية أو طريقة الحفظ الملائمة على نوع الغذاء وصفات الجودة للمواد المراد المحافظة عليها وكذلك مدى تاثيرها على القيمة الغذائية والناحية الصحيـــة عند استهلاك الغـذاء (Menniti *et al*., 1986).

تشير الإحصاءات العالمية إلى أن نحو 25- 30% من الغذاء العالمي يفقد نتيجة لعوامل التلف والفساد المختلفة، ولذا زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بعمليات حفظ الغذاء سواء عن طريق تطوير الطرائق التقليدية أو استحداث طرائق مبتكرة تعمل على إنتاج أغذية على درجة عالية من الأمان من الناحية الميكروبيولوجية مع المحافظة على الخواص الغذائية والحسية الطبيعية لها بقدر الإمكان (Bin and Labuza, 1997).

إن عملية توفير الغذاء للإنسان بشكل مستمر تتطلب معرفة تامة به من حيث طرائق صناعته وحفظه. تتميز معظم الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية بسرعة الفساد مما يستلزم حفظها حرصاً على صحة الإنسان وتوفيراً لاحتياجاته الغذائية اليومية. وقد مارس الإنسان منذ وجوده على الأرض عملية حفظ الأغذية والأطعمة بغرض توفير ما يفي احتياجاته في أوقات الندرة ومواسم الجفاف، وقد كان التجفيف من أهم طرائق حفظ الأطعمة المستخدمة في العصور القديمة، ومع استمرار الحاجة لحفظ الأغذية فقد تطورت العلوم المرتبطة بهذا الجانب، وتم

تعريف حفظ الأطعمة بأنه عملية معالجة للأطعمة المتناولة بشكل يحافظ على طعمها وقيمتها التغذوية لأطول فترة ممكنة، وذلك بوقف أو إبطاء تلفها منعاً للأمراض التي تصيب الإنسان عن طريق تناول الغذاء (Foodborn Illnesses). تشمل عملية حفظ الأغذية منع نمو البكتريا والفطريات والكائنات الحية الأخرى، إضافة إلى إبطاء عملية الأكسدة التي تتعرض لها الدهون المسببة لتزنخ الأغذية. وتتضمن عمليات حفظ الأغذية الأكثر شيوعاً كل من التجفيف والتجميد والتعليب وغيرها من الطرائق (Fellows, 2000).

تعد الخضار من أكثر المواد التي تطبق عليها عمليتي التجميد، بغية توفيرها في جميع الأوقات، مع الحفاظ بنفس الوقت قدر الإمكان على طزاجتها وفوائدها. وتأمينها للمستهلك بأفضل جودة (Li and Da-Wen, 2002).

2-7- فساد الخضار:

أوضح (Fraser،2003) أن فساد الأغذية بشكل عام يسببه عاملين رئيسيين: العوامل الحيوية (مثل الإنزيمات والكائنات الحية الدقيقة وبعض الحيوانات كالحشرات والقوارض)، العوامل الكيماوية (مثل تفاعل معدن العلب مع مكونات الغذاء). ونظراً لاحتواء الخضار الطازجة على الرطوبة والكربوهيدرات و البروتين والدهن والرماد فإنها تمثل بيئة صالحة لتنشيط ونمو الأحياء الدقيقة التي تسبب فسادها، وتمثل البكتريا المسبب الرئيسي لفساد الخضار الطازجة نظراً لارتفاع نسبة الرطوبة فيها وانخفاض محتواها من الدهون والنيتروجين العضوي وعدم احتواء معظمها على مواد سامة أو مثبطة للنمو بالنسبة للبكتريا.

2-7-1- أهم أنواع الفساد الفطري في الخضار الطازجة:

من أهم أنواع الاصابات الفطرية في الخضار الطازجة التعفن الفطري الرمادي *Gray mold rot* يسببه الفطر *Botrytis cinerea* والذي يتميز الميسيليوم الخاص به باللون الرمادي. تقوم درجات الرطوبة النسبية المرتفعة ودرجات الحرارة الدافئة بتشجيع نمو الفطر، يظهر الفساد على شكل نمو فطري رمادي اللون على الأجزاء المصابة ويوجد أيضاًالتعفن

الحمضي أو المائي Sour,watery soft rot حيث يقوم الفطر *Geotrichum candidum* أساساً بإحداث هذا النوع من الفساد، يتواجد هذا الفطر في التربة وأنسجة ثمار الخضار والفاكهة المصابة والتالفة يخترقها من خلال الجروح والخدوش ولا يتمكن الفطر من غزو الثمار ذات القشرة السليمة، تعفن الريزوبس الطري Rhizopus soft rot والذي يسببه الفطر *Rhizopus stolonifer* بالاضافة لبعض الأنواع الفطرية الأخرى التابعة لنفس الجنس. تظهر الثمار وكأنها فقدت قوامها (قوام لين) كما تتميز بانبعاث رائحة غير مرغوب فيها،ومن المعتاد أن يقوم النمو الفطري لميسيليوم الفطر بتغطية سطح الثمار المصابة مع ظهور بعض النقاط سوداء اللون، تعفن الفيتو فورا Phytophora rot حيث تقوم أنواع مختلفة تابعة لجنس *Phytophora* بإحداث هذا النوع من الاصابات الفطرية وتحدث بمعدلات مرتفعة في الحقل قبل الحصاد وتختلف طريقة تأثيرها باختلاف نوع النبات المصاب، الانثراكنوز Anthracnose ، يظهر هذا النوع من الفساد على هيئة بقع أو مساحات صغيرة على الأوراق والثمار والبذور ويسببه *Colletrichum coccodes* وبعض الأنواع الأخرى التابعة لنفس الجنس ويعد من مسببات الأمراض الضعيفة للنباتات ويظل على قيد الحياة من موسم لآخر حيث ينمو على بقايا النباتات في التربة أو بذور بعض النباتات (تلي،1995).

2-8- التجميد :

يعتبر الحفظ بالتجميد من أهم الطرائق المستعملة لحفظ الكثير من الأغذية سريعة الفساد، يحافظ التجميد على معظم الخواص الطبيعية وعلى جودة الأغذية، يعرف التجميد وعملية التخزين المجمد بأنه عملية سحب الحرارة من المادة الغذائية حتى الوصول بها إلى حرارة التخزين المجمد، والاحتفاظ بهذه المادة في درجات تضمن بقاؤها في حالة التجمد (-18 مْ) أو أخفض من ذلك. وتهدف هذه العملية إلى خفض حرارة المادة الغذائية إلى درجة تحول دون تكاثر

البكتريا والفطريات فيها وفسادها، وإلى تثبيط نشاط الخمائر والأنزيمات التي تسبب بعض التغيرات في مكونات تلك المادة وفي التفاعلات الكيماوية كالأكسدة والإرجاع والتحلل (Lund, 2000).

فالغذاء المجمد بصورة صحيحة لا يضاهيه غذاء محفوظ بطريقة أخرى من حيث احتفاظه بصفاته كاللون والشكل والنكهة والطعم من حيث سهولة اعداده للاستهلاك ، ويحدث بالتجميد فقدان بمعدل بطئ وتدريجي في القيمة الغذائية خاصة الفيتامينات مثل فيتامين C (حامض الاسكوربـــيك Ascorbic acid) وهو من الفيتامينات الذائبة في الماء ويُوجد هذا الفيتامين في المصادر الطبيعية لا سيما الحمضيات ومعظم أنواع الخضار الخضراء الموســـمية (Johnston *et al*., 2006).

2-8-1- تاريخ التجميد:

عرف الإنسان منذ القدم طريقة حفظ الأغذية بالتجميد، ففي البلدان الباردة التي يكثر ويطول فيها تشكل الجليد كان يلجأ إلى وضع منتجاته الغذائية كاللحوم والأسماك وغيرها بين قطع الجليد بهدف حفظها لفترة طويلة (تلي، 1995).

تطورت طريقة حفظ الأغذية بالتجميد مع طريقة الحفظ بالتبريد، ففي عامي 1848 و 1861 منحت براءة اختراع في كل من انكلترا والولايات المتحدة الأمريكية لتجميد السمك، ومنذ ذلك الحين ازدهرت هذه الطريقة وتطورت تطوراً ملحوظاً وخاصةً عندما اكتشف Birdseye عام 1920 م طريقة التجميد السريع واستخدامها علمياً على نطاق واسع في حفظ الخضار والأغذية (سليق وعزيزية، 2011) .

2-8-2- أهمية التجميد كطريقة حفظ:

تتفوق طريقة التجميد على كل من طريقتي التعليب والتجفيف من ناحية الصفات الحسية والخصائص التغذوية، ويمكن تحقيق القيمة الغذائية العالية وأفضل جودة للمنتجات المجمدة باستخدام المواد الأولية الجيدة بالإضافة إلى ممارسات التصنيع الجيدة والمحافظة على درجات حرارة ثابتة أثناء تخزينها (Fennema, 1982).

تشكل الخضار المجمدة أكبر وأهم قسم من المنتجات المجمدة الأخرى في السوق، ولقد وصل معدل استهلاك الأغذية المجمدة في أكثر من 13 دولة عام 2000 إلى (11.1) مليون طن (Arthey, 1993).

كانت اللبنة الأولى في عملية التجميد باستخدام كمية قليلة من مكعبات الثلج دون الاعتماد على البرودة الطبيعية عام 1755، وتتابع تطوير طرائق التجميد وصولاً إلى العام 1917 حيث دخلت الخضار مجال التجميد وبصورة تجارية، ويعتبر اليوم التجميد الجسر الواصل بين المواسم الزراعية (Person and Löndahl, 1993)

يعتبر المخترع الأمريكي Clarence Bridseye الأول في القرن العشرين الذي طور عملية التجميد التي تحقق الهدف منها في حفظ الغذاء من الفساد والتدهور وابتدأ تطبيقاته على المنتجات البحرية وصولاً إلى التسويق التجاري للمنتجات المجمدة (Archer,2004).

إن عملية التطور التي حصلت في صناعة الخضار المجمدة جاءت بعد التطوير الذي تم في الأسس العلمية لعملية السلق وخطوات التصنيع الأخرى في عام 1940، وقد ساهم النجاح الذي حققه سلق الخضار المجمدة في إيقاف التدهور الناتج بفعل نشاط الأنزيمات في زيادة الإقبال على شراء المنتجات المجمدة (Barbosa *et al*., 2005).

ينفصل أثناء عملية تجميد الخضار معظم ماء المادة الغذائية ويتجمع على شكل بلورات ثلجية ضمن المسافات البينية للخلايا ويترسب قسم من الغرويات والبروتينات الذائبة وهي ظاهرة غير عكسية (العودة وزملاؤه، 1994) و(قاسم، 1988).

يجب حفظ الأغذية المجمدة على درجة حرارة ثابتة وغير متذبذبة (-18 مْ أو أقل) من أجل الحصول على الجودة الأفضل ، لأن الحفظ على درجة حرارة أعلى من (-18 مْ) يؤدي إلى تدهور صفات المادة المجمدة وقصر فترة حفظها وصلاحيتها، وكذلك التذبذب في درجات الحرارة يعمل على هجرة الرطوبة من داخل المنتج وتكاثفها فيما بعد على سطحه وتشكيل بلورات ثلجية على الغلاف الداخلي للعبوة، وهذا ما يلاحظ في بعض الأحيان في المنتجات التجارية المجمدة الموجودة في الأسواق (Schafer and Munson, 2009).

2-8-3- تأثير التجميد في القيمة الغذائية :

يتجلى تأثير التجميد في الأنزيمات بإبطاء نشاطها وحركتها، فبعضها يبقى نشطاً بشكل جزئي ويعمل على أكسدة الدهون كالليباز و الـPoly phenyl oxidase، ولقد وجد أن سرعة التحولات الأنزيمية عند درجة حرارة (- 20ْ) م تعادل 1% فقط من سرعة التحولات عند الدرجة (+20ْ) م، تتوقف طبيعة تغير البروتينات على سرعة عملية التجميد فالتجميد السريع يحافظ إلى حد كبير على صفات البروتينات على عكس التجميد البطيء، أما بالنسبة للكربوهيدرات فقد تحصل في الخضار المجمدة بعض التغيرات الكيميائية تتمثل في إرجاع السكروز، ارتفاع طفيف في الحموضة، وانخفاض في كمية المواد التانينية، غير أن الفاقد الكبير في المواد الكربوهيدراتية يحدث أثناء تحضير وتجهيز المواد الغذائية للتجميد، فقد تبين أن سلق البازلاء المعدة للتجميد يسبب فقد 19- 35 % من السكر الموجود فيها، كما يكون الفقد في العناصر المعدنية قليلاً أثناء التجميد ويتوقف على كمية السائل المنفصل أثناء الصهر لكن الضياع الرئيسي في

العناصر المعدنية وأملاحها يكون أثناء عملية سلق الخضار قبل تجميدها والتي تصل إلى 17-30%. وكذلك الأمر بالنسبة للفيتامينات فالبازلاء مثلاً تفقد 33-55% من فيتامين C أثناء سلقها قبل التجميد ويتأكسد جزء كبير، فتفقد الخضار المجمدة 80% منه وخاصة في طرق التجميد الهوائية (تلي، 1995)، والفول يفقد حوالي 26% من فيتامين C أثناء سلقه قبل التجميد (الحسيني، 2012).

2- 8-4- تأثير التجميد في الكائنات الحية الدقيقة:

لا يعتبر التجميد من وجهة نظر حفظ الأغذية من الوسائل الفعالة في إبادة الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، إلا أنها قادرة على خفض عدد الأحياء الدقيقة الموجودة في المادة الخاضعة للتجميد، ويعتمد تأثير التجميد في الكائنات الحية الدقيقة على عدة عوامل من أهمها نوع الكائن الحي الدقيق وتأثير حالته الفيزيولوجية حيث تمتاز البكتريا موجبة غرام الكروية *cocci* بدرجة مقاومة أعلى من البكتريا العصوية *bacillus* السالبة غرام، وإن طور النمو الذي تتواجد فيه الأحياء الدقيقة يمكن أن يؤثر أيضاً في مقاومتها للتجميد. ومن الواضح أن السلالة في طور النمو اللوغاريتمي تكون أكثر تأثراً بالتجميد منه في طور الثبات أو الطور البطيء، أما الأبواغ فهي أيضاً أكثر مقاومة للقتل بوساطة التجميد من الخلايا الخضرية، وتتحمل الخمائر والفطور التجميد بشكل أفضل من معظم أنواع البكتريا كما تؤثر درجة حرارة التجميد في قتل الأحياء الدقيقة ويبدو أنَ هناك درجة حرارة محددة تقضي على الأحياء الدقيقة بفعالية أكبر من درجات الحرارة الأخرى، وتقع هذه الدرجة من الحرارة بين -1 و-5 وهي أكثر قدرة على القتل من الدرجات الأخرى وعند تجاوز هذه الدائرة من درجات الحرارة فإنَ الفعل المثبط للحرارة يكون أقل، وإنَ التجميد السريع الذي يؤدي الى تجاوز هذه المنطقة من الحرارة يقتل نسبة أقل من الأحياء

الدقيقة الممكن قتلها فيما لو كان التجميد بطيئاً نظراً للمحافظة على المادة الغذائية ضمن هذه المنطقة لمدة أطول (Adams and Moss, 2000).

2-8-5- التغيرات التي تحدث للمادة الغذائية و الأحياء الدقيقة نتيجة عملية التجميد:

من أهم التغيرات التي تحدث للمادة الغذائية وخلايا الأحياء الدقيقة نتيجة عملية التجميد تحول الماء الحر من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة في صورة بلورات ثلجية، وبذلك ينخفض النشاط المائي ويصبح نمو الأحياء الدقيقة وتكاثرها صعباً في مثل هذا الوسط، كمايؤدي التجميد إلى ارتفاع درجة لزوجة المادة الخلوية كنتيجة مباشرة لتحول الماء الحر من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة في صورة بلورات ثلجية كمايحدث تغيرات في pH المادة الخلوية إذ أشارت الأبحاث أنَ تغيرات pH زيادة أو نقصاناً تراوحت بين 0.3- 2 ، وتحدث تغيرات عامة في الحالة الغروية للبروتوبلازم الخلوي، كما تحدث بعض عمليات الدنتره denaturation للبروتينات الخلوية ويسبب التجميد صدمة حرارية لبعض الأحياء الدقيقة و يؤدي إلى حدوث بعض الأضرار الميتابوليزمية(ضرر أيضي) لبعض الخلايا الميكروبية (Archer,2004).

2-8-6- إزالة حالة التجميد عن الأغذية المجمدة:

تختلف الأحياء الدقيقة في حساسيتها بالنسبة لعملية التجميد ويعتبر القلق الأساسي في عملية التجميد هو وجود أحياء دقيقة ومعاودة نشاطها أثناء فترة إزالة حالة التجميد عنها أكثر من عملية التجميد بحد ذاتها إذ أنه بعد إزالة التجميد تعود البكتيريا الموجودة في المادة إلى نشاطها وكذلك أيضاً إلى إفراز سمومها الممرضة، وبالتالي عند إعادة عملية تجميدها وإذابتها تكتسب هذه البكتيريا مقاومة أكبر لعملية التجميد وتسبب مخاطر لمستهلكي هذه المادة فيما بعد (USDA, 2010[a]) (Fraser,2003) (Archer *et al.*,1995)، وبصورة عامة لا تقتل عملية التجميد بشكل فعلي الأحياء الدقيقة حيث تقضي عملية السلق على معظم الأحياء الدقيقة

الموجودة والمتبقي منها يتباطأ نموه خلال فترة التخزين، ويبقى بصورة كامنة ليعاود نشاطه من جديد عند إزالة حالة التجميد ويتكاثر بأعداد كبيرة مسبباً فساد المنتج فيما بعد (Schafer and Munson, 2009). ويندرج تحت الأولويات التي لابد من الانتباه لها مع الأحياء الدقيقة الأنزيمات التي تسبب تغيرات في طعم الخضار غير المسلوقة، إضافة لما سبق فإن الضغوط التي تتعرض لها الجدران الخلوية لأنسجة الخضار مسببة تمزقها وتفاعلات اسمرار ميلارد الحاصلة خلال فترة التجميد قد تسبب أضراراً خلال فترة فك التجميد وغيرها من التغييرات، ومن أنماط التدهور التي تحصل في الخضار والفاكهة المجمدة فقدان الفيتامينات وفقدان في الطعم بسبب الأنزيمات إضافةً إلى قوام ورطوبة المنتج وصولاً إلى تغير اللون وتشكل البلورات الثلجية(Bin and Labuza,1997).

من طرائق إزالة حالة التجميد وضع المادة قبل ليلة في البراد، الإذابة بالماء البارد، الإذابة بالمايكروويف، والطبخ مباشرة (Da-Wen and Li,2002) , (Barbara,2003).

2-8-7- سلبيات التجميد:

تتعرض بعض البروتينات أثناء التجميد إلى الدنترة مما يقلل من قيمتها الغذائية، وفي حال عدم إتلاف أنزيم ليبوأكسيجيناز في الخضار فإنه يعمل على أكسدة الدهون الغير مشبعة، يصاحب التزنخ أكسدة الكاروتين وفيتامين A وبهذا قد يفقد جزء لا بأس به من هذا الفيتامين (المانع، 1998).

أكثر الفيتامينات تأثرا في الأغذية المجمدة هو فيتامين C، فهو قد يذوب في الماء أثناء تحضير الخضار والفواكه للتجميد، ففي الفول المجمد المغلف والمعرض لمعاملة السلق قبل التجميد كان الفاقد في فيتامين C حوالي 62% بعد شهر من التخزين المجمد، بينما وصل الفاقد بعد ثلاثة أشهر إلى 75% من الفيتامين (الحسيني، 2012).

ينخفض النشاط المضاد للأكسدة في الخضار المجمدة ففي البازلاء الطازجة يبلغ النشاط المضاد للأكسدة 70% بينما انخفض حتى 45% في االمسلوقة بمحلول ملحي 2% والمجمدة لمدة شهرين (طحلة وزملاؤه، 2011).

تتعرض بعض الخضار الورقية كالسبانخ وكذلك اللحوم المجمدة لما يسمى بحروق التجميد وهو جفاف الأغذية أثناء التجميد، ويؤدي إلى تغير في الشكل الظاهري ونقص في الوزن وظهور تغيرات غير مرغوبة تحدث على السطح حيث يتلون باللون البني مصحوباً بتغيرات في الطعم وأكسدة الدهون. وسبب الجفاف هو تصاعد رطوبة الغذاء في صورة بخار ماء لتعويض الفقد في الرطوبة النسبية في وسط الثلاجة ولإحداث اتزان بين رطوبة الغذاء و رطوبة الجو المحيط به (Baardsetha, 2003).

2-8-8- فساد الخضار المجمدة :

عند حدوث الحالات الطارئة مثل انقطاع التيار الكهربائي أو إبقاء باب المجمدة مفتوحاً او أي عطل آخر فإن الخضار والأغذية الموجودة فيها تكون عرضة للفساد ولاسيما إذا ارتفعت درجة الحرارة أكثر من4°م لأكثر من ساعتين بالنسبة للأطعمة الحساسة كاللحوم ومشتقات الألبان ومن ثلاث ساعات حتى أربعة في الخضار المجمدة، يمكن إعادة تجميد الخضار إذا أشارت درجة حرارة المجمدة عند رجوع التيار الكهربائي إلى 4 درجات مئوية ومادون أو إذا بقي عدد لا بأس منه من بلورات الثلج حول الخضار. ويمكن تدارك الحالة بوضع ثلج جاف أو كتل ثلجية، وكلما كانت الثلاجة ممتلئة كان أفضل في هذه الحالات ما لم تصل إلى حد الإشباع (حسن، 2007).

2-9- المعاملات الأولية:

2-9-1- عملية السلق:

تعدعملية السلق من الخطوات المهمة التي تتعرض لها الخضار قبل التجميد ، حيث لوحظ أن جودة الخضار المسلوقة (من ناحية المظهر، النكهة) المعدة للتخزين المجمد، كانت أفضل من الخضار غير المسلوقة (USDA, 2004).

عرف السلق بأنه عملية حرارية بواسطة الماء الساخن أو البخار، على درجة حرارة محددة لفترة زمنية محددة بحسب نوع الخضار التي تتعرض لها من أجل تثبيط الأنزيمات الموجودة ضمن المادة التي تسبب التغيرات غير المرغوبة أثناء المعالجة والتخزين للمنتجات (Holdsworth, 1983) (Paul *et al*., 2009).

يمتلك السلق بالإضافة إلى ذلك العديد من المزايا كثباتية اللون وتحسين القوام من خلال تطرية الأنسجة وجعل الجدار الخلوي أكثر نفاذية للماء، وتخفيض التلوث الميكروبي، ولابد من إجراء عملية تبريد مباشرة، ومن عيوب السلق في الماء على درجة حرارة (90 – 100 مْ) الفقد الحاصل لبعض المركبات الغذائية حيث تقل نسبة المواد الذائبة والحساسة في المواد المجففة كالفيتامينات والأملاح، ولذا يفضل التحكم بدرجة حرارة السلق وفترته الزمنية بحيث تكون كافية لتثبيط الأنزيمات وتبريد الخضار التي سلقت بواسطة تيار من الماء البارد لمنع زيادة السلق مباشرة (Barbosa *et al*.,2005).

يلجأ إلى سلق الخضار بحرارة عالية كافية لتثبيط أنزيم البيروكسيديز والكاتالاز. حيث يعد البيروكسيديز وبولي فينول أوكسيداز والكاتالاز الأنزيمات الأساسية التي تسبب خسارة في جودة الخضار بفعل تدهور الفينولات التي تعمل على أكسدتها (Toma and Espı,2001). لذلك يستخدم هذين الإنزيمين كمعيار لتحديد كفاءة وجودة عملية السلق، وذلك عبر الكشف عن

أنزيم الكاتالاز Catalase وهو أقل مقاومة للحرارة من أنزيم البيروكسيديز Peroxidase حيث يعد البيروكسيديز من الأنزيمات المقاومة للحرارة (USDA, 2010[a]).

درس (Sava *et al*.,2004) الفاصولياء الخضراء المسلوقة والمخزنة بصورة مجمدة لتحديد أنزيمي البيروكسيداز والليبوأوكسجيناز كمؤشر على جودة السلق، وظهركنتيجة للدراسة أنه بعد السلق على 70مْ لمدة 2 دقيقة كان نحو 90 % من الليبوأوكسجيناز قد تثبط بينما البيروكسيديز تتطلب 90مْ لمدة 3 دقائق ليتعطل نحو 90 % منه وبالتالي تم المحافظة على صفات الفاصولياء خلال فترة التخزين المجمد.

أوضح (Anderson and Roberts, 2004) أن عملية السلق تعطل أنزيم البيروكسيداز وتمنعه من معاودة نشاطه حتى لو بعد فترة 4–6 أشهر خلال التخزين المجمد.

وجد (Sergio *et al*.,2009) أن أفضل pH لعمل البيروكسيداز ضمن رووس الأرضي شوكي هو 5.5.

أكدت (عبد العزيز، 2012) أن عملية السلق للأرضي شوكي قبل التجميد والتعليب باختلاف المدة الزمنية المطبقة كانت فعالة في القضاء على الأنزيمات المسببة للتلونات الناتجة عن الاسمرار الأنزيمي في أقراص الأرضي شوكي خاصة أنزيمي الكتالاز والبيروكسيديز. كذلك بينت النتائج أن عملية السلق لفترة (10، 20) دقيقة ساهمت في زيادة مستوى المركبات البيولوجية الفعالة.

وتساعد عملية السلق على الاحتفاظ بلون الخضار خصوصا اللون الأخضر بشرط أن لا تتم عملية السلق ضمن وسط مرتفع الحموضة إذ أن انخفاض درجة تركيز أيون الأيدروجين قد يؤدي إلى تكسير الكلوروفيل (يازجي وعزيزية، 2010).

أظهرت التجارب التي قام بها (Ingham,1994) أهمية اجراء المعاملة الحرارية (السلق) للخضار قبل تجميدها لما لها من تأثير ايجابي في تقليل النمو الميكروبي وتقليل نشاط الأنزيمات الذاتية المسؤولة عن تحطيم المغذيات وتغير اللون والقوام والنكهة، إلا انها تؤدي الى فقدان نسبة أكبر من الفيتامينات ، فتعريض الخضار القرنية كالفول الأخضر الى عمليات الطبخ أو السلق يؤدي الى فقدان الفيتامينات الذائبة في الماء لا سيما فيتامين C بنسبة تصل حتى 40%(USDA, 2005).

2-9- 2- إضافة الأملاح والسكر:

يرافق عملية السلق من أجل تحسين أدائها إضافة بعض المركبات والمحاليل الملحية بدلاً من استخدام الماء بدون إضافة للسلق، فمثلاً لسلق الأرضي شوكي يتم إضافة 0.5 % حمض الستريك لماء الغمر من أجل تخفيض pH الوسط وبالتالي تخفض من مقاومة الأنزيمات للتخثر الحراري، وكذلك إضافة مركبات كيميائية لماء السلق مثل كلوريد الكالسيوم من أجل المحافظة على قوام متماسك للخضار المعدة للتجميد، وتعد مفيدة إن تم إضافته بالنسب الموصى بها(Archer and Kennedy, 1998) (Revilla *et al*.,2004).

وجد (Seow and Lee, 1997) أن إضافة ملح كلوريد الكالسيوم لماء السلق والسلق على درجة حرارة منخفضة، فعالة في الحفاظ على قساوة نسيج الخضار التي تطرى بفعل عملية السلق وإعطاؤها شكلاً جيداً خلال عملية التعليب .

وجد (طحلة وزملاؤه، 2011) أن سلق البازلاء بمحلول ملحي (1%من ملح الطعام NaCl) لمدة 2 دقيقة أدى إلى رفع نسبة الفينولات من 150ملغ/100غ إلى 170 ملغ/100غ مما يزيد من النشاط المضاد للأكسدة ويفسر ذلك بأن الحرارة أدت إلى تفكك بعض المكونات الكيميائية مشكلة زيادة في كمية الفينولات الكلية .

أظهرت الدراسات التي قام بها(يازجي وعزيزية،2010)، في تأثيرالمعاملات الأولية في نوعية السبانخ خلال التخزين المجمد لمدة 120 يوماً إلى أن أفضل المعاملات المطبقة على السبانخ الطازجة هي السلق لمدة 5 دقائق على درجة حرارة 90 م° وإضافة ملح الطعام 3% تلتها معاملة السلق لمدة 5 دقائق على درجة حرارة 90 م° دون إضافة ملح الطعام وذلك مقارنة بعينة الشاهد التي بقيت بلا معاملة.

قامت (الحسيني ،2012) بدراسة تأثير السلق والتغليف على محتوى فيتامين C في الفول الأخضر واللوبياء الخضراء المجمدة لفترات مختلفة،حيث تمت دراسة التركيب الكيميائي (الرطوبة ،البروتين ،الدهن ،الرماد) للفول الأخضر واللوبياء الخضراء ،وأظهرت النتائج أن نسبة الرطوبة والدهن مرتفعة في الفول الأخضر مقارنة باللوبياء ،بينما كانت نسبة البروتين والرماد أعلى في اللوبياء مقارنة بالفول الأخضر وأثبتت النتائج امكانية تجميد الفول الأخضر واللوبياء مع احتفاظهما بنوعيتهما العالية لمدة تمتد الى ثلاثة اشهر ،على الرغم من حصول انخفاض في نسبة فيتامين C خلال مدة التجميد علماً بأن نسبة الفقد في اللوبياء كانت اكثر منها في الفول الأخضر.

الفصل الثالث

المواد وطرق العمل

MATERIALS AND METHODS

3- مواد البحث وطرائق التحليل:

3-1- مواد البحث:

3-1-1- جمع وتحضير العينات:

أحضرت عينات الفول الأخضر مباشرة من احدى مزارع مدينة دمشق، وأجريت عملية فرط لقرونه ثم تنظيف حبات الفول من ثم درجت حسب حجمها إلى كبيرة ومتوسطة وصغير الحجم ، وأخضعت بعدها لعملية السلق(الشكل 1).

3-1-2- تحضير محاليل عملية السلق:

حُضرت المحاليل المائية المعدة للسلق باستخدام تركيز 2% من ملح الطعام أو تركيز 2%من السكر (السكروز) أو كلاهما، ويوضح الجدول (1) نسب إضافة كل من السكر والملح، علماً بأنه تم تسخين المحاليل قبل إضافة العينات لها.

3-1-3- معاملة السلق:

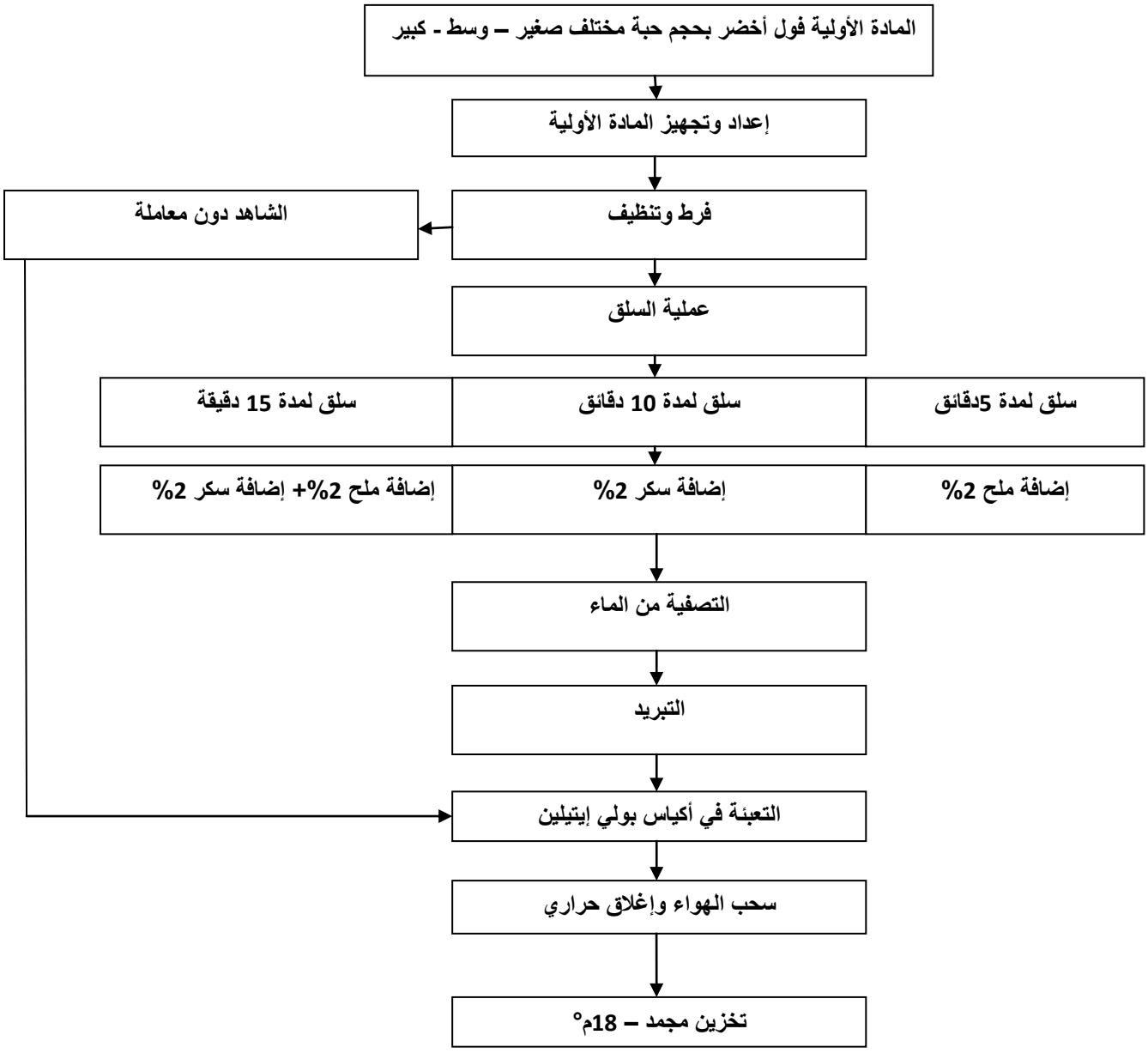
أضيفت عينات الفول لمحاليل السلق المحضرة أعلاه، وأجريت عملية السلق في وعاء من الستانلس الستيل على نار متوسطة لثلاث فترات زمنية (5 دقائق للحبات الصغيرة (ص) - 10دقائق للمتوسطة (و)- 15 دقيقة للكبيرة(ك)).

جدول (1) حجم حبات الفول والمعاملات الأولية المطبقة عليها

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
حجم الحبة	ص	و	ك	ص	و	ك	ص	و	ك	ص	و	ك
السكر%	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0
الملح %	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2
زمن السلق(د)	0	0	0	5	10	15	5	10	15	5	10	15

3-1-4- التجميد والتخزين المجمد:

بردت عينات الفول مباشرة بعد عملية السلق بالماء المثلج لإيقاف استمرار عملية السلق وتصفيتها من الماء الزائد، وعبئت العينات بأكياس من البولي ايثيلين مع ترك فراغ بسيط مراعاة لازدياد الحجم بعد التجميد تلى ذلك إغلاقا محكما لهذه الأكياس بواسطة اللحام الكهربائي مع وضع بطاقات التعريف على كل عبوة ثم جمدت العينات لمدة 6 أشهر على درجة حرارة -18مْ، وهي الحرارة نفسها التي تمت خلالها عملية التخزين المجمد.



الشكل(1) مخطط العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير الفول المجمدة

3-2- طرائق التحليل:

3-2-1- دراسة التركيب الكيميائي:

قدر البروتين، الدهن، الرطوبة والرماد وفق (AOAC, 2006).أما نسبة الكربوهيدرات قدرت من خلال المعادلة التالية:

%الكربوهيدرات = [100 – (% الرطوبة + % الرماد + %البروتين + %الدهن)].

قيس pH العينات بواسطة جهاز إلكتروني مخبري pH (3510 / pH meter Jenway) meter بريطاني .

3-2-2- دراسة المحتوى الميكروبي:

3-2-2-1- الأحياء الدقيقة التي تم التحري عن وجودها هي كالتالي:

1- التعداد العام للأحياء الدقيقة.

2- بكتريا الكوليفورم و *E.coli*.

3- البكتريا المحبة للبرودة *Pseudomonas*.

4- البكتيريا اللاهوائية.

5-الخمائر والفطور.

3-2-2-2- البيئات المستخدمة:

3-2-2-2-1- بيئة العد الكلي Plate Count Agar:

استخدمت للتعداد الكلي للأحياء الدقيقة، حيث وزن 20 غراماً من البيئة الجاهزة المصنعة وحُلَّ في 1000 مل من الماء المقطر وسُخِّنت حتى الذوبان الكامل، وعقمت بالأوتوغلاف على درجة 121 مْ درجة مئوية لمدة 15 دقيقة بإتباع طريقة الأيزو (ISO 4833, 2003).

3-2-2-2-2- بيئة الآغار البنفسجي الأحمر والأصفر (V.R.B.A Violet Red Bile agar): لعد بكتريا الكوليفورم حضرت بإذابة 40 غراماً من البيئة الجاهزة المصنعة في

1000 مل من الماء المقطر، وعقمت على الدرجة 100 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة مع ملاحظة أن هذه البيئة لا تتحمل التعقيم الشديد، ومن ثم توضع في البراد (ISO 4831,4832, 2006).

3-2-2-2-3- بيئة Brilliant Green Bile Broth 2%:

لعزل وعدِّ بكتريا *E.coli* للفحص التأكيدي حيث تم إذابة 40 غراماً من البيئة الجاهزة المصنعة إلى 1000مل ماء مقطر ، وتم إضافتها لأنابيب اختبار تحتوي على أنابيب درهام، وعقمت بالأوتوغلاف لمدة 15 دقيقة وعلى درجة حرارة 121مْ (ISO 4831,4832, 2006).

3-2-2-2-4-بيئة ديكستروز البطاطا (Dextrose Potato agar):

لعدِّ الفطور والخمائر حضرت بوزن 39غراماً من بيئة ديكستروز البطاطا الجاهزة ثم أكمل الحجم بالماء المقطر إلى 1000 مل، وسخنت ببطء على جهاز مغناطيس كهربائي حتى الذوبان الكامل ثم عقمت بالأوتوغلاف لمدة 15 دقيقة وحرارة 121 مْ وضغط جوي 1.5 بار (ISO 6611, 2004).

3-2-2-2-5- بيئة Cetrimide **للكشف عن بكتريا** *Pseudomonas*:

حضرت بإذابة 45.3 غراماً من البيئة الجاهزة المصنعة في 1000 مل ماء مقطر دافئ، مع إضافة 10 مل من الغلسيرول للبيئة، ثم عقمت بالأوتوغلاف لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 121 مْ (ISO 13720, 2010) .

3-2-2-2-6- Thioglycollate Agar:

للكشف وعد البكتريا اللاهوائية، أذيبت 30غراماً من البيئة الجاهزة المصنعة في 1000 مل ماء مقطر وأضيف لها 15غراماً أغار، وبعد تسخين البيئة وزع 9 مل من البيئة في أنابيب اختبار ذات غطاء، وبعد ذلك عقمت الأنابيب بالأتوغلاف عند درجة حرارة 121مْ ولمدة 20 دقيقة (ISO 7937, 2004).

3-2-3-الكشف عن نشاط أنزيمي الكتالاز والبيروكسيديز للتأكد من كفاءة عملية السلق:

حدد النشاط الأنزيمي بالكشف عن وجود أنزيم الكتالاز Catalase الذي يعتبر أقل مقاومة للحرارة من أنزيم البيروكسيديز Peroxidase ويكشف عن أنزيم Catalaese بأخذ 2غ من العينة وخلطها وتجزئتها ووضعها في أنبوب اختبار وأضيف 20 مل ماء مقطر، وبعد النقع لمدة 15 دقيقة يضاف 0.5 مل من 0.5% محلول فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 وعند ظهور فقاقيع من غاز الأوكسجين تدل على وجود أنزيم الكتالاز.

2H2O2 + Catalase ⟶ 2H2O2 + O2

تم الكشف عن Peroxidase بتجهيز العينة كما سبق وبعد النقع لمدة 15 – 20 دقيقة أضيف 0.5 مل من 0.5 % H_2O_2 و0.5 مل من 0.5 % محلول الجوايكول Guaiacol (2-methoxy phenol) في محلول كحولي 50 % فإن لم يحدث للقطع تغيير في اللون بعد 15 دقيقة يعد الاختبار سالبا، أما إذا كان موجباً يعطي بعد 3 دقائق لون أحمر أو بني محمر، يستخدم مركب الجوايكول كصبغة أو دليل في التفاعلات الكيميائية حيث يحول O_2 الموجود ضمن الوسط الجوايكول إلى اللون البني (Dorfner وزملاؤه،2003).

$$RH_2 + H_2O_2 \xrightarrow{\text{البيروكسيديز}} R + 2H_2O$$

$$4\ \text{Guaiacol} + 2H_2O_2 \xrightarrow{\text{البيروكسيديز}} \text{Tetraguaiacol} + 8H_2O$$

(brown)

3-2-4- التقييم الحسي:

قيمت الصفات الحسية لمعاملات الفول المدروس قبل وبعد فترات التخزين بوساطة لجنة تذوق مكونة من 7 أشخاص مدربين لإجراء الفحوص الحسية حيث استخدمت طريقة Hedonic Scaleبحيث تعطى لكل صفة 5 درجات

.(Lawless and Heymann,1999)

3-2-5- التحليل الإحصائي:

1- صممت التجربة كتجربة عاملية لقطاعات عشوائية كاملة وتم إجراء جميع التحليل الإحصائي بثلاث مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات ± الانحراف المعياري.

اجري اختبار التوزع الطبيعي Test for Normality باستخدام اختبار Anderson-Darling Test و تم مقارنة المتوسطات في الإختبارات الميكروبية على مستوى ثقة P <0.01

2- اجري اختبار تحليل التباين (ANOVA) باستخدام طريقة General Linear Model ثم تبعت باختبار Tukey لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة 5% (p ≤0.05).

3- تم إجراء جميع التحاليل الإحصائية السابقة باستخدام برنامج Minitab 14 software package (Minitab Inc., USA)

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

RESULTS AND DISCUSSION

4- النتائج والمناقشة:

4-1- نتائج التحليل الكيميائي لعملية تجميد الفول

يعد التحليل الكيميائي لأي منتج أو مادة غذائية أمراً ضرورياً للتعرف على تركيبته وقيمته الغذائية ومدى مطابقته للمواصفة القياسية والجدير بالذكر أن التركيب الكيميائي يمر بتقلبات كبيرة متاثراً بجملة من العوامل على سبيل المثال مرحلة نضج الثمار التي تؤثر بشكل كبير على نتائج التحليل الكيميائي، كذلك مدى توفر المغذيات في التربة ودرجة حرارة البيئة ، لذا فالثمار لها تركيب كيميائي مختلف اعتماداً على أيام السنة، وقد أكدت العديد من الدراسات هذه الحقيقة ولذلك فان تفاوت القيم لكل من الرطوبة والبروتين والدهن والرماد بين البقوليات المدروسة مع مثيلاتها في الدراسات السابقة يعود الى الاختلاف في الأصناف والظروف المختلفة التي تحيط بالتجربة (Yuming *et al*, 2003).

4-1-1 - الرطوبة:

تشير نتائج الجدول (2) والمخطط (2) لنسبة البروتينات للفول خلال عملية تجميده إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$) حيث تراوحت قيم الرطوبة بين 58.5% و85%. خفضت فترة الحفظ المحتوى الرطوبي للشاهد ($p< 0.05$)، ويفسر ذلك بفعل هجرة الرطوبة وتصاعدها من ضمن المادة وصولا للسطح الخارجي لها لإحداث توازن وتعويض الفقد في الرطوبة النسبية الحاصل في وسط الثلاجة والمادة الغذائية (عزيزية والمغربي،2012)، بينما لم يكن هنالك فرق معنوي بين طريقة التجميد وإزالة حالة التجميد بالنسبة للرطوبة، بينت نتائج الجدول (2) ارتفاع نسبة الرطوبة في العينات التي تم معاملتها بالسلق عن عينات الشاهد قبل التجميد وقد فسر الأمر باكتساب حبات الفول لجزء لا بأس به من ماء السلق مع زيادة المدة

الزمنية لعملية السلق مما أدى إلى الزيادة في النسبة المئوية للرطوبة (Pereira lima *et al.*, 2009).

بينت النتائج في الجدول (2) أن عينات الشاهد غير المعاملة حرارياً(الحجم الصغير والمتوسط لحبات الفول) لم يكن فيها أي فروق معنوية في النسبة المئوية للرطوبة طيلة مراحل التجميد بينما ظهرت الفروق المعنوية في حالة حبات الفول الكبيرة في عينة الشاهد وفسر ذلك باتساع السطح النوعي لحبوب الفول الكبيرة الذي أدى إلى هجرة كمية أكبر من الرطوبة من داخل الحبة إلى السطح أثناء التجميد أو بعدإزالة التجميد والعودة إليه ويفسر ذلك بفعل هجرة الرطوبة وتصاعدها من ضمن المادة وصولاً للسطح الخارجي لها لإحداث توازن وتعويض الفقد في الرطوبة النسبية (ظاهرة جيبس توازن الأطوار)، الحاصل في وسط التجميد والمادة الغذائية (عزيزية والمغربي،2012)، وأظهرت النتائج بالنسبة للعينات المعاملة بالتجميد أن عامل إضافة الملح والسكر كان مسؤولاً عن انخفاض الرطوبة بعد التجميد بشكل معنوي ($p < 0.05$) ، يفسر ذلك بمساهمة الملح في الحفاظ على القوام المتماسك للفول وبالتالي خفض قابلية المنتج من اكتساب جزء من ماء السلق وهذا يتوافق مع ما توصل له العالمان (Seow and Lee,1997). بينما لوحظ خلال فترة السلق وخاصة فترة 10 و15 دقيقة أن العينات قد ارتفعت فيها النسبة المئوية للرطوبة ويفسر ذلك بفعل امتصاص جزء من ماء السلق من قبل العينات أثناء سلقها وهذا يتوافق مع ما توصل له (Pellegrini *et al*., 2010)

لوحظ أيضاً من الجدول (2) أن أكبر فقد في النسبة المئوية للرطوبة تحقق عند إزالة التجميد والعودة إليه بعد ستة أشهر بالنسبة لمعظم العينات المعاملة حرارياً، وغير المعاملة(الشاهد) كما لوحظ أن نسبة الفقد انخفضت في

المعاملة (سلق +2% سكر) لمدة (5 و10 و15) دقيقة وقد فسر الأمر بقدرة السكر على تأخير ظاهرة هجرة الرطوبة والتقليل من الفقد الحاصل فيها.

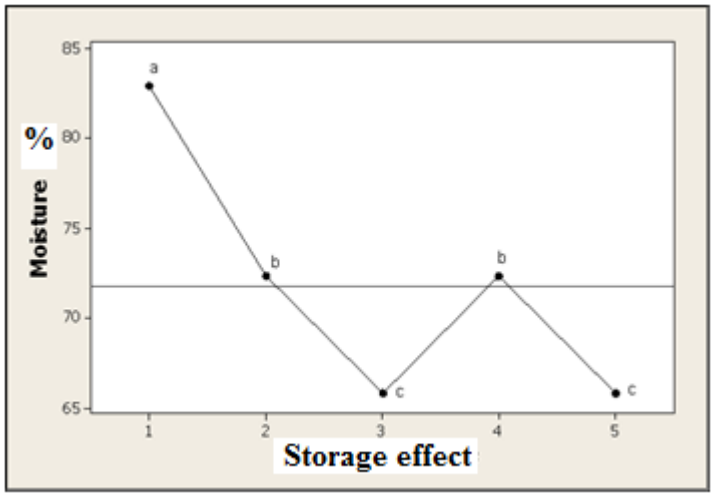
بينت النتائج أيضاً في حالة حبات الفول الكبيرة والمعاملة بالسلق 15 دقيقة والمضاف لها الملح فقط بنسبة 2%أن هناك تفاوت كبير في نسبة الرطوبة في مختلف مراحل التجميد وقد فُسر الأمر بزيادة السطح النوعي للحبة وبمساهمة الملح في الحفاظ على القوام المتماسك للفول بارتفاع التركيز المضاف وبالتالي خفض قابلية المنتج من اكتساب جزء من ماء السلق وهذا يتوافق مع ما توصل له العالمان (Seow and Lee,1997).

يتضح من الشكل (2) تساوي الفروق المعنوية بين المتوسطات في حالة التجميد لثلاثة أشهر وفي حالة العودة للتجميد بعد ثلاثة أشهر من إزالته كما تساوت الفروق المعنوية بين المتوسطات في حالة التجميد ستة أشهر وفي حالة العودة للتجميد بعد ستة أشهر من إزالته الأمر الذي تم تفسيره بهجرة الرطوبة وتصاعدها من ضمن المادة وصولاً للسطح الخارجي تحتاج لنفس الزمن لإحداث توازن وتعويض الفقد في الرطوبة النسبية (ظاهرة جيبس توازن الأطوار)، الحاصل في وسط التجميد والمادة الغذائية (عزيزية والمغربي،2012).

الجدول (2) التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للرطوبة في الفول المجمد

العينة	الرطوبة قبل التجميد%	الرطوبة بعد التجميد 3 شهر%	الرطوبة بعد تجميد6 شهر%	الرطوبة 3 شهر إزالة تجميد%	الرطوبة 6 شهر إزالة تجميد %
1	81.89 ±0.0200 [a]	72.00± 0.1002 [a]	71.12±0.1250 [a]	72.00 ±0.1200 [a]	71.00 ±0.1000 [a]
2	80.50 ±0.0300 [b]	69.91± 0.1450 [b]	67.30 ±0.3000 [b]	70.03 ±0.0577 [b]	67.28±0.2778 [b]
3	80.38 ±0.3902 [b]	67.90±0.1000 [c]	65.90 ±0.4000 [c]	68.00 ±0.2000 [c]	66.03 ±0.0577 [b]
4	83.76 ±0.6200 [c]	81.01 ±0.0173 [d]	78.40±0.1550 [d]	81.30 ±0.0500 [d]	78.70± 0.0751 [c]
5	84.70 ±0.3000 [d]	77.56± 0.0500 [e]	72.09±0.0902 [a]	77.25 ±0.0500 [e]	72.00 ±0.3000 [a]
6	85.00± 0.3000 [e]	75.30±0.1050 [e]	69.40 ±0.0503 [b]	75.03±0.0577 [f]	69.47 ±0.5033 [d]
7	82.43 ±0.4509 [a]	74.46± 0.1400 [e]	61.55 ±0.0950 [e]	74.00±0.1350 [f]	61.46 ±0.0651 [e,f]
8	83.067 ±0.2517 [c]	72.20± 0.0500 [a]	60.40 ±0.1350 [e]	72.50± 0.0451 [a]	60.20 ±0.0500 [e]
9	84.01± 0.4400 [d]	68.18 ±0.2219 [b]	59.49 ±0.2851 [eg]	68.13± 0.0700 [c]	60.04 ±0.0513 [e]
10	82.11 ±0.1153 [a]	72.08±0.0755 [a]	62.7 ±0.0700 [f]	72.24 ±0.0451 [a]	62.65 ±0.0850 [f]
11	82.97 ±0.4537 [c]	70.55 ±0.2050 [b]	61.87 ±0.1301 [e,f]	70.45± 0.0451 [b]	62.07± 0.1155 [f]
12	83.70 ±0.2001 [c]	66.05 ±0.0503 [c]	58.70±0.3000 [g]	66.30 ±0.1450 [g]	58.50± 0.0351 [g]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (0.05>p).



المخطط (2) منحني تطورالنسبة المئوية للرطوبة مع اختلاف طرق التجميد

1-الرطوبة قبل التجميد،2-الرطوبة بعد تجميد3 شهر،3-الرطوبة بعدتجميد 6 شهر

4- الرطوبة بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5-الرطوبة بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-1-2- البروتين:

تشير نتائج الجدول (3) والمخطط (3) لنسبة البروتينات للفول خلال عملية تجميده إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$) حيث أثرت جميع المعاملات المطبقة بشكل معنوي ($p<0.05$) على نسبة البروتين في العينات المدورسة وتراوحت قيم البروتينات للعينات بين 4.24% – 11.74%، كما ارتفعت النسبة المئوية للبروتين في العينات مع التقدم بعملية الحفظ المجمد، وكانت أكثر العينات ارتفاعاً في نسبة البروتينات أقلها رطوبة (Ikeda and Ibaraki, 1998) (Wang *et al*., 2001). بينما لم يكن هنالك فرق معنوي بين طريقة التجميد ستة أشهر وإزالة حالة التجميد بعد ستة أشهر وكذلك التجميد وإزالة التجميد بعد ثلاثة أشهر.

وأظهرت النتائج للعينات المعاملة ارتفاع نسبة البروتينات مع ازدياد زمن السلق حيث أن العينات المسلوقة لمدة 15 دقيقة كانت الأعلى في نسبة البروتين ولاسيما العينة(12) (فول حجم كبير مسلوق لمدة 15 دقيقة مضاف إلى ماء السلق ملح بنسبة 2%) وهذا يتوافق مع ماوصل إليه (Lutz *et al*., 2011) ولكنه يختلف عما توصل إليه (Pereira lima *et al*., 2009).

أظهرت النتائج أن عامل إضافة الملح والسكر كان مسؤولاً عن ارتفاع نسبة البروتينات وبشكل معنوي ($p <0.05$) وقد فسرذلك بقدرة الملح والسكر في الحفاظ على القوام المتماسك للفول وبالتالي خفض قابلية المنتج من اكتساب جزء من ماء السلق وارتفاع رطوبته وهذا يتوافق مع ما توصل له (Walter *et al*.,1995).

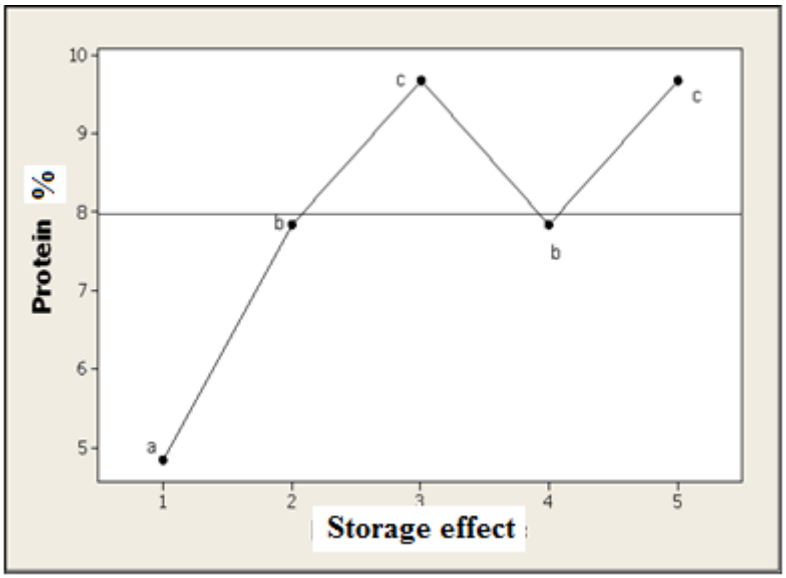
يتضح من المخطط (3) تساوي الفروق المعنوية بين المتوسطات في حالة التجميد لثلاثة أشهر وفي حالة العودة للتجميد بعد ثلاثة أشهر من إزالته كما تساوت الفروق المعنوية بين المتوسطات

في حالة التجميد ستة أشهر وفي حالة العودة للتجميد بعد ستة أشهر من إزالته الأمر الذي تم تفسيره بأنه لاتأثير معنوي لإزالة التجميد والعودة إليه على النسبة المئوية للبروتينات بسبب أن ظاهرة الدنترة ظاهرة غير عكوسة وهذا يتوافق مع ما ذكره (حمد،1992).

الجدول (3) التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للبروتين في الفول المجمد

العينة	البروتين قبل التجميد%	البروتين 3 أشهرتجميد %	البروتين 6 أشهرتجميد%	البروتين 3 شهرإزالة تجميد%	البروتين 6 شهر إزالة تجميد %
1	5.12±0.01 [a]	7.92 ±0.03 [a]	8.17 ±0.04 [a]	7.92 ±0.03 [a]	8.20 ±0.03 [a]
2	5.51± 0.01 [a]	8.51 ±0.04 [b]	9.25 ±0.08 [b]	8.47 ±0.02 [a,b]	9.25 ±0.08 [b]
3	5.55 ±0.11 [a]	9.08 ±0.03 [c]	9.65 ±0.11 [b]	9.05 ±0.06 [b]	9.61 ±0.02 [b]
4	4.59 ±0.18 [b]	5.37±0.00 [d]	6.11 ±0.04 [c]	5.29± 0.01 [c]	6.02 ±0.02 [c]
5	4.33 ±0.08 [b]	6.35± 0.01 [e]	7.89±0.03 [d]	6.43 ±0.01 [c]	7.92± 0.08 [a]
6	4.24±0.08 [b]	6.98 ±0.03 [e]	8.65 ±0.01 [a]	7.06 ±0.02 [a]	8.64 ±0.14 [a]
7	4.97 ±0.13 [b]	7.22±0.04 [a]	10.87± 0.03 [e]	7.35±0.04 [a]	10.90±0.02 [d]
8	4.79±0.07 [b]	7.86 ±0.01 [a]	11.20 ±0.04 [e]	7.77 ±0.01 [a]	11.26± 0.01 [d]
9	4.52±0.12 [b]	9.00 ±0.06 [c]	11.46±0.08 [e]	9.01 ±0.02 [b]	11.30 ±0.01 [d]
10	5.06 ±0.03 [a]	7.90± 0.02 [a]	10.55± 0.02 [e]	7.85 ±0.01 [a]	10.56± 0.02 [d]
11	4.82±0.13 [b]	8.33± 0.06 [b]	10.78 ±0.04 [e]	8.35 ±0.01 [a,b]	10.73± 0.03 [d]
12	4.61 ±0.06 [b]	9.60 ±0.01 [c]	11.68± 0.08 [e]	9.53± 0.04 [b]	11.74 ±0.01 [d]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط (3) منحني تطورالنسبة المئوية للبروتينات مع اختلاف طرق التجميد

1- البروتينات قبل التجميد، 2-البروتينات بعد تجميد3 شهر،3-البروتينات بعدتجميد 6 شهر

4-البروتينات بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5-البروتينات بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-1-3- الدهن:

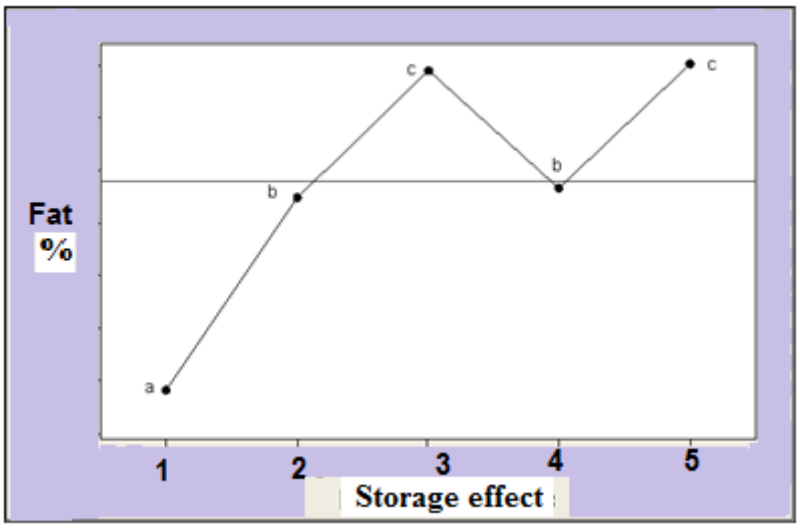
تشير النتائج في الجدول (4) والمخطط (4)، للنسبة المئوية للدهن لعملية تجميد الفول إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$)، تراوحت قيم الدهن بين 0.65–0.99%، بينت النتائج في الجدول (4) ظهور فروق معنوية بين المتوسطات في عينات الشاهد التي لم تتعرض لأي معاملة حرارية أو إضافات بالنسبة للفول الوسط والصغير الأمر الذي تم تفسيره باختلاف نسب بعض المكونات في الثمار تبعاً لعدة عوامل مثل مرحلة نضج الثمار ومدى توفر المغذيات في التربة واختلاف درجة الحرارة خلال عملية النضج وهذا يتوافق مع ما ورد في دراسات (Yuming et al., 2003).

لم يلاحظ في الجدول (4) أي فروق معنوية في عينة الشاهد على مستوى معنوية ($p\leq0.05$) بين المتوسطات لنفس المعاملة على النسبة المئوية للدهون طيلة فترة التجميد وكانت الفروق ظاهرية وقد فسر السبب بعدم تطبيق المعاملة الحرارية على عينة الشاهد وهذا يدل على أن الفروق المعنوية ظهرت نتيجة للمعاملة الحرارية وإضافة كل من السكر والملح والذي أدى بدوره إلى الزيادة الواضحة في نسبة الدهون يفسر ذلك بمساهمة المعاملة الحرارية بتطرية قوام العينات وتحرير الدهون منها بصورة أكبر، وزاد الملح من الاحتفاظ بها، حققت العينة رقم (8) فول وسط وسلق 10 دقائق مع إضافة سكر وملح 2% متوسطاً قريباً من عينة الشاهد بعد ثلاثة أشهر من التجميد مما دعا للاستنتاج بكون هذه المعاملة جيدة للمحافظة على نسبة الدهون بحدودها الطبيعية.

الجدول (4) التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للدهن في الفول المجمد

العينة	الدهن قبل التجميد %	الدهن 3 شهرتجميد %	الدهن 6 شهر تجميد %	الدهن3 شهر إزالة تجميد %	الدهن 6 شهر إزالة تجميد %
1	0.68 ±0.01 [a]	0.68±0.07 [a]	0.65 ±0.05 [a]	0.66±0.04 [a]	0.66 ±0.0 [a]
2	0.75± 0.01 [b]	0.80 ±0.05 [b]	0.77± 0.07 [b]	0.69 ±0.04 [b]	0.77 ±0.02 [b]
3	0.70±0.08 [b]	0.79 ±0.07 [b]	0.69 ±0.09 [a]	0.71 ±0.04 [b]	0.74 ±0.03 [b]
4	0.82±0.04 [d]	0.96 ±0.01 [d]	0.86 ±0.01 [c]	0.85 ±0.03 [c]	0.93 ±0.05 [c]
5	0.79±0.02 [d]	0.99± 0.04 [e]	0.91 ±0.07 [e]	0.97 ±0.03 [d]	0.78 ±0.01 [b]
6	0.90 ±0.02 [d]	0.96 ±0.08 [f]	0.76 ±0.03 [b]	0.93 ±0.04 [e]	0.96 ±0.06 [d]
7	0.73 ±0.02 [c]	0.96 ±0.10 [e,f]	0.97± 0.07 [d]	0.95 ±0.10 [e]	0.98 ±0.05 [e]
8	0.78±0.05 [c]	0.76 ±0.03 [a]	0.89 ±0.10 [e]	0.82 ±0.02 [f]	0.85 ±0.03 [f]
9	0.81± 0.02 [d]	0.92 ±0.16 [c]	0.88 ±0.01 [e,f]	0.69 ±0.03 [b]	0.85±0.03 [f]
10	0.91± 0.08 [d]	0.71 ±0.06 [a]	0.81 ±0.07 [f]	0.68 ±0.02 [a]	0.89 ±0.06 [g]
11	0.71 ±0.03 [c]	0.79 ±0.05 [b]	0.94 ±0.09 [d,e]	0.69 ±0.01 [b]	0.90 ±0.09 [g]
12	0.73 ±0.04 [c]	0.80± 0.04 [c]	0.83 ±0.02 [f]	0.81 ±0.01 [g]	0.82 ±0.03 [h]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط(4) منحني تطور النسبة المئوية للدهن مع اختلاف طرق التجميد

1- الدهن قبل التجمد، 2- الدهن بعد تجميد3 شهر،3- الدهن بعدتجميد 6 شهر

4- الدهن بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الدهن بعد إزالة تجميد والعودة 6شهر

4-1-4- الرماد:

تشير النتائج في الجدول (5) والمخطط (5)، للنسبة المئوية للرماد لعملية تجميد الفول إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$)، تراوحت قيم الرماد مابين (0.25 – 1.95)%، توزع التأثير الناتج في النسبة المئوية للرماد بين كل من طريقة الحفظ وزمن السلق ونسب إضافة الملح والسكر للعينات المعاملة، فزيادة الملح والسكر ولاسيما معاً بنسبة 2% لكل منهما عملت على زيادة الاحتفاظ بالرماد في العينات وخاصةً التي لم تطبق فيها معاملة سلق لمدة كافية (خمس دقائق) وذلك نتيجة لتمكن السكر والملح من تقسية جدران الخلايا ممأدى إلى صعوبة نزوح المكونات الخلوية عبرها.

سببت إزالة حالة التجميد خسارة في النسبة المئوية للرماد في عينات الشاهدوالعينات المعاملة على حدٍ سواء بفعل نزوح المكونات الخلوية عبر الجدران المتهتكة نتيجة لتشكل بلورات ثلجية في المسافات الفراغية مابين الخلايا التي تسبب فيما بعد تخريب للخلايا ونزوح مكوناتها وخاصة الأملاح منها للوسط الخارجي (حادثة النزوف للمواد المجمدة) أثناء فترة إزالة حالة التجميد (يازجي وعزيزية، 2010) (Van Buren, 2007).

بينما كان لفترة السلق دوراً معاكساً فزيادة الزمن أدت إلى تخفيض النسبة المئوية للرماد ، ويعود ذلك لحصول ذوبان ونزوح لقسم من الأملاح إلى ماء السلق مسبباً ضياعاً في نسبة الرماد (Pereira lima *et al*., 2009).

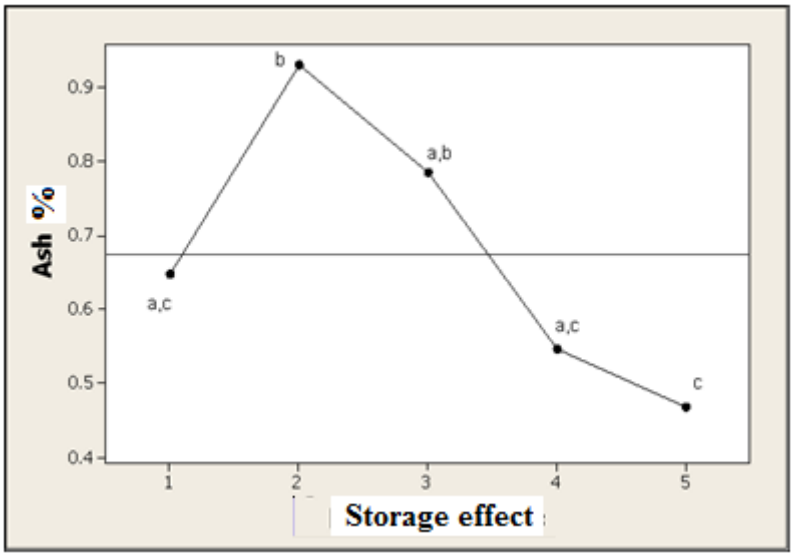
وكان هنالك فروق معنوية ($p<0.05$) بين فترات السلق الثلاث (5، 10، 15) دقيقة ففي حالة الحبوب ذات الحجم الصغير من الفول والتي طبقت عليهامعاملة السلق لمدة خمس دقائق لم تكن كافية لتهتك الجدار الخلوي وخروج الأملاح منها وبالتالي ازدادت نسبة الرماد فيها.

حققت العينة رقم (9) فول كبير وسلق 10 دقائق مع إضافة سكر وملح 2% متوسطاً قريباً من عينة الشاهد بعد ثلاثة أشهر من التجميد مما دعا للاستنتاج بكون هذه المعاملة جيدة للمحافظة على نسبة الرماد بحدودها الطبيعية.

الجدول (5) التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للرماد في الفول المجمد

العينة	الرماد قبل التجميد%	الرماد 3 شهربعد التجميد	الرماد 6 شهرتجميد	الرماد 3 شهرإزالة تجميد	الرماد 6 شهر إزالة تجميد
1	0.40 ±0.0036 [a]	0.70±0.0017 [a]	0.43 ±0.0021 [a]	0.37 ±0.0010 [a]	0.23± 0.0036 [a]
2	0.44± 0.0020 [a]	0.78± 0.0011 [a]	0.38 ±0.0119 [b]	0.41±0.0019 [a]	0.20± 0.0013 [a]
3	0.47±0.0020 [a]	0.83± 0.0020 [b]	0.47 ±0.0021 [a]	0.44 ±0.0016 [a,d]	0.22 ±0.0031 [a]
4	0.53± 0.0016 [b]	0.66 ±0.0025 [c]	0.63±0.0030 [c]	0.36 ±0.0030 [a]	0.34 ±0.0023 [b]
5	0.48 ±0.0016 [a]	0.70 ±0.0008 [a]	0.60 ±0.0008 [c]	0.34 ±0.0034 [a]	0.30±0.0034 [b]
6	0.25 ±0.0031 [c]	0.55 ±0.0023 [d]	0.49 ±0.0035 [a]	0.28 ±0.0024 [b]	0.21± 0.0014 [a]
7	1.57 ±0.0043 [d]	1.95±0.0035 [e]	1.80±0.0016 [d]	1.29 ±0.0033 [c]	1.26±0.0017 [c]
8	0.79 ±0.0020 [e]	0.98±0.0010 [f]	0.91± 0.0011 [e]	0.50± 0.0014 [d]	0.494± 0.0020 [d]
9	0.65± 0.0011 [f]	0.70 ±0.0023 [a]	0.67±0.0025 [c]	0.47 ±0.0025 [a,d]	0.41 ±0.0033 [d]
10	1.42 ±0.0023 [g]	1.91±0.0013 [e]	1.74±0.0195 [d]	1.23± 0.0016 [c]	1.10± 0.0002 [e]
11	0.50± 0.0018 [b]	0.83 ±0.0018 [b]	0.80±0.0024 [f]	0.50 ±0.0033 [d]	0.50± 0.0026 [d]
12	0.25 ±0.0021 [c]	0.55 ±0.0035 [d]	0.49± 0.0033 [a]	0.36 ±0.0034 [a]	0.341± 0.0025 [b]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط(5) منحني تطور النسبة المئوية للرماد مع اختلاف طرق التجميد

1- الرماد قبل التجمد، 2- الرماد بعد تجميد3 شهر،3- الرماد بعدتجميد 6 شهر

4-الرمادبعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الرماد بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-1-5- السكريات:

تشير النتائج الجدول (6) والمخطط (6) في النسبة المئوية للسكريات لعملية تجميد الفول إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$) حيث تراوحت نسبة السكريات بين 9.6%- 28.6%.

إزدادت نسبة السكريات لعينة الشاهد بزيادة فترة االتجميد خاصة بعد الشهر السادس، وذلك نتيجة لانخفاض الرطوبة وازدياد نسبة المواد الصلبة غير الذائية.

ازدادت نسبة السكريات عند إضافة الملح والسكر وذلك لأنهما يزيدان من الاحتفاظ بالسكريات، كما أن الأملاح تعدل البنية الكيميائية للسكريات.

كما لم يلاحظ من خلال المخطط (6) وجود فروق معنوية في حالة التجميد لثلاثة أشهر وإزالة التجميد والعودة له بعد ثلاثة أشهر كما لم يلاحظ فرق معنوي بين التجميد لستة أشهر وإزالة التجميد أي أنه بالنسبة لطريقة الحفظ بالتجميد لم يكن هنالك فروق معنوية بين التجميد و إزالة حالة التجميد.

يتضح من المخطط (6) ارتفاعاً مضطرداً في النسبة المئوية للسكريات ناجم عن خروج العصارة الخلوية وتحرر السكريات منها متلازماً مع الانخفاض في النسبة المئوية للرطوبة وتركزها بشكل أكبر في الكتلة الجافة حيث أن العينة رقم (12) كانت الأعلى في نسبة السكريات (28%) و هي نفس العينة التي امتلكت أخفض نسبة رطوبة.

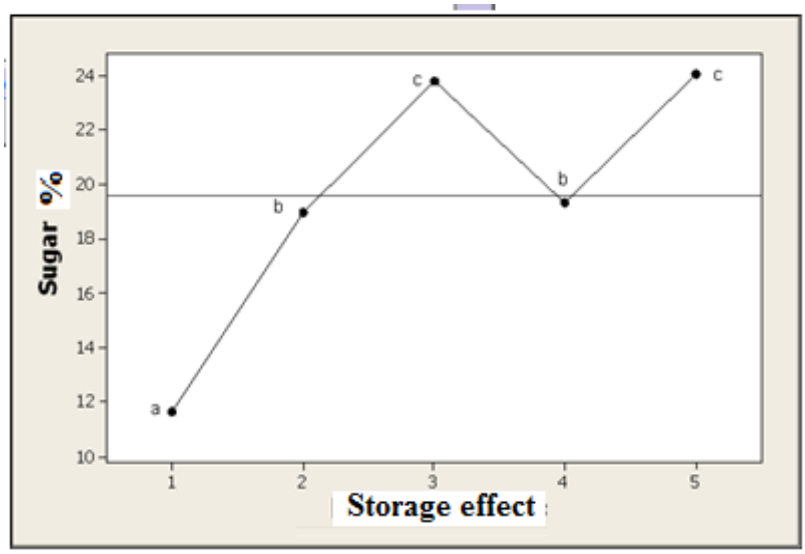
دلت النتائج لتحليل النسبة المئوية للسكريات قبل التجميد فروق معنوية واضحة في النسبة المئوية للمتوسطات وقد فسرالأمر باختلاف النسب المئوية تبعاً لعدة عوامل منها مرحلة نضج الثمار والتي تؤثر بشكل كبير ومدى توفر المغذيات في التربة ودرجة حرارة البيئة ، لذا فالثمار لها تركيب كيميائي مختلف، وذلك يتوافـــــــــق مع ما ورد في دراســـــات (Yuming *et al*., 2003).

حققت العينة رقم (8) فول وسط وسلق 10 دقائق مع إضافة سكر2% وملح 2% متوسطاً قريباً من عينة الشاهد بعد ثلاثة أشهر من التجميد مما دعا للاستنتاج بكون هذه المعاملة جيدة للمحافظة على نسبة السكريات بحدودها الطبيعية.

الجدول (6) التحليل الكيميائي للنسبة المئوية للسكريات في الفول المجمد

العينة	السكريات قبل التجميد%	السكريات 3 شهرتجميد %	السكريات6 شهرتجميد %	السكريات3 شهرإزالة تجميد	السكريات 6 شهر إزالة تجميد
1	11.90±0.02 [a]	18.70±0.07 [a]	19.63±0.09 [a]	19.05±0.09 [a]	19.90±0.07 [a]
2	12.80± 0.02 [b]	20.00±0.11 [b]	22.30±0.29 [b]	20.40±0.04 [b]	22.50±0.20 [b]
3	12.90±0.28 [b]	21.40±0.07 [b]	23.30±0.20 [b]	21.80±0.14 [b]	23.40±0.30 [b]
4	10.30±0.44 [c]	12.00±0.01 [d]	14.00±0.11 [c]	12.20±0.03 [c]	14.00±0.05 [c]
5	9.70±0.22 [d]	14.40± 0.04 [e]	18.50±0.07 [c]	15.00±0.03 [d]	19.00±0.21 [a]
6	9.60±0.22 [d]	16.20± 0.08 [f]	20.70±0.03 [a]	16.73±0.04 [e]	20.73±0.36 [d]
7	10.30±0.32 [c]	15.40±0.10 [e,f]	24.80± 0.07 [d]	16.40±0.10 [e]	25.40±0.05 [e]
8	10.57±0.36 [c]	18.20±0.03 [a]	26.60±0.10 [e]	18.40±0.03 [f]	27.20±0.09 [f]
9	10.00± 0.32 [d]	21.20±0.16 [c]	27.50±0.21 [e,f]	21.70±0.05 [b]	27.40±0.03 [f]
10	10.50± 0.08 [c]	17.40±0.06 [a]	24.20±0.07 [d]	18.00±0.03 [f]	24.80±0.05 [e]
11	11.00±0.33 [c]	19.50±0.15 [b]	25.60±0.09 [d,e]	20.00±0.03 [a,b]	25.80±0.09 [g]
12	10.70±0.14 [c]	22.99±0.16 [c]	28.30±0.22 [f]	23.00±0.11 [g]	28.60±0.03 [h]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط (6) منحني تطور النسبة المئوية للسكريات مع اختلاف طرق التجميد

2- السكريات قبل التجمد، 2- السكريات بعد تجميد3 شهر،3- السكريات بعدتجميد 6 شهر

4- السكريات بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- السكريات بعد إزالة تجميد والعودة 6شهر

4-1-6 الأس الهيدروجيني الـ pH:

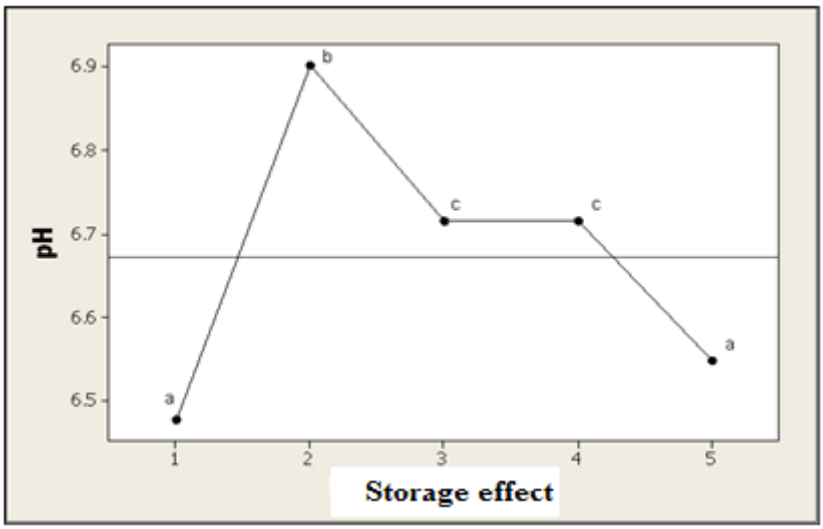
تشير النتائج الجدول (7) والمخطط (7) لخاصية الأس الهيدروجيني لعملية تجميد الفول إلى ظهور فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p\leq0.05$)، تراوحت قيم الـpH للعينات قبل التجميد بين 6.10- 6.88. وقد عزي الأمر إلى الزيادة في زمن السلق وإضافة الملح الذي أدى بدوره إلى رفع قلوية الوسط بسبب تشكل الأملاح القلوية وهذا يتواقق مع ما أشار إليه (Turkmen, 2006) من حيث أن رفع زمن السلق وإضافة الأملاح يؤديان إلى رفع قلوية الوسط ويظهر هذا جلياً في العينة (12)، وعند التجميد لمدة ثلاثة أشهر وستة أشهر كانت الفروق معنوية على مستوى الثقة ($p\leq0.05$) بين العينات الطازجة والعينات التي تعرضت لمعاملات حرارية (سلق وإضافة الملح والسكر) وقد ظهرت الفروق واضحة وخاصة في العينات التي طبقت عليها عملية سلق طويلة (15) دقيقة مع إضافة الملح والسبب في رفع القلوية هو التركيز المرتفع للملح المتضافر مع توقف النشاط المائي بسبب التجميد حيث امتلكت العينة (12) بعد التجميد لـ3 أشهر الـ pH الأعلى بين جميع العينات(Labuza and Bin, 1997).

في حالة إزالة التجميد والعودة إليه لم تظهرفروق معنوية بين العينات الطازجة والعينة (4) (سلق لمدة5 دقائق+ إضافة سكر2%) للفول من الحجم الصغير وظهرت الفروق المعنوية بعد تقدم المعاملة الحرارية وبالتالي يمكن بالنتيجة القول أن العامل الرئيسي في زيادة الـpH هو إضافة الأملاح وزيادة مدة السلق.

الجدول (7) تغيرالأس الهيدروجيني لعملية تجميد الفول

العينة	الـ pH قبل التجميد	الـ pH 3 شهرتجميد	الـpH 6شهرتجميد	الـ pH 3 شهرإزالة تجميد	الـ pH 6شهر إزالة تجميد
1	6.14±0.0100 [a]	6.52±0.0200 [a]	6.56 ±0.0600 [a]	6.20±0.0400 [a]	6.17 ±0.2050 [a]
2	6.10 ±0.1050 [a]	6.51± 0.0153 [a]	6.53 ±0.0700 [a]	6.18±0.0200 [a]	6.20 ±0.0058 [a]
3	6.25 ±0.0300 [a]	6.60 ±0.0451 [a,b]	6.60 ±0.0400 [a,b]	6.22±0.0300 [a]	6.19 ±0.0058 [a]
4	6.27±0.0451 [a]	6.70 ±0.0651 [b]	6.40 ±0.0700 [a]	6.65 ±0.0500 [b]	6.30 ±0.0200 [a]
5	6.40 ±0.0100 [b]	6.93 ±0.0700 [c]	6.70±0.0200 [b]	6.80 ±0.1000 [b]	6.60 ±0.0351 [b,c]
6	6.57 ±0.0100 [b,c]	7.04± 0.0200 [d]	6.80 ±0.0600 [b,c]	6.95 ±0.0200 [b,c]	6.72 ±0.0200 [b]
7	6.46± 0.0115 [b]	6.87 ±0.0300 [b]	6.60 ± 0.0153 [a,b]	6.79 ±0.0058 [b]	6.50 ±0.0252 [c]
8	6.70 ±0.0100 [c,d]	7.17±0.0351 [e]	6.86 ±0.0115 [b,c]	6.95 ±0.0252 [b,c]	6.77 ±0.0058 [b]
9	6.83±0.0115 [d]	7.20±0.0500 [e]	6.83 ±0.0252 [b,c]	7.03 ±0.0153 [c]	6.76± 0.0100 [b]
10	6.39±0.05 [b]	6.90 ±0.0551 [b]	6.72± 0.0058 [b]	6.87±0.0058 [b]	6.65 ±0.0500 [b,c]
11	6.73 ±0.0700 [c,d]	7.08 ±0.0100 [d,e]	6.91 ±0.0100 [c]	6.90 ±0.0300 [b,c]	6.80 ±0.0451 [b]
12	6.88 ±0.1537 [d]	7.30 ±0.0058 [e]	7.07± 0.0833 [d]	7.03 ±0.0200 [c]	6.92± 0.0153 [b]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط (7) منحني تطور الـpH مع اختلاف طرق التجميد

1- الـpH قبل التجمد، 2- الـpH بعد تجميد3 شهر،3-- الـpH بعدتجميد 6 شهر

4- الـpH بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الـpH بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-2-نتائج تحليل المحتوى الميكروبي لعينات الفول الأخضر المجمد:

أظهرت النتائج الميكروبية الأولية للعينات الطازجة تلوثاً ملحوظاً وذلك بالنسبة لمعظم الأحياء الدقيقة التي أجري فحص للكشف عنها، حيث بلغ التعداد الكلي للأحياء الدقيقة 1.37×10^{3} خلية/10غ، والتعداد الكلي للخمائر والفطور 2.5×10^{2} بوغة/10غ، وبلغ 5.07×10^{2} خلية/10غ لبكتريا الكوليفورم و1.26×10^{2} خلية/10غ للبكتريا اللاهوائية، أما بكتريا *Pseudomonas* و*E.coli* كانت نتائجها سلبية. نجحت عملية السلق في تخفيض الحمولة الميكروبية بشكل كبير.وعند إجراء التحاليل الميكروبية للعينات والشاهد بعد تطبيق عملية الحفظ والتخزين لمدة 3 و6 أشهر وجد تلوثاً لبعض العينات ولكنه ضمن الحدود الطبيعية لمواصفات الخضار المجمدة وغالباً ما يعكس التعداد الكلي للأحياء الدقيقة مدى التقيد بتوفير الشروط الصحية والنظافة العامة خلال عملية الانتاج والنقل والخزن والبيع وهذه الاعداد تعتبر عادية جداً بالمقياس الجرثومي وتؤكد التقيد بشروط الصحة العامة، حيث تمكنت عملية التجميد من تخفض التعداد الكلي للأحياء الدقيقة ونجحت في القضاء نهائياًعلى البكتريا اللاهوائية وبكتريا الكوليفورم، وهذا مرده إلى أن درجة حرارة التجميد دون الدرجة الدنيا لنمو معظم الكائنات الحية الموجودة بشكل طبيعي على الفول الأخضر لذلك لم تستطع غالبية الكائنات الحية النمو والاستمرار بالانقسام والتكاثر على هذه الدرجة المنخفضة من الحرارة، وهذا يتوافق مع (عبدالله، 2003). نلاحظ من الجدول (11) أن التقدم بعملية التجميد أدى إلى تزايد نشاط الخمائر والفطور في جميع العينات وهذا يتوافق مع (Adamsand Moss,2000).

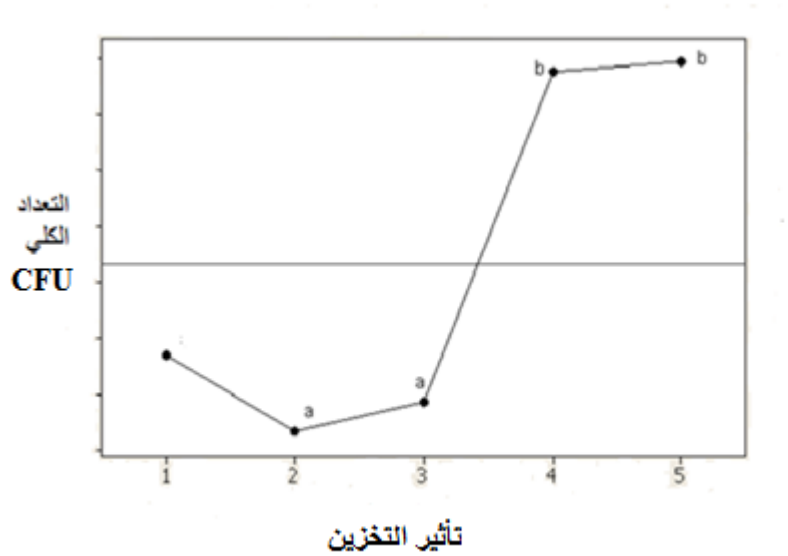
شجعت عملية إزالة حالة التجميد عن العينات ومعاودة تجميدها من جديد نمو الأحياء الدقيقة وعودتها للنشاط بعد السبات خاصة الفطور والخمائر (Fraser, 2003) و(عبد الله، 2003).

تشير الأرقام الموجودة في الجداول (8)،(9)،(10)،(11) إلى اللوغارتم العشري لعددمستعمرات الأحياء الدقيقة في 10غرام من الفول الأخضر.

الجدول (8) التحليل الميكروبي للتعداد الكلي للأحياء الدقيقة للفول المجمد

العينة	التعداد العام قبل التجميد	التعداد العام 3 شهربعد التجميد	االتعدادالعام بعد 6 شهرتجميد	التعداد3 شهرإزالة تجميد	التعداد العام 6 شهر إزالة تجميد
1	3.02^{a}	1.97^{a}	2.32^{a}	4.00^{a}	4.04^{a}
2	3.09^{a}	2.17^{b}	2.54^{a}	4.15^{a}	4.20^{a}
3	3.14^{a}	2.52^{c}	2.88^{e}	4.18^{a}	4.18^{a}
4	2.81^{b}	1.88^{a}	1.90^{c}	3.73^{b}	3.80^{b}
5	2.09^{c}	1.55^{d}	1.66^{b}	2.96^{c}	2.98^{c}
6	1.85^{c}	1.11^{e}	1.20^{d}	2.06^{d}	2.08^{d}
7	2.73^{b}	1.79^{a}	1.83^{b}	3.60^{b}	3.61^{b}
8	2.00^{c}	1.18^{e}	1.26^{d}	3.18^{e}	3.20^{e}
9	2.82^{b}	1.93^{a}	1.96^{e}	2.86^{f}	2.95^{c}
10	2.72^{b}	1.82^{a}	1.85^{b}	3.62^{b}	3.65^{b}
11	2.01^{c}	1.08^{e}	1.13^{d}	3.08^{e}	3.15^{e}
12	2.80^{b}	1.95^{a}	1.83^{b}	2.88^{f}	2.80^{f}

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p>0.01).



المخطط (8)منحني تطور التعدادالكلي مع اختلاف طرق التجميد

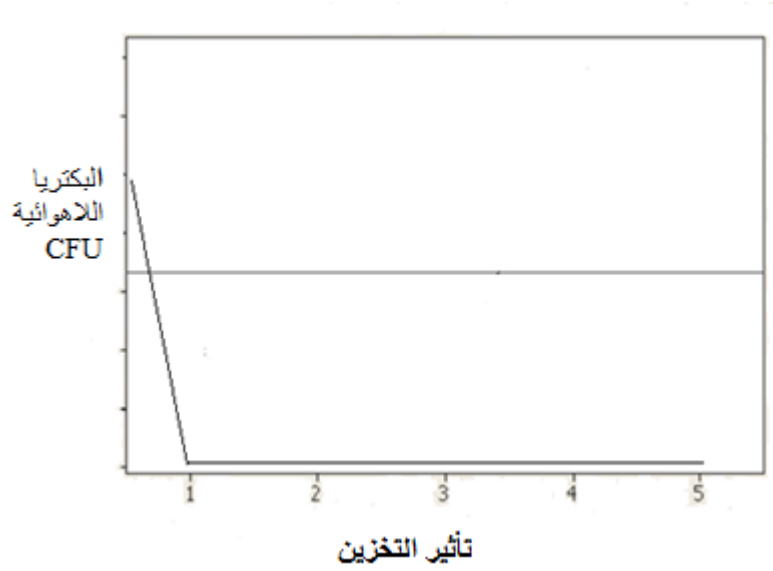
1-التعدادالكلي قبل التجمد، 2- التعدادالكلي بعد تجميد3 شهر،3-- التعدادالكلي بعدتجميد 6 شهر

4- التعدادالكلي بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- التعدادالكلي بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

الجدول (9) التحليل الميكروبي البكتريا اللاهوائية للفول المجمد

العينة	البكتريا اللاهوائية قبل التجميد%	البكتريا اللاهوائية بعد 3شهرتجميد	البكتريا اللاهوائية بعد 6شهرتجميد	البكتريا اللاهوائية 3شهرإزالة تجميد	البكتريا اللاهوائية6 شهر إزالة تجميد
1	2.00^{a}	0	0	0	0
2	2.08^{a}	0	0	0	0
3	2.10^{a}	0	0	0	0
4	1.86^{b}	0	0	0	0
5	1.30^{c}	0	0	0	0
6	1.19^{c}	0	0	0	0
7	1.00^{d}	0	0	0	0
8	1.00^{d}	0	0	0	0
9	0.99^{e}	0	0	0	0
10	0.00^{f}	0	0	0	0
11	0.00^{f}	0	0	0	0
12	0.00^{f}	0	0	0	0

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.01).



المخطط (9)منحني تطور البكتريااللاهوائية مع اختلاف طرق التجميد

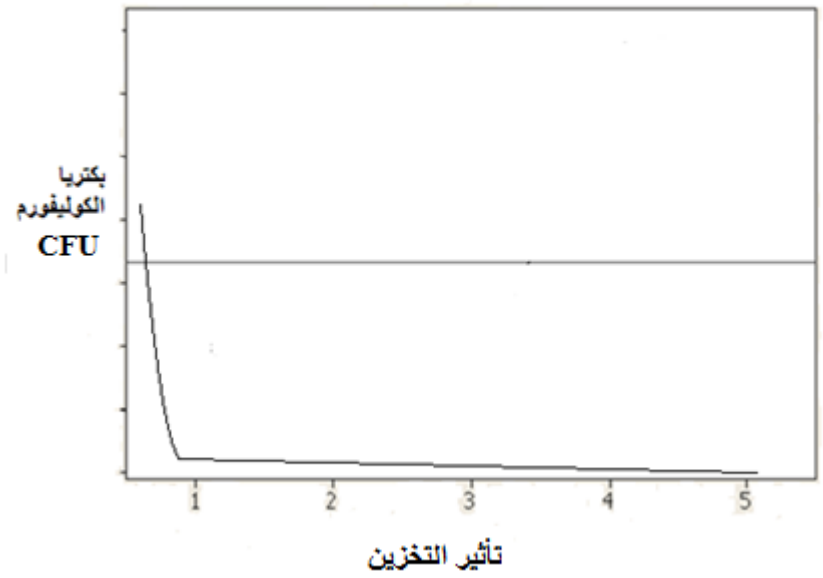
1- البكتريااللاهوائية قبل التجمد، 2- البكتريااللاهوائية بعد تجميد3 شهر،3- البكتريااللاهوائية بعدتجميد 6 شهر

4- البكتريااللاهوائية بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- البكتريااللاهوائية بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

الجدول (10) التحليل الميكروبي بكتريا الكوليفورم للفول المجمد

العينة	بكتريا الكوليفورم قبل التجميد%	بكتريا الكوليفورم3 شهرتجميد	بكتريا الكوليفورم 6شهرتجميد	3 بكتريا الكوليفورم شهرإزالة تجميد	بكتريا الكوليفورم6 شهر إزالة تجميد
1	2.70^{a}	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2.70^{a}	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.69^{a}	0.00	0.00	0.00	0.00
4	2.33^{b}	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00
7	2.18^{d}	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1.34^{e}	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00^{c}	0.00	0.00	0.00	0.00

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p>0.01).



المخطط (10) منحني تطور الكوليفورم مع اختلاف طرق التجميد

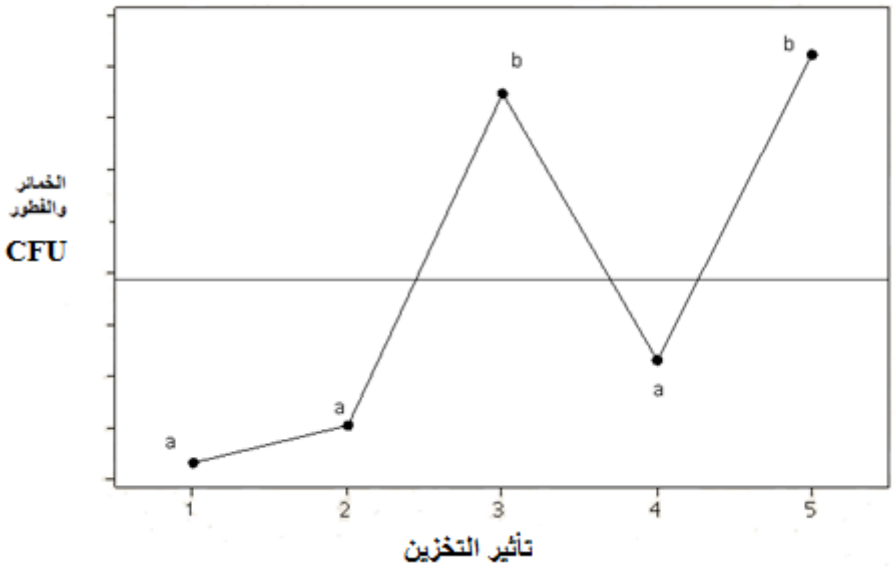
1-الكوليفورم . قبل التجميد، 2- الكوليفورم بعد تجميد3 شهر،3-- الكوليفورم بعدتجميد 6 شهر،

4- الكوليفورم بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الكوليفورم بعد إزالة تجميد والعودة شهر 6

الجدول (11) التحليل الميكروبي للخمائر والفطور للفول المجمد

العينة	للخمائر والفطور قبل التجميد%	للخمائر والفطور 3شهرتجميد	للخمائر والفطور 6 شهرتجميد	للخمائر والفطور 3شهرإزالة تجميد	للخمائر والفطور6 شهر إزالة تجميد
1	2.40^{a}	2.31^{d}	3.30^{a}	2.33^{a}	3.30^{a}
2	2.41^{a}	2.43^{a}	3.48^{a}	2.45^{a}	3.49^{a}
3	2.43^{a}	2.43^{a}	3.81^{d}	2.45^{a}	3.82^{a}
4	0.88^{b}	0.90^{b}	1.39^{b}	0.99^{b}	1.43^{b}
5	0.52^{c}	0.78^{b}	1.26^{b}	0.85^{b}	1.31^{b}
6	0.00^{d}	0.00^{c}	1.00^{c}	0.00^{c}	1.00^{c}
7	$0.70^{b,c}$	0.82^{b}	1.35^{b}	0.91^{b}	1.37^{b}
8	0.00^{d}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.52^{f}
9	0.00^{d}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}	0.00^{c}
10	0.78^{b}	0.82^{b}	1.39^{b}	0.82^{b}	1.43^{b}
11	0.26^{e}	0.36^{e}	1.95^{e}	0.50^{d}	1.15^{e}
12	0.00^{d}	0.00^{c}	1.86^{e}	0.26^{e}	1.89^{d}

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط (11) منحني تطور الفطور والخمائرمع اختلاف طرق التجميد

1-الفطور والخمائر قبل التجمد، 2- الفطور والخمائربعد تجميد3 شهر،3- الفطور والخمائربعدتجميد 6 شهر
4- الفطور والخمائربعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الفطور والخمائربعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-3-نتائج التقييم الحسي لعينات الفول الأخضر المجمد:

تعد الصفات الحسية المؤشر الأول للجودة، وعليها يعتمد المستهلك في اتخاذ قراره الأول في اختيار نوع المعاملة الخاصة من الفول المجمد أو رفضه، وتتضمن هذه الصفات الطعم والرائحة واللون والقوام. تشير النتائج في الجدول (12) إلى تدهور كبير في الطعم وخاصة بالنسبة لعينات الشاهد وقد فسر الأمر بعدم تعرض عينات الشاهد لأي معاملة حرارية، عملت إضافة الملح والسكر على تحسين الطعم وخاصة في العينة رقم (8) ،(سلق 10 دقائق وإضافة 2% ملح و2% سكروحجم وسط) وقد حافظت العينة على طعمها خلال فترة الحفظ بالتجميد وهذا يتوافق إلى حد كبيرمع (Amodio *et al*., 2011) من أن المعاملة الحرارية وإضافة الأملاح تحسن من الصفات الحسية للمنتجات المعرضة للتجميد، تراجعت خاصية الطعم لمعظم العينات بعد مرور ستة أشهر على عملية التجميد باستثناء العينات (8،7) اللتان حافظتا على طعم ممتاز.

تشير النتائج الجدول (13) التحليل الحسي لخاصية الرائحة إلى وجود فروق معنوية بين العينات على مستوى معنوية ($p<0.05$)، تدهورت صفة الرائحة لعينات الشاهد مع تقدم عملية التجميد، أما بالنسبة للعينات المعاملة فإن عملية السلق مع إضافة السكر لوحده والسلق مع إضافة السكر والملح بنسبة 2% لكل منهما قد أعطيا العينات تقييماً عالياً، وقد وجد أن العينة (8) حافظت على الرائحة المرغوبة في الفول طوال فترة الحفظ المجمد وقد فسر الأمر كون إضافة الملح والسكر ساهمت بتشكيل معقدات أدت إلى تثبيت الرائحة بما يتوافق مع زمن سلق (10) دقائق وقد وجد فروق معنوية ($p<0.05$) بين أزمنة السلق الثلاث (5,10,15)، بعد مرور ستة أشهر من التجميد وحدها العينات المضاف إليها سكر وملح معاً هي التي حافظت على تقييم عالٍ للرائحة، أما عند عملية إزالة التجميد فنلاحظ من المخطط (13) تدهور في الرائحة لعينات الفول.

تشير نتائج الجدول (14) التحليل الحسي لخاصية اللون إلى عدم وجودفروق معنوية في عينات الشاهد وكانت الفروق ظاهرية وقدحققت العينتان (4) و(5) المضاف إليهما سكر مع ماء السلق صفات لونية جيدة باختلاف فترة الحفظ وحتى عند عملية ازالة التجميد والعودة إليه، وتلت العينتان العينة رقم(8)، لوحظ أن عملية السلق لمدة (15 د) أعطت العينات لوناً

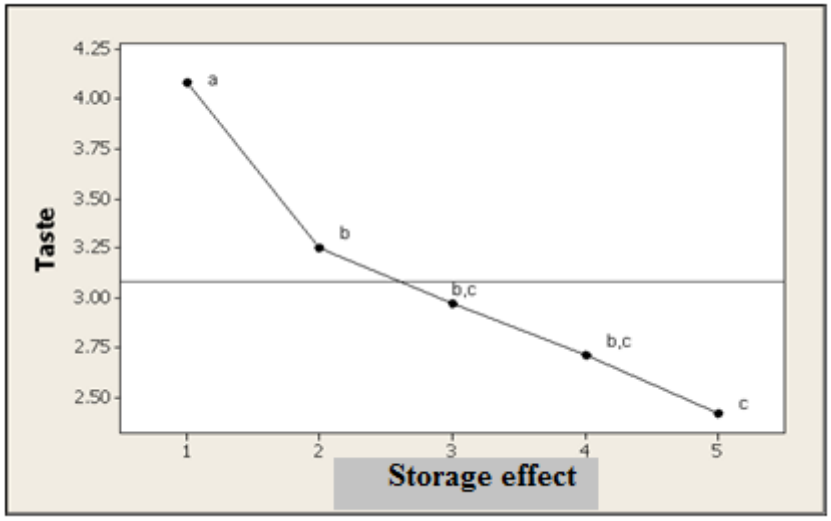
داكناً والسبب أن زيادة الوقت شجع على حدوث الاسمرار اللاأنزيمي (تفاعل ميلارد) بسبب التعرض للحرارة العالية لفترة زمنية طويلة (عبدالله، 2003).

تشير النتائج الجدول (15) التحليل الحسي لخاصية القوام إلى وجود فروق معنوية على مستوى الثقة ($p<0.05$) وكانت لعملية التجميد حتى ثلاثة أشهر دور في تحسين خاصية القوام للعينات المعاملة، أدت إضافة الملح للعينات إلى المحافظة على القوام حتى بعد مرور ستة أشهر من التجميد في حين أن قوام العينات الأخرى قد تراجع بشكل كبير بعد مرور هذه الفترة. تراجع قوام العينات بعد عملية إزالة التجميد والعودة إليه ويفسرالأمر بأن عملية إزالة التجميد تؤدي إلى تحطم البلورات الثلجية المتشكلة خلال عملية التجميد وعند العودة إلى التجميد مجدداً تتشكل بلورات جديدة تؤدي إلى تهدم بناء الأنسجة والخلايا مما يقلل من تماسك قوام الفول الأخضر وفقده للأنسجة المتجانسة التي يحتويها وهذا يتوافق مع ما توصل إليه(McFeeters *et al*.,1995).

الجدول (12) التقييم الحسي للطعم

العينة	الطعم قبل التجميد	الطعم بعد التجميد 3 شهر	الطعم بعد التجميد 6 شهر	الطعم بعد إزالة تجميد 3 شهر	االطعم بعدإزالة تجميد 6 شهر
1	4.67 ±0.58 [a]	2.00 ±0.00 [a,b]	2.00 ±0.00 [a,b]	1.67 ±0.58 [a]	1.33±0.58 [a]
2	4.67 ±0.58 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.33 ±0.58 [a]	1.33± 0.58 [a]	1.00±0.00 [a]
3	5.00±0.00 [a]	1.67± 0.58 [a]	1.33± 0.58 [a]	1.33± 0.58 [a]	1.00 ± 0.00 [a]
4	3.33± 0.58 [b]	2.67± 0.58 [b]	2.67 ±0.58 [b]	2.33 ±0.58 [b]	2.00± 0.00 [b]
5	4.33 ±0.58 [a,b]	3.00 ±0.00 [c]	3.33±0.29 [c]	2.33±0.58 [b]	2.67 ±0.58 [b]
6	4.33 ±0.58 [a,b]	3.33 ±0.58 [c]	3.33± 0.58 [c]	2.67±0.58 [b]	2.67 ± 0.58 [b]
7	4.00 ± 0.00 [a,b]	4.00 ± 0.58 [d]	4.33 ± 0.29 [d]	3.33±0.58 [c]	3.00 ±0.00 [c]
8	4.67 ±0.58 [a]	4.67± 0.00 [d]	4.00± 0.00 [d]	4.33 ± 0.58 [d]	3.33 ±0.58 [c]
9	4.00 ±1.00 [a,b]	4.00 ±0.00 [d]	3.33±0.58 [c]	3.67 ±0.58 [c]	3.17±0.29 [c]
10	3.67± 0.58 [b]	4.00 ± 1.00 [d]	3.17± 0.29 [c]	3.00 ±0.00 [c]	3.00±0.00 [c]
11	3.33± 0.58 [b]	4.00 ±1.00 [d]	3.50 ±0.00 [c]	3.33 ±0.58 [c]	2.67 ±0.58 [b]
12	3.00± 0.00 [b]	4.00 ±1.00 [d]	3.33 ±0.58 [c]	3.17±0.29 [c]	3.17± 0.29 [c]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p>0.05).



المخطط (12) منحني تطور الطعم مع اختلاف طرق التجميد

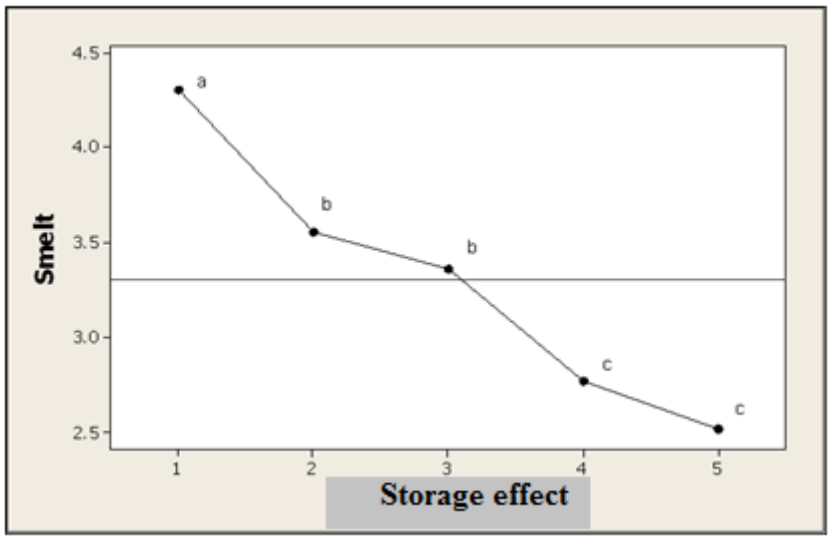
1- الطعم قبل التجميد،2-الطعم بعد تجميد3 شهر،3-الطعم بعدتجميد 6 شهر

4-الطعم بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- الطعم بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

الجدول (13) التقييم الحسي للرائحة

العينة	الرائحة قبل التجميد	الرائحة بعد تجميد3 شهر	الرائحة بعدتجميد 6 شهر	الرائحة بعد إزالة تجميد 3 شهر	الرائحة بعد إزالة تجميد 6 شهر
1	4.67 ±0.58 [a]	2.67 ± 0.58 [a,b]	2.33 ±0.58 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.33±0.58 [a]
2	4.67 ±0.58 [a]	2.67 ±0.58 [a,b]	2.00± 1.00 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.33 ±0.58 [a]
3	5.00± 0.00 [a]	2.00 ±0.00 [a]	1.667 ±0.58 [b]	1.33± 0.58 [a]	1.33 ±0.58 [a]
4	3.67±0.58 [b]	3.00 ±0.00 [a,b,c]	3.33 ±0.58 [c]	2.33 ±0.58 [b]	2.33 ±0.58 [b]
5	4.67±0.58 [a]	3.33 ±0.58 [b,c]	3.67 ±0.29 [c]	2.67 ± 0.58 [b,c]	2.67± 0.58 [b]
6	4.67± 0.58 [a]	3.67± 0.58 [c]	4.00 ±1.00 [c,d]	2.67 ±0.58 [b,c]	2.67±0.58 [b]
7	4.33 ±0.58 [a]	4.00 ±0.00 [c,d]	4.67 ±0.29 [d]	3.33 ±0.58 [c]	3.00 ± 0.00 [b,c]
8	4.67± 0.58 [a]	4.67 ±0.58 [d]	4.33 ± 0.58 [c,d]	4.33± 0.58 [d]	3.50 ± 0.50 [c]
9	4.33 ±0.58 [a]	4.33 ±0.58 [d]	3.67 ±0.58 [c]	3.67± 0.58 [c]	3.17 ±0.29 [c]
10	4.00 ±0.00 [a,b]	4.33±0.58 [d]	3.17±0.29 [c]	3.00 ±0.00 [c]	3.00 ±0.00 [b,c]
11	3.67±0.58 [b]	4.00 ±1.00 [c,d]	3.83 ±0.29 [c]	3.33 ± 0.58 [c]	2.67±0.58 [b]
12	3.33 ±0.58 [b]	4.00 ±1.00 [c,d]	3.67 ±0.58 [c]	3.17±0.29 [c]	3.17 ±0.29 [c]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p>0.05).



المخطط(13) منحني تطور الرائحة مع اختلاف طرق التجميد

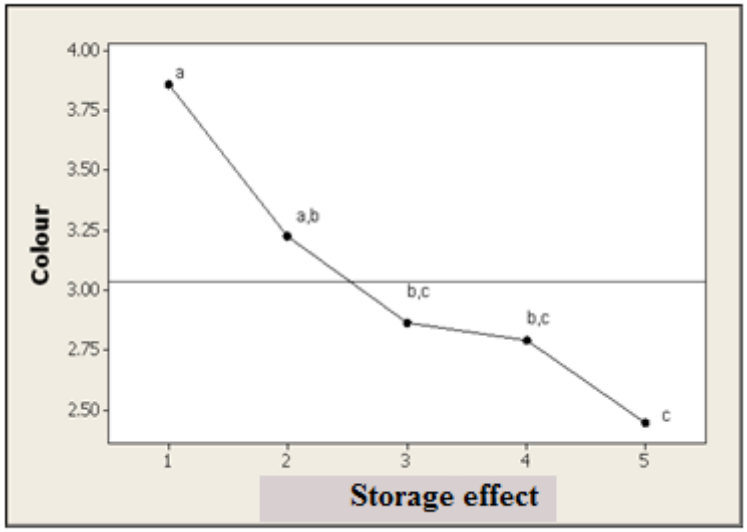
1–الرائحة قبل التجميد،2–الرائحة بعد تجميد3 شهر،3–الرائحة بعدتجميد 6 شهر

4–الرائحة بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5–الرائحة بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

الجدول (14) التقييم الحسي للون

العينة	اللون قبل التجميد%	اللون بعد 3 شهرتجميد	اللون بعد 6 شهرتجميد	اللون بعد3 شهرإزالة تجميد	اللون بعد 6 شهر إزالة تجميد
1	5.00 ±0.00 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.33 ±0.58 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.00 ±0.00 [a]
2	5.00 ± 0.00 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.00 ±0.00 [a]	1.67 ±0.58 [a]	1.00± 0.00 [a]
3	5.00 ±0.00 [a]	2.00±0.00 [a]	1.00± 0.00 [a]	1.33 ±0.58 [a]	1.00 ±0.00 [a]
4	4.67 ±0.58 [a,b]	4.33 ±0.58 [b]	4.33± 0.58 [b]	4.00± 0.00 [b]	3.67 ±0.58 [b]
5	4.33 ± 0.58 [a,b]	0.58± 4.33[b]	4.00 ±0.00 [b,c]	4.00± 0.00 [b]	3.33 ±0.58 [b]
6	4.00 ±0.00 [b,c]	4.00 ±0.00 [b]	3.33 ±0.58 [c,d]	3.33 ±0.58 [b.c]	3.00 ± 0.00 [b,c]
7	3.67 ±0.58 [c,d]	4.00 ± 0.00 [b]	4.00 ± 0.0 [b,c] 0	4.00 ±0.00 [b]	3.67 ± 0.58 [b]
8	3.67 ±0.58 [c,d]	3.67 ±0.58 [b,c]	3.67 ±0.58 [c,d]	3.33 ±0.58 [b,c]	3.33 ±0.58 [b,c]
9	3.00 ±0.00 [d,e]	3.33 ± 0.58 [b,c]	3.00 ±0.00 [d,e]	2.67 ±0.58 [c,d]	2.67 ± 0.58 [c,d]
10	3.00 ±0.00 [d,e]	3.67 ±0.58 [b,c]	3.33 ±0.58 [d]	3.00 ±0.00 [c,d]	0.58± 2.67[c,d]
11	2.67 ±0.58 [e]	3.00 ±0.00 [c]	3.00 ±0.00 [d,e]	2.33 ±0.58 [d]	2.00 ±0.00 [d]
12	2.33 ± 0.58 [e]	3.00 ±0.00 [c]	2.33 ±0.58 [e]	2.17±0.29 [d]	2.00 ±0.00 [d]

الأحرف المتشابهة في العمودالواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط(14) منحني تطوراللون مع اختلاف طرق التجميد

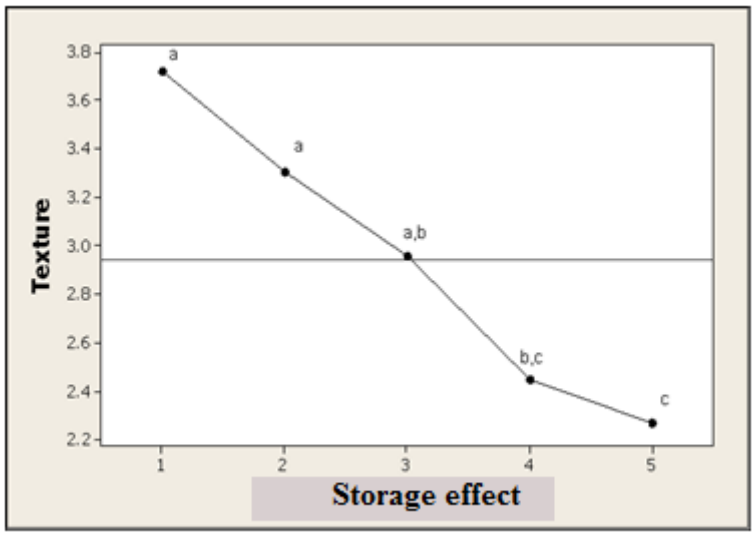
1- اللون قبل التجميد،2- اللون بعد تجميد3 شهر،3- اللون بعدتجميد 6 شهر،

4- اللون بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- اللون بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

الجدول (15) التقييم الحسي للقوام

العينة	القوام قبل التجميد%	القوام بعد 3 شهرتجميد	القوام بعد 6 شهر تجميد	القوام 3بعد شهرإزالة تجميد	القوام بعد6 شهر إزالة تجميد
1	5.00 ± 0.00 [a]	2.33 ±0.58 [a]	2.00 ±0.00 [a]	2.33±0.58 [a]	0.83 ±0.29 [a]
2	5.00 ±0.00 [a]	2.67 ±0.58 [a]	2.33 ±0.58 [a,b]	1.67 ±0.58 [b]	1.00 ±0.00 [a]
3	5.00±0.00 [a]	1.33± 0.58 [b]	1.00±0.00 [b]	1.00 ± 0.00 [b]	1.00 ±0.00 [a]
4	4.00± 0.00 [b]	3.17± 0.29 [a]	3.00 ±0.00 [b]	2.83 ±0.29 [a,c]	2.50 ±0.50 [b]
5	2.67 ± 0.58 [c,d]	3.00± 0.00 [a]	2.67 ±0.58 [a,b]	2.33±0.58 [a]	2.17 ±0.29 [b]
6	2.33 ±0.58 [c,d]	3.00±0.00 [a]	2.00± 0.00 [a]	1.50 ±0.50 [b]	1.50 ±0.50 [a]
7	3.67 ± 0.58 [b,d]	4.67 ±0.58 [c]	4.33 ±0.58 [c]	3.67± 0.58 [c]	3.50 ±0.50 [c]
8	3.33 ±0.58 [b,d]	4.00 ±0.00 [c]	3.67 ±0.58 [b]	3.00±0.00 [c]	3.17± 0.29 [c]
9	3.00 ±0.00 [d]	3.17 ±0.29 [a]	3.00 ±0.00 [b]	2.33 ±0.58 [a]	2.33 ±0.58 [b]
10	4.00 ±0.00 [b]	4.67 ±0.58 [c]	4.50±0.50 [c]	3.33 ±0.58 [a]	3.50 ±0.50 [c]
11	3.33 ±0.58 [b,d]	4.33 ±0.58 [c]	4.00± 0.00 [c]	3.00±1.00 [c]	3.33 ±0.29 [c]
12	3.33 ±0.58 [b,d]	3.33± 0.58 [a]	3.00 ±0.00 [b]	2.33 ±0.58 [a]	2.33± 0.29 [b]

الأحرف المتشابهة في العمود الواحد يدل على عدم وجود فروق معنوية (p<0.05).



المخطط (15) منحني تطور القوام مع اختلاف طرق التجميد

1- القوام قبل التجميد،2- القوام بعد تجميد3 شهر،3- القوام بعدتجميد 6 شهر

4- القوام بعد إزالة تجميد والعودة 3 شهر،5- القوام بعد إزالة تجميد والعودة 6 شهر

4-4-الكشف عن وجود أنزيمي الكاتالاز والبيروكسيداز للتأكد من كفاءة عملية السلق:

تم التحري عن وجود كل من أنزيمي الكتالاز والبيروكسيداز للعينات المسلوقة باختلاف المعاملات المطبقة عليها. يتضح من الجدول (16) أن العينات التي سلقت لمدة 5 دقائق احتوت على نشاطاً لأنزيمي الكتالاز والبيروكسيداز، ولكن بصورة أقل مقارنة مع عينات الشاهد هذا يعني أن مدة السلق 5 دقائق لم تكن كافية للتخلص من هذين الأنزيمين، أما العينات التي تم سلقها لفترة 10 و 15 دقيقة خلت من النشاط الأنزيمي وهذا يتوافق مع (Fennema *et al*., 1998) (Ashie *et al*., 1996).

الجدول (16) تأثير عملية السلق على نشاط أنزيمي الكتالاز والبيروكسيداز

المعاملة	أنزيم الكتالاز	ملاحظات	أنزيم البيروكسيداز	ملاحظات
الشاهد	+	نسبة الفقاعات الصاعدة كبيرة	+	تلون بني
عملية السلق لمدة 5 د	+	نسبة الفقاعات الصاعدة قليلة	+	تلون محمر
عملية السلق لمدة 10 د	-	لايوجد	-	-
عملية السلق لمدة 15 د	-	لا يوجد	-	-

الاستنتاجات والمقترحات

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

1- الإستنتاجات:

1) أثبتت الدراسة أن طريقة الحفظ بالتجميد للفول الأخضر من الطرائق الجيدة والتي يمكن اعتمادها بسبب حفاظها على صفات الجودة والصفات الحسية للمنتج وتوفير الفول الأخضر في وقت غير زمن إنتاجه.

2) أظهرت نتائج التحليل الكيميائي أهمية حبوب الفول الأخضر كمصدر هام للتغذية لما تحتويه من المواد البروتينية والسكرية والأملاح المعدنية.

3) أثبتت الدراسة أن نجاح عملية التجميد مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتنفيذ العمليات التحضيرية وخاصة عملية السلق.

4) كانت أفضل العينات من الناحية الحسية هي العينة من الفول الأخضر الوسط والمضاف لها 2% سكر و2% ملح وبزمن سلق عشرة دقائق.

5) حافظت حبوب الفول المجمدة على متوسط مقبول للصفات الحسية لمدة ثلاثة أشهر، بينما لوحظ تدهور كبير في صفة الطعم بعد ستة أشهر .

2- التوصيات:

1) التوسع في دراسة التأثير المثبط للمعاملات التحضيرية التي تسبق عملية التجميد على حبوب الفول للقضاء على البكتريا والفطريات والخمائر وبشكل خاص تلك الممرضة والمسببة لفساد الأغذية.
2) يوصى باستخدام طريقة التجميد للفول أن تكون فترة صلاحية الفول المجمد ما بين ثلاثة وستة أشهر.
3) التأكيد على تفادي إعادة تجميد الفول المزال عنه حالة التجميد، ويفضل في هذه الحالة استخدامه مباشرة بسبب النشاط البكتيري الذي يعاود نشاطه.
4) اقتراح وضع مواصفة قياسية سورية متعلقة بالفول المجمد توصي باستخدام عملية السلق لمدة 10–15 دقيقة وإضافة الملح والسكر بتركيز لايزيد عن 2% .

الملحق

APPENDIX

ملحق رقم (1)

الأجهزة المستخدمة في الاختبارات الكيميائية والميكروبية

الجهاز	الشركة المصنعة	المنشأ
جهاز الترميد	Wise Thermal / Daihan Scientific	كوري
جهاز سوكسلت هنكل	Electromantle	ألماني
جهاز ميكروكلداهل	PRO-NITRO M	اسباني
جهاز التجفيف بالهواء الساخن	Memment	ألماني
جهاز قياس pH الوسط	Jenway / 3510 pH meter	بريطاني
حمام مائي	KOTTERMANN	ألماني
الحاضنة	Genlab Incubator	بريطاني
المثفلة	Tabletop model, IEC 215	ألماني
جهاز تقطير الماء	GENRISTO	بريطاني
الميزان الحساس 0.0001 غ	Mettler Toledo	سويسري
الميزان الحساس 0.01 غ	SARTORIUS	ألماني

ملحق رقم (2)

الأوساط والبيئات المستخدمة في التحاليل الميكروبية

البيئة	الشركة المصنعة	المنشأ
Peptone Water	OXIDO	**أمريكا**
Buffered Peptone Water	LAB	**إنكلترا**
Potato Dextrose agar	Biolife	**إيطاليا**
Brilliant Green Bile Broth	HIMEDIA	**إيطاليا**
Plate Count Agar	TITAN MEDIA	**الهند**
Cetreimide agar	TITAN MEDIA	**الهند**
Fluid Thioglucollate Media	HIMEDIA	**إيطاليا**
Violet Red Bile agar	Biolife	**إيطاليا**

ملحق (3)

فترة الصلاحية العملية بالشهور عند درجات التجميد المختلفة لبعض الخضار.

المنتج	-12°م	-18°م	-24°م
خضراوات			
الهليون	-	24	24<
فاصولياء خضراء	3	12	24<
فاصولياء	-	18	24<
البروكولي	-	15	24<
الكرنب المسلوق	6	15	24<
الجزر	10	18	24<
ذرة مقولحة	-	12	18
ذرة بدون قوالح	4	12	18
بازلاء خضراء	6	24	24<
فلفل أحمر وأخضر	-	6	12
بطاطا-أصابع مقلية	9	24	24<
سبانخ	4	18	24<
بصل		10	15

ملحق(4)

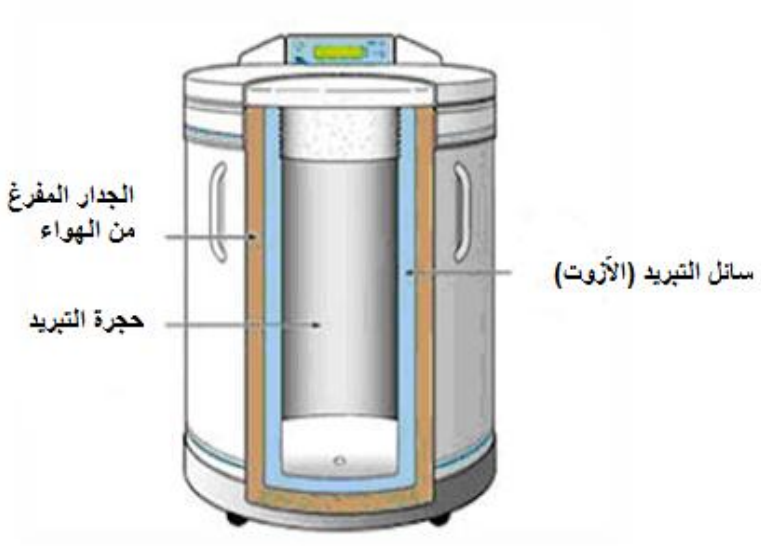
فترة الصلاحية العملية عند درجات حرارة مختلفة.

التفاح	1.2-/0.5-	90-85	5-2 شهر
المشمش	0	90-85	2-1 أسبوع
المانكو	10	90-85	3-2 أسبوع
الموزالناضج	15	90-85	3-1 أسبوع
العنب	1.2-/0.5-	90-85	6-3أشهر
التين	1.2-/0.5-	90-85	10يوم
الكثمرة	8-3	90-85	2-1 شهر
البرتقال	1	90-85	10-8 أسبوع
الجزر	0	95-90	5-4 شهر
البسلة الخضراء	45	90-85	10-8 أيام
الفاصوليا	10-7	90-85	10-8 يوم
السبانخ	0	95-90	14-10 يوم
الخرشوف	1.2-/0.5-	90-85	1شهر
الكرنب	0	95-90	6-3 أسابيع
الخيار	10-7	90-85	3-2 أسبوع
البنجر	0	95-90	3-1 شهر
البطاطا	4-3	90-85	9-6 شهور
البندورة	10-4	90-85	10-7 يوم

ملحق رقم (5)

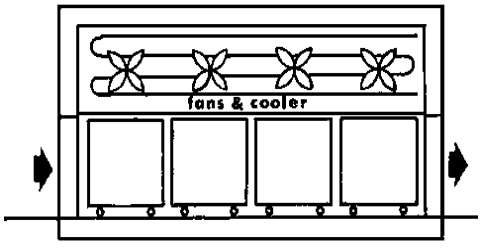
أنواع المجمدات

1- مجمدات السوائل المبردة

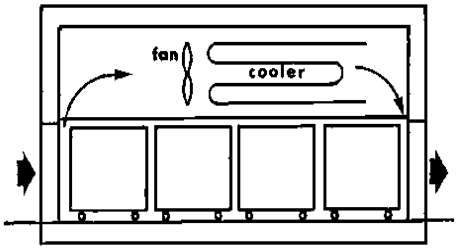


2- مجمدات الهواء البارد

3- مجمدات التجميد الصاعق



Cross-Flow Freezer.



Series-Flow Freezer.

المراجـــــع

REFERENCES

1- المراجع العربية:

- الحسيني، خديجة صادق جعفر.(2012). تأثير السلق والتغليف على محتوى فيتامين C في الباقلاء الخضراء واللوبياء الخضراء المجمدة لفترات مختلفة مجلة الكوفة للعلوم الزراعية المجلد (4) / العدد (1) ص (23 – 30) .
- الخليفة طه، العثمان محمد خير. (2001). تأثير طريقة الزراعة ومعدل البذار في إنتاجية فول الصويا في الأحوال البيئية لمحافظة دير الزور–مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسي– العدد17 –كانون الثاني –ص25.
- العثمان محمد خير. (1996). محاصيل البقول–منشورات جامعة حلب–كلية الزراعة الثانية–ص211.
- العودة كرم، المصري سليمان، الخياط غسان حمادة و سفر عادل. (1994). أسس حفظ الأغذية. منشورات جامعة دمشق.
- المجموعة الإحصائية الزراعة السنوية.(2013). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي.
- المانع، حسن عبد العزي(1998). حفظ الاغذية من الفساد.(عالم الغذاء)–العدد3.
- بوراس، متيادي، أبو ترابي، بسام والبسيط ابراهيم.(2005). إنتاج محاصيل الخضر.الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق.
- تلي غسان . (1995) – أسس حفظ الأغذية – منشورات جامعة البعث.
- جانجي جورج. (2005). التغذية وصحة الإنسان. منشورات جامعة البعث.
- حسن احمد محمد. (2007). اطعمتك هكذا تحفظينها.(عالم الغذاء)– العدد 51.
- حمودة ف .م. (١٩٩٣). اعرف صحتك، النباتات و الأعشاب الطبية كيف نستخدمها، صفحة ٩٧ ، مركز الأهرام للترجمة والنشر، القاهرة.
- حمد نزار.(1992). تقانة تصنيع الأغذية وحفظها،المستشارون في التغذية وتصنيع الأغذية،دمشق ،الجمهورية العربية السورية.
- داغستاني منال. مروان البحرة (2003) التركيب الكيميائي للفول وقشر الفول مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية 19 (1) :43–61.
- رقية نزيه، البودي أحمد. (1997).محاصيل البقول–جامعة تشرين–كلية الزراعة.

- سليق، سمير وعزيزية عبدالحكيم. (2011). التصنيع الغذائي. الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق.
- عبد العزيز، لينا (تأثير المعاملات الأولية في صفات جودة الأرضي شوكي باختلاف طرائق الحفظ، رسالة ماجستير،2012 ،جامعة دمشق).
- عبد الله، عبد المجيد بجأش.(2003) (مقارنة بين المعايير المستخدمة لتحديد جودة بعض الأغذية المجمدة والمبردة، رسالة ماجستير، جمعة الجمهورية اليمنية).
- عزيزية، عبد الحكيم والمغربي لينا. (2012). مبادئ حفظ وتصنيع الأغذية. الجزء النظري. منشورات جامعة دمشق.
- طحلة، محمد خير. محمد، محمد. عبد الله، عبيده. (2011). تأثير عملية التصنيع في النشاط المضاد للاكسدة في البازلياء الخضراء المصنعة. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.27(2):143-153.
- قاسم مصطفى.(1988). مبادئ حفظ الأغذية. الجزء النظري. منشورات جامعة حلب.
- كيال حامد. (1988). انتاج محاصيل الحبوب والبقول-جامعة دمشق.
- يازجي، صباح وعزيزية عبد الحكيم. (2010). تأثير المعاملات الأولية في نوعية السبانخ خلال فترة التخزين المجمد. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.26(1):277-292.

2- المراجع الأجنبية:

Adams, M.R., Moss, M.O. (2000). Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2nd edition.

Amodio, M.L.,Cabezas-Serrano, A.B.and Peri, G. (2011). Post-cutting quality changes of fresh-cut artichokes treated with different anti-browning agents as evaluated by image analysis. *Postharvest Biology and Technology*. **62**(2): 213-220.

A.O.A.C (2000). Official methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists, 17ed Maryland, U.S.A.

A.O.A.C (2006). Official methods of Analysis. In: Horwitz, W., Latimer, G.W. (Eds.), 2005 Current Through Revision 1. 18ed Maryland, USA.

Archer, G.P., Kennedy, C. J. and Wilson, A. J. (1995). Towards predictive microbiology in frozen food systems-a frame work for understanding microbial population dynamics in frozen structures and in freeze-thaw cycles. *International Journal of Food Science and Technology*. 30: 711-729.

Archer, G.P. and Kennedy, C.J.(1998). *Report 2*: Maximising Quality and Stability of Frozen Foods. University of Leeds . Leeds, U.K.

Archer, D.L. (2004). Freezing: an underutilized food safety technology? International Journal of Food Microbiology. 90: 127-138.

Arthey, D. (1993). Freezing of vegetables and fruits. In: Mallett, C.P.2 ed., Frozen Food Technology Chapman and Hall, London, UK.

Ashie, I. N. A., Simpson, B. K.,and Smith, J. P. (1996). Mechanisms for controlling enzymatic reactions in foods. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **36**: 1–30.

Baardsetha Vol.(2003). Quality changes of frozen vegetables. Food Chemistry. Pages 271-282.

Barbara, J. W. (2003). Quality for Keeps: Freezing Vegetables. GH1503. University of Missouri Extension, USA, pp. 1-7.

Barbosa-Cánovas, G.V, Altunakar, B. and Mejía-Lorío, D. J.(2005). Introduction to freezing. In: Barbosa-Cánovas GV, Altunakar B, Mejía-Lorío DJ (Eds.), Freezing of Fruits and Vegetables: An Agribusiness Alternative for Rural and

Semi-Rural Areas. Chapter 1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp.1-36.

Dorfner, R., Ferge, T., Kettrup, A., Zimmermann, R. and Yeretzian, C. (2003). Real-time monitoring of 4-vinylguaiacol, guaiacol, and phenol during coffee roasting by resonant laser ionization time-of-flight mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry*. **51**(19): 5768–5773.

Duc G (1997). Faba bean (Vicia faba L.). Field Crops Research 53: 99-109.

Fellows, P.(2000). In: Food processing technology – principles and practice (2nd ed.), Ellis Horwood, Chichester, UK. pp. 369–380.

Fennema, O. (1982). Effect of processing on nutritive value of food: freezing. In: Rechcigl M Jr(Ed.), Handbook of Nutritive Value of Processed Foods, CRC Press, Boca Raton, FL.**1**:31-44

Fennema, A, et al. (1998). Cauliflower (Brassica oleracea L.), globe artichoke (Cynara scolymus) and chicory witloof (Cichorium intybus) processing byproducts as sources of dietary fiber. *J Sci Food Agric* .**77**:511-518.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2007). FAO Statistical Database.

Fraser, M.A.(2003). PREPARATION: Food Safety. North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7605.

Holdsworth, S.D. (1983). The Preservation of Fruits and Vegetable Food Products, Macmillan Press, London, UK.

Ikeda, H. and Ibaraki, T. (1998). Effects of atmosphere composition on respiration rates, chemical components and keeping quality of broccoli. Bulletin of the Fukuoka Agricultural Research Centre. **17**: 102-105.

Ingham ,B. H.(1994).Freezing fruite and vegetables. Univ. of Wisconsin, Wisconsin Safe Food ,Preservation series ,24 p.

Iqbal, I.A. Khalil, N. Ateeq, M.S.(2006) Khan, Nutritional quality of important food legumes, Food Chem. 97 (2006) 331-335.

ISO 4831. (2006). International standard for Horizontal methods for the detection and enumeration of coliforms — Most probable number technique, 3rd Ed.

ISO 4832. (2006). International standard for Horizontal methods for the enumeration of coliformes – colony count technique, 3rd Ed.

ISO 6611. (2004). International Standard for Enumeration of colony-forming units of yeasts and/or moulds - Colony-count technique at 25 °C, 2ed Ed.

ISO 4833.(2003). International standard for Colony-count technique at 30 °C , 3rd Ed.

ISO 7937. (2004). International standard for Horizontal method for the enumeration of Clostridium perfringens — Colony-count technique, 3rd Ed.

ISO 13720. (2010). International standard for Enumeration of Pseudomonas spp.

Johnston C.,Corte C. and Swan P.(2006). Marginal vitamins status is association during submaximal exe- rcise in young aduts.Dep. of nuti., Arizona state uni. , Mesa,USA.3:35.

Knott CM, Biddle AJ, Mckeown BM (1994). The field bean handbook PGRO, Peterborough.

Labuza, T. P., and Bin, Fu .(1997).Shelf Life Testing:Procedures and Prediction Methods. Chap. 19 in Frozen Food Quality . St. Paul. University of Minnesota. U.S.A, pp. 377-415.

Lawless, H.T., and Heymann, H. (1999). The Sensory evaluation of food principle and practices,Chapman Hall Food Science,Gaithersburg, Maryland. P:451.

Li, B. and Da-Wen, S.(2002). Novel methods for rapid freezing and thawing of foods – a review.*Journal of Food Engineering*. 54(3):175-182

Lund, B. M. 2000. Freezing. In: BM Lund, TC Baird Parker, GW Gould (Eds.), The Microbiological Safety and Quality of Food. Vol 1. Aspen Publishers, Gaithersburg, MD; 122-145.

Lutz. M, Henriquez. C and Escobar.M (2011). Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus L*.), raw and cooked. *Journal of Food Composition and Analysis*. **24**(1): 49-54.

Magni, F. Sessa, E. Accardo, M. Vdri, P.Morazzoni, A. Scarafoni, et al., Conglutin,(2002). broad bean , binds insulin in vitro and reduces plasma glucoselevels of hyperglycemic, J. Nutr. Biochem. 15 (2):646-655.

Menniti FS., Knoth J. And Diliberto EJ. (1986).Role of ascorbic acid in dopamine beta-hydroxylation the en- dogenous enzyme cofactor and putative electron don- or for cofactor regeneration. *J. Biol. Chem*., Vol. 25: 16901-16908.

McFeeters, R. F., Brenes Balbuena, M. and Fleming, H. P.(1995). Softening rates of fermented cucumber tissue: effects of pH, calcium, and temperature. *J. Food Sci*. **60** (4):786-788, 793.

Merghem, Rachid; Jay, Maurice; Brun, Nathalie; Voirin, Bernard (2004). "Qualitative analysis and HPLC isolation and identification of procyanidins from vicia faba". Phytochemical Analysis 15 (2): 95–99.

Oplinger, E. S., et al. 1989. Fava bean. Alternative Field Crops Manual, University of Wisconsin Extension.

Paul, L. Johnson, J. County, R. and Andersen. K.(2009). Freezing vegetables. Montana State University-Bozeman.USA, PP. 25-31.

Pellegrini, N., Chiavaro, E. Gardana, C., Mazzeo, T., Contino, D., Gallo, M., Riso. P., Fogliano, V. and Porrini, M.(2010). Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 58 (7):4310–4321.

Pereira Lima, G.P., Cardoso Lopes, T.V., Miranda Rossetto, M.R.,and Vianello, F.(2009). Nutritional composition, phenolic compounds, nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture subject to thermal treatment. *International Journal of Food Science and Technology*.**44**: 1118–1124.

Persson, P.O. and Löndahl, G. (1993). Freezing technology. In: Frozen Food Technology (Ed. by C.P. Mallett). Chapman and Hall, London, UK, **pp**: 20-58.

Revilla, I., Vivar-Quintana, M.A., and Fuentes-Cuervo, O. (2004). Effect of Processing on texture in Canned Artichokes. ISHS Acta Horticulturae 660:V International Congress on Artichoke.

Roberts, J. Walker, L. T. and Anderson, J.C. (2004). Assessment of Microwave Blanching as a Preparatory Tool for Home Freezing of Yellow Squash (Cucurbita pepo) . Normal, AL: Alabama A&M University, Food and Animal Sciences Department.U.S.A

Sava Bahceci, k., Serpen, A., Gokmen, V. and Acar, J.(2004). Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage. *Journal of Food Engineering*. **66** (2):187-192 .

Science of Food and Agriculture. 81:853–876.

Schafer, W. and Munson, S.T. (2009). Freezing of fruits and vegetables. Extension Service of University of Minnesota.

Seow, C.C., Lee, S.K.(1997). Firmness and color retention in blanched green beans and green bell pepper. *J. Food Qual*.**20**: 329–336.

Sergio, L., Cardinali, A., De Paola, A., and Di Venere, D. (2009). Biochemical Properties of Soluble and Bound Peroxidases from Artichoke.*Food Technol. Biotechnol*.47(1): 32–38.

Toma´ s-Barbera´ n, F. and Espı´n, J.C. (2001). Phenolic compounds and relatedenzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the*

. Turkmen N, Poyrazoglu ES, Sari F, Velioglu YS. (2006). Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. Food Sci Technol. 2006;41(3):281–288.

United States Department of Agriculture. (2004). National Nutrient Database for Standard Reference.

United States Department of Agriculture. (2005). Agricultureal Research Service, USAD Nutrient data base for standard Reference, Release., Beltsville ,MD.Nutrient datd laboratory home page .

United States Department of Agriculture.(2010[a]). Food Safety and Inspection Service, Food Safety Information.

Valencia ,D. G. ;Serrano ,M. P. ;Cennnnnteno ,C. ;Lazaro ,R. and Mateos ,G.G. (2008).Pea protein asa substitute of soya bean protein in diets for young pigs .Livestock Sci.,Vol. 118:1-10.

Van Buren, J. P.(2007). The chemistry of texture in fruits and vegetables. *Journal of Texture Studies*. **10**(1):1–23.

Vered, Y; Grosskopf, I; Palevitch, D; Harsat, A; Charach, G; Weintraub, MS; Graff, E (1997). "The influence of Vicia faba (broad bean) seedlings on urinary sodium excretion". Planta medica 63 (3): 237–40.

Walter, W.M., Fleming, H.p., Thompson, R.L. and Fine, T.I. (1995). Effect of Sodium Chloride Concentration on Calciun uptakw into Brined Cucumbers. *J. Agric.Food Chem*. **25**: 132-146.

Wang, Z. P., Y. M. Lie and Z. Y. Fang. (2001). The changes in sugar, vitamin C and protein content in broccoli during storage. China vegetables. **2**: 27-29.

Yuming, B. ; Xiaomin , Z. and Donald , L. S . (2003) . Enhanced soy bean plant growth resulting from coinoculation of Bacillus strains with Bradyrhizobium japonicum . J. crop sci. ., 43 :2-13 . Quebec , Canada.

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Agriculture

Department of Food Science

Effect of preliminary treatments on the quality parameters of frozen broadbean

Thesis Submitted for Master Degree in Agricultural Science (Food Science)

By

E. Nodar Badran

Under the supervision of

Prof. Dr. Sabah Yaziji

Department of Food Science

Damascus Univ. Faculty of Agriculture

Supervisor

Prof. Dr. Abdulhakim Azizieh

Department of Food Science

Damascus Univ. Faculty of Agriculture

Co- supervisor

2015