



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

**تأثير استخدام معزول بروتين الترمس ومسحوق بذوره في مؤشرات الجودة
للحب كيك والمايونيز**

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في كلية الزراعة

(قسم علوم الأغذية)

إعداد

م. محمد عبد القادر عبد الله

بإشراف

المشرف العلمي

د. روعة طلي

أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية

كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

المشرف المشارك

أ.د. محمد محمد

أستاذ في قسم علوم الأغذية

كلية الهندسة الزراعية - جامعة دمشق

2023 م

تصريح

أصِرّ بأن البحث الموصوف في هذه الرسالة تحت عنوان: " تأثير استخدام معزول بروتين الترمس ومسحوق بذوره في مؤشرات الجودة للكب كيك والمايونيز " لم يسبق أن قُدم للحصول على أي درجة جامعية أخرى، وغير مُقدّم حالياً لذلك، وأنّ كافة العمل، والنتائج المذكورة هي جهودي الشخصية، وبتوجيه من المشرف العلمي والمشرف المشارك وأنّ المراجع التي ذُكرت في الأطروحة نُسبت إلى مصادرها ضمن النصّ وفي قائمة المراجع.

المرشّح

محمد عبد القادر عبد الله

Declaration

To whom it may concern: I declare that the present research work entitled **"Effect using Lupin Protein Isolate and its Seed Powder on Quality Indicators of cupcakes and Mayonnaise"** is a new research work, and has neither been already accepted for any degree, nor has been submitted concurrently for any other degree. All the mentioned results are my own efforts and done by direct supervision of my guides. All the referred literature are cited, and well-documented in the list of references.

Candidate

Mohamed Abdulkadir Abdalla

شهادة

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة:

"تأثير استخدام معزول بروتين الترمس ومسحوق بذوره في مؤشرات الجودة للكب كيك

والمايونيز" جاء نتيجة بحثٍ علميٍّ قام به المرشّح محمد عبد القادر عبد الله بإشراف الدكتورة روعة طلي

الأستاذ المساعد في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة-جامعة دمشق، والدكتور محمد محمد الأستاذ في

قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة-جامعة دمشق، وأنّ المراجع المستخدمة في هذه الرسالة موثّقة أصولاً

ضمن النص.

المشرف العلمي

الدكتورة روعة طلي

المشرف المشارك

الأستاذ الدكتور محمد محمد

المرشّح

محمد عبد الله

Certificate

It is hereby certificated that the work described in this thesis:

" Effect using Lupin Protein Isolate and its Seed Powder on Quality Indicators of cupcakes and Mayonnaise " is the result of the

scientific research done by candidate Mohamed Abdalla under the supervision of Assistant Prof. Rawaa Tlay, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University and Prof. Mohamad Mohamad, Food Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, and any reference to other research works has been duly acknowledged in the text.

Supervision

Assistant Prof. Rawaa Tlay

Co-supervision

Prof. Mohamad Mohamad

Candidate

Mohamed Abdalla

قُدِّمَت هذه الرِّسالة استكمالاً لمتطلّبات نيل درجة الماجستير في قسم علوم الأغذية في كلية الزراعة -جامعة دمشق، وأُجيزت من قبل السّادة أعضاء لجنة الحكم.

This thesis has been submitted as partial fulfillment of the requirements for the Master Degree in Department of Food sciences, Faculty of Agriculture-Damascus University. The thesis has been approved by referee committee.

نُوقِشت هذه الرِّسالة بتاريخ 2023/7/23

لجنة الحكم على الرِّسالة:

أ. د. أنور الحاج علي

عضواً

الأستاذ في قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: كيمياء وتحليل الأغذية.

أ. د. عهد أبو يونس

عضواً

الأستاذ في قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: تكنولوجيا ألبان.

د. روعة طلي

عضواً مشرفاً

الأستاذ المساعد في قسم علوم الأغذية-كلية الزراعة-جامعة دمشق.

الاختصاص: حفظ وتصنيع الأغذية.

الفهرس

الفصل الأول

الجزء التمهيدي (الإطار العام)

1. المقدمة: 2
- إشكالية البحث: 2
- تساؤلات البحث: 3
- فرضيات البحث: 3
- أهداف البحث: 3
- أهمية موضوع البحث: 4
- مبررات البحث (مسوغات البحث): 4
- حدود البحث: 5

الفصل الثاني

لدراسات المرجعية

2. الدراسات المرجعية: 7
- 1.2. الترمس تاريخيًا: 7
- 2.2. مورفولوجيا الترمس: 7
- 3.2. تصنيف الترمس: 8
- 4.2. التركيب الكيميائي للترمس: 8
- 1.4.2 البروتينات والأحماض الأمينية: 8
- 1.1.4.2 الألبومينات: 10
- 2.1.4.2 الغلوبولينات: 10
- 2.4.2 الدهون والأحماض الدهنية: 10
- 3.4.2 السكريات: 12
- 4.4.2 الرماد والمعادن: 14
- 5.4.2 الفيتامينات: 14
- 5.2. العوامل التي تؤثر سلبيًا في التغذية (العوامل المضادة للتغذية): 15
- 1.5.2 القلويدات: 16

17	2.5.2 الفايئات (Phytates):
18	3.5.2 مثبطات البروتياز (Protease Inhibitors):
18	4.5.2 الليكتينات Lectins:
18	5.5.2 السكريات قليلة التعدد (oligosaccharides) عائلة رافينوز (RFOs):
19	6.2 ملوثات بذور الترمس:
19	7.2 القيمة العلاجية:
20	8.2 منتجات الترمس الحلو:
20	1.8.2 مسحوق الترمس الحلو:
21	2.8.2 معزول بروتين الترمس الحلو:
22	3.8.2 مركز بروتين الترمس الحلو:
22	9.2 التطبيقات في الصناعات الغذائية:
23	1.9.2 منتجات المخازن:
26	2.9.2 الكب كيك:
26	3.9.2 اللحوم:
27	4.9.2 المايونيز:
29	1.4.9.2 أكسدة المايونيز:
29	2.4.9.2 التلوث بالسالمونيلا:

الفصل الثالث

مواد وطرائق البحث

32	3. مواد وطرائق البحث:
32	1.3 مواد البحث:
32	2.3 طرائق البحث:
32	1.2.3 تحضير مسحوق الترمس الحلو:
32	2.2.3 نزع الدهن:
32	3.2.3 عزل بروتين الترمس:
33	4.2.3 تصنيع الكب كيك:
34	5.2.3 تصنيع المايونيز:
36	3.3 الاختبارات الكيميائية:
36	1.3.3 تقدير الرطوبة:
36	2.3.3 تقدير البروتين:
36	3.3.3 تقدير الدهن:

36	4.3.3 تقدير الرماد:
36	5.3.3 تقدير الكربوهيدرات:
37	6.3.3 تقدير الأحماض الدهنية:
37	7.3.3 تقدير رقم الـ pH :
38	4.3 الاختبارات الوظيفية:
38	1.4.3 القدرة على ربط الماء Water Absorption Capacity:
38	2.4.3 القدرة على ربط الدهن Oil Absorption Capacity:
38	3.4.3 القدرة على ربط المستحلب Emulsion Absorption Capacity:
39	4.4.3 اختبار الزوجة:
39	5.3 التحليل الميكروبي:
39	1.5.3 التعداد العام للأحياء الدقيقة:
39	2.5.3 تعداد بكتيريا الكوليفورم:
39	3.5.3 التعداد العام للخمائر والفطريات:
40	6.3 اختبارات الحسية:
40	7.3 التحليل الإحصائي:

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

45	4. النتائج والمناقشة
45	1.4 تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تصنيع منتج الكب كيك:
45	1.1.4 الخصائص الوظيفية لمسحوق الترمس الحلو:
45	2.1.4 التركيب الكيميائي لمسحوق الترمس الحلو ودقيق القمح:
46	3.1.4 محتوى مسحوق الترمس الحلو من الأحماض الدهنية:
46	4.1.4 دراسة تأثير استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من مسحوق الترمس الحلو في التركيب الكيميائي لعينات الكب كيك المدروسة:
50	5.1.4 مؤشرات اللون لعينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو:
51	6.1.4 الخصائص الحسية لعينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو:
52	7.1.4 الحمولة الميكروبية لعينات الكب كيك المدروسة خلال مدة التخزين المبرد:
52	1.7.1.4 تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات الكب كيك خلال مدة التخزين المبرد:
53	2.7.1.4 تأثير تدعيم دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تعداد بكتيريا الكوليفورم خلال مدة التخزين المبرد:

3.7.1.4 تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للخمائر والفطريات خلال التخزين المبرد:	52
2.4 تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس في تصنيع المايونيز :	55
1.2.4 الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين الترمس:	55
2.2.4 التركيب الكيميائي لمعزول بروتين الترمس الحلو وبيض المائدة:	55
3.2.4 التركيب الكيميائي لعينات المايونيز المصنعة:	56
4.2.4 تأثير مدة التخزين في مؤشرات جودة المايونيز:	58
1.4.2.4 تأثير مدة التخزين في رقم الـ pH لعينات المايونيز المدروسة:	58
2.4.2.4 تأثير مدة التخزين في قيم الـ TBA لعينات المايونيز المدروسة:	60
3.4.2.4 تأثير مدة التخزين في قيم اللزوجة لعينات المايونيز المدروسة خلال مدة التخزين المبرد:	60
5.2.4 مؤشرات اللون لعينات المايونيز المدروسة:	61
6.2.4 تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس في الخصائص الحسية لعينات المايونيز المصنعة:	62
7.2.4 تأثير التخزين المبرد في الحمولة الجرثومية لعينات المايونيز المدروسة:	63
1.7.2.4 تأثير التخزين المبرد في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات المايونيز المدروسة:	63
2.7.2.4 تأثير مدة التخزين في تعداد بكتيريا السالمونيلا في عينات المايونيز المدروسة:	64
3.7.2.4 تأثير مدة التخزين في التعداد العام للخمائر والفطريات في عينات المايونيز المدروسة:	64

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

5. الاستنتاجات والتوصيات:	67
1.5 الاستنتاجات:	67
2.5 التوصيات:	78

الفصل السادس

المراجع

6. المراجع:	70
1.6 المراجع العربية:	70
2.6 المراجع الأجنبية:	70

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
1	خطة تصنيع الكب كيك المدعم بمسحوق الترمس الحلو	42
2	نسب استبدال بيض المائدة بمعزول بروتين الترمس في عينات المايونيز	43
3	خطة تصنيع المايونيز	44
4	نسبة الماء المضافة إلى عينات المايونيز	44
5	الشروط المستخدمة لعمل جهاز الكروماتوغرافيا	46
6	الخصائص الوظيفية لمسحوق الترمس الحلو	54
7	التركيب الكيميائي لمسحوق الترمس الحلو ودقيق القمح	54
8	تركيب الأحماض الدهنية في مسحوق الترمس الحلو	55
9	المؤشرات الكيميائية لعينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو	57
10	مؤشرات اللون لعينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو	59
11	الخصائص الحسية لعينات الكب كيك المصنعة	60
12	تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات الكب كيك	61
13	تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تعداد بكتيريا الكوليفورم	62
14	تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للخمائر والفطريات	63
15	الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين الترمس الحلو	65
16	التركيب الكيميائي لمعزول بروتين الترمس وبيض المائدة	65
17	التركيب الكيميائي لعينات المايونيز المصنعة	66
18	تأثير مدة التخزين في قيم رقم الحموضة الـ PH لعينات المايونيز المدروسة	69
19	تأثير مدة التخزين في قيم الـ TBA لعينات المايونيز المدروسة	70
20	تأثير مدة التخزين في قيم اللزوجة لعينات المايونيز المدروسة خلال مدة التخزين المبرد	71
21	قيم مؤشرات اللون لعينات المايونيز المدروسة	71
22	التقييم الحسي لعينات المايونيز المدروسة	72
23	التعداد العام للأحياء الدقيقة في عينات المايونيز المدروسة	73
24	تعداد بكتيريا السالمونيلا في عينات المايونيز المدروسة	74
25	التعداد العام للخمائر والفطريات في عينات المايونيز المصنعة	74

فهرس الرسوم والأشكال البيانية

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
50	مخطط تحضير عزل بروتين الترمس الحلو	(1)
51	مخطط تصنيع الكب كيك	(2)
52	مخطط تصنيع المايونيز	(3)
57	المخطط الكروماتوغرافي لتحليل الأحماض الدهنية في زيت الترمس الحلو باستخدام الـ GC	(4)

قائمة الاختصارات

الاختصارات	المصطلحات
TBA	The thiobarbituric acid
WAC	Water Absorption Capacity
OAC	Oil Absorption Capacity
EAC	Emulsion Absorption Capacity
VRB	VIOLET RED BILE AGAR
PDA	Potato Dextrose Agar
GI	<i>Glycemic Index</i>
QAS	Quinolizidine <i>alkaloids</i>
PHOs	Phomopsins
LAB	Lactic acid bacteria

الملخص

نفذ هذا البحث في مخابر قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة جامعة دمشق، وهدف إلى دراسة الخصائص الوظيفية والكيميائية والمحتوى من الأحماض الدهنية لمسحوق الترمس الحلو ومعزول بروتينه وبيان تأثيرهما في الخصائص الكيميائية والوظيفية والحسية ومؤشرات اللون والحمولة الميكروبية لعينات الكب كيك والمايونيز، إذ استُبدل دقيق القمح بنسب متزايدة من مسحوق الترمس الحلو (10، 20، 30، 40%) في تصنيع الكب كيك، وأظهرت النتائج أن لمسحوق الترمس الحلو القدرة على ربط الماء والزيت والاستحلاب، وكان لاستبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو تأثيراً معنوياً في رفع المؤشرات الكيميائية جميعها المدروسة باستثناء الكربوهيدرات لعينات الكب كيك عند ($p \leq 0.05$)؛ إذ ارتفعت النسبة المئوية للبروتين والدهن من (4.55%) و(17.91%) على الترتيب في عينة الشاهد إلى (12.42%) و(19.46%) على الترتيب في العينة المدعمة بنسبة 40%. قُدرت الأحماض الدهنية في زيت الترمس الحلو وبلغت نسبة الحمض الدهني الأوليك (59.45%) وهو الحمض الدهني السائد في زيت الترمس الحلو، وأظهرت نتائج التحليل الميكروبي انخفاضاً في التعداد العام للأحياء الدقيقة والخمائر والفطريات بصورة إيجابية مع زيادة نسبة الاستبدال.

عُزل بروتين الترمس الحلو وفق طريقة نقطة التعادل الكهربائي وبلغت نسبة البروتين المعزولة (92.20%)، لاستبدال البيض في المايونيز باستخدام معزول بروتين الترمس بنسب متزايدة (25، 50، 75، 100%)، أظهرت النتائج أن معزول بروتين الترمس له القدرة على ربط الماء والزيت والاستحلاب، وكان لاستبدال البيض بمعزول بروتين الترمس تأثيراً معنوياً في الخصائص الكيميائية للمايونيز؛ إذ ارتفع المحتوى من البروتين من (2.92%) في عينة الشاهد إلى (15.70%) في العينة 100% معزول بروتين الترمس، كما انخفض المحتوى من الدهن بزيادة نسبة الاستبدال، فضلاً عن ذلك كان لتخزين المايونيز لمدة شهر واحد على درجة حرارة 4⁰م تأثيراً معنوياً في رقم الـ pH لعينات المايونيز؛ إذ انخفضت قيمته مع زيادة مدة التخزين في العينات كلها. أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في قيم الـ TBA؛ إذ ازدادت مع زيادة مدة التخزين وانخفضت مع ارتفاع نسبة الاستبدال بمعزول بروتين الترمس، كما أشارت النتائج إلى وجود فروق معنوية في قيم اللزوجة بين العينات المصنعة.

تأثير استخدام معزول بروتين الترمس ومسحوق بذوره في مؤشرات الجودة للكب كيك والمايونيز

الكلمات المفتاحية: كب كيك، مايونيز، مسحوق الترمس الحلو، معزول بروتين الترمس، المؤشرات الكيميائية، الخصائص الوظيفية، اللزوجة.

الفصل الأول

الجزء التمهيدي

المقدمة:

أدى ارتفاع سعر البروتين الحيواني والأمراض التي تصيب حيوانات إنتاج اللحم إلى خلق مشاكل غذائية في العديد من دول العالم لا سيّما في الدول النامية ودول العالم الثالث، وتعدّ زيادة الإنتاج الحيواني خيارًا غير مستدام لتلبية هذا الطلب نظرًا لتأثيرها البيئي الكبير؛ إذ توفر المنتجات الحيوانية (بما في ذلك اللحوم والبيض ومنتجات الألبان) 37% فقط من البروتين الغذائي، وتشغل حوالي 83% من الأراضي الزراعية العالمية وتولّد ما يصل إلى 58% من الانبعاثات الناتجة عن الانتاج الغذائي، ولذلك فإن إنتاج البروتينات النباتية يحظى باهتمام متزايد في البلدان النامية والمتقدمة على حد سواء بسبب زيادة تطبيقاته الغذائية وغير الغذائية، وازداد الاهتمام بالمحاصيل الزراعية التي تشكل مصدرًا واعدًا ليس للبروتين وحسب وإنما أيضًا العديد من العناصر الغذائية المهمة مثل الفيتامينات والمعادن.

أصبحت البقوليات، وهي أرخص الأطعمة البروتينية وأكثرها وفرة، مصدرًا رئيسيًا للبروتين الغذائي في العديد من البلدان النامية، تحتل البقوليات مكانًا مهمًا في تغذية الإنسان بوصفها مصدرًا رئيسًا للبروتين؛ إذ تسهم بحوالي 5% من إمدادات الطاقة للفرد على مستوى العالم، وتبلغ المساحة المزروعة بالبقوليات 70 مليون هكتار بإنتاج سنوي يبلغ 61 مليون طن متري في العالم، وتأتي البقوليات في المرتبة الخامسة من حيث الإنتاج للحبوب بعد القمح والأرز والذرة والشعير، وتعدّ الهند أكبر منتج ومستهلك للبقوليات عالميًا؛ إذ تمثل حوالي 25 % من الإنتاج العالمي، و 27 % من الاستهلاك العالمي وحوالي 33 % من المساحة المزروعة بالبقوليات في العالم يليها كندا والصين وميانمار والبرازيل.

إشكالية البحث:

بسبب تزايد الصعوبات في توفير الكم الكافي من البروتين الحيواني لتلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة، وبسبب الاتجاه إلى المصادر النباتية بوصفها بديلًا مستقبليًا، ونظرًا لأهمية الترمس الحلو باعتباره نباتًا ذي أهمية غذائية مرتفعة وخاصة محتواه العالي من البروتين، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة إمكانية استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تصنيع منتج الكب كيك، واستبدال البيض بمعزول بروتين الترمس الحلو، وبيان أهمية ذلك في رفع القيمة الغذائية وتحسين الخصائص الحسية والوظيفية للمنتجات المصنعة.

تساؤلات البحث:

- ما تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق بروتين الترمس الحلو في الخصائص الكيميائية والحسية ومؤشرات اللون لمنتج الكب كيك بمدة التخزين؟
- هل هناك فروقات ذات دلالة إحصائية في الحمولة الميكروبية للكب كيك المدعم بمسحوق الترمس الحلو بمدة التخزين بالتبريد؟
- هل هناك فروقات ذات دلالة إحصائية في الخصائص الكيميائية والحسية وخصائص اللون والحمولة الميكروبية لمنتج المايونيز المدعم بمعزول بروتين الترمس الحلو بمدة التخزين بالتبريد؟
- ما هي نسبة الاستبدال المثلى لدقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو التي حافظت على صفات جودة منتج الكب الكيك بمدة التخزين بالتبريد؟
- ما هي نسبة الاستبدال المثلى للبيض بمعزول بروتين الترمس التي حافظت على صفات جودة منتج المايونيز بمدة التخزين بالتبريد؟

فرضيات البحث:

رفع القيمة الغذائية والمحتوى البروتيني وتحسين الخصائص الحسية والوظيفية لمنتجي الكب كيك والمايونيز المخزنين بالتبريد لمدة شهر واحد.

أهداف البحث:

1. دراسة بعض المؤشرات الكيميائية الوظيفية لمعزول بروتين الترمس الحلو ومسحوق الترمس الحلو.
2. دراسة تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس الحلو بنسب مختلفة (25، 50، 75، 100%) في الخصائص الكيميائية والوظيفية والحسية ومؤشرات اللون للمايونيز.
3. دراسة تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو بنسب مختلفة (10، 20، 30، 40%) في الخصائص الكيميائية والحسية ومؤشرات اللون للكب كيك.
4. دراسة تأثير التخزين لمدة شهر واحد عند درجة حرارة (4°م) في الحمولة الميكروبية (التعداد العام للأحياء الدقيقة وتعداد الخمائر والفطور) للمنتجات المصنعة (الكب كيك والمايونيز).

أهمية موضوع البحث:

نظرًا لارتفاع سعر البروتين الحيواني وعدم القدرة على تلبية الطلب المتزايد على الغذاء خلق مشاكل غذائية في العديد من الدول ولذا كان من المفترض البحث عن مصدر آخر لتعويض النقص في المدخول من البروتين، ويعد الترمس الحلو نباتًا ذا قيمة اقتصادية وزراعية ومصدرًا جيدًا للبروتينات والدهون والألياف الغذائية والمعادن والفيتامينات؛ إذ أعطى التدعيم بالترمس تأثيرًا إيجابيًا في جودة المنتج مقارنة بالتدعيم بالصويا من حيث زيادة نسبة البروتين والأحماض الأمينية الأساسية وخاصة اللايسين وزيادة معدل هضم البروتين.

مبررات البحث (مسوغات البحث):

1. يُعدُّ البروتين النباتي هو الأساس في التغذية في الدول النامية نظرًا لارتفاع سعر البروتين الحيواني.
2. يُعدُّ الترمس الحلو نباتًا ذا قيمة اقتصادية وزراعية ومصدرًا جيدًا للبروتينات والدهون والألياف الغذائية والمعادن والفيتامينات.
3. تتميز بروتينات البقوليات بأنها غنية باللايسين وتفتقر إلى الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت.
4. تراجع الثقة في فول الصويا المعدل وراثيًا وارتفاع الطلب على البقوليات لمحتواها العالي من البروتين.
5. يحتوي الترمس على مستويات منخفضة من المكونات غير المرغوب فيها (مضادات التغذية).
6. يمتاز بروتين الترمس بطول السلسلة المكونة له وتماسكها بعكس بروتينات الحبوب الأخرى، كما يمتاز بقدرته على الاحتفاظ بالماء والالتصاق بالدهون، ما يجعله مناسبًا لعمليات الاستبدال والتدعيم.
7. يُعدُّ معزول بروتين الترمس الحلو من أنقى أنواع البروتين التي يمكن الاستحصال عليها وهو خالٍ من النكهة البقولية والطعم المر.
8. على عكس الحبوب الأخرى يحتوي الترمس على نسبة منخفضة من النشاء.
9. يحتوي الترمس على بعض المركبات الكيميائية النباتية ذات القدرة المضادة للأكسدة.
10. لا يحتوي الترمس على الغلوتين، من ثم يستخدم في بعض الأحيان استخدامًا وظيفيًا في الأطعمة الخالية من الغلوتين.

حدود البحث:

- كُتبت الدراسة المرجعية بين شهري أيلول و كانون الأول لعام 2020م.
- أُمّنت المواد الأولية لإجراء الدراسة بين شهري كانون الثاني وشباط لعام 2021م.
- أُمّنت المواد اللازمة للاختبارات الكيميائية بين شهري آذار وأيار لعام 2021م.
- حُصّر مسحوق الترمس الحلو في شهر حزيران لعام 2021م.
- غُزل بروتين الترمس الحلو بين شهري تموز وتشرين الأول لعام 2021م.
- صُنّع الكب كيك وحُزّن لمدة شهر واحد بالتبريد ابتداءً من شهر تشرين الثاني لعام 2021م.
- أُجريت الاختبارات على منتج الكب كيك أسبوعياً خلال مدة التخزين في شهر تشرين الثاني لعام 2021م.
- صُنّع المايونيز وحُزّن لمدة شهر واحد بالتبريد ابتداءً من شهر كانون الثاني لعام 2022م.
- أُجريت الاختبارات على منتج المايونيز أسبوعياً خلال مدة التخزين في شهر كانون الثاني لعام 2022م.
- كُتبت مقالة نشرت في مجلة جامعة دمشق بين شهري شباط وحزيران لعام 2022م.
- أُجري التحليل الإحصائي للنتائج بين شهري أيار وآب لعام 2022م.
- نوقشت النتائج بين شهري أيلول و كانون الأول لعام 2022م.
- كُتبت الرسالة بين شهري كانون الثاني ونيسان لعام 2023م.

الفصل الثاني

الدراسات المرجعية

2. الدراسات المرجعية:

1.2. الترمس تاريخياً:

استخدم المصريون والرومان واليونانيون الترمس بوصفه سماداً للتربة؛ إذ إنّ لهذا النبات القدرة على النمو في التربة الرملية الفقيرة والحمضية وفي الظروف الجوية السيئة. في عصور ما قبل كولومبوس (قبل وصول الأوروبيين إلى أمريكا)، استُخدم الترمس مصدراً للغذاء لسكان الأمريكيتين، وكانوا يقومون بنقعه ثمّ طهيه لإزالة الطعم المر الناتج عن وجود القلويدات (قلويدات كينوليزيديين) في الترمس (Uauy et al., 1995).

ذكر العديد من الباحثين أنّ استخدام بذور الترمس للاستهلاك والأغراض الطبية كان موضع اهتمام لأكثر من 3000 عام حول البحر الأبيض المتوسط. يُعد الترمس الأبيض أطول أنواع المحاصيل المعروفة في التاريخ، وعُرف جنس الترمس بين مزارعي بحر إيجه بـ 400 عام قبل الميلاد (Prusinski., 2017).

تضاعف الاهتمام بالترمس في أثناء وبعد مدّة الحرب العالمية الأولى بسبب نقص الغذاء في ألمانيا، إذ شكّل مصدراً بديلاً للبروتين، ومع زيادة الاهتمام بالترمس أبدى العلماء في معهد أبحاث KaiserWilhelm اهتماماً بالبحث عن طرائق لتقليل المحتوى من القلويدات في الترمس، وتمكنوا من تقليل محتوى القلويدات من النسبة التقليدية 1-3% إلى أقل من 0.02% (Uauy et al., 1995).

نظراً لقدرة الترمس على تثبيت النيتروجين، يُعدّ الترمس محصولاً تناوبياً حاسماً لاستدامة بعض أنظمة الزراعة، مثل القمح والحبوب الأخرى في أستراليا وأوروبا (French et al., 2008).

2.2. مورفولوجيا الترمس:

للترمس أنواع عديدة بعضها عبارة عن نباتات سنوية، في حين أنّ معظم الأنواع الأخرى نباتات عشبية معمرة وقليل منها عبارة عن شجيرات، يتراوح ارتفاع النبات بأنواعه المختلفة من 0.2 - 1.5 متراً مع بعض الشجيرات التي يصل ارتفاعها إلى 2.5 متراً (Australian Government Department of Health and Aged Care., 2023).

تختلف أصناف الترمس اختلافاً كبيراً في الحجم والشكل (دائري، بيضاوي، ومسطح)، واللون (أبيض، بني، ورمادي) (Kurlovich et al., 2002).

تحتوي نواة بذور الترمس على بنية ثنائية الفلقة، تحتزن غالبية الطاقة في جدار الخلية السميك، والتي تشكل 25% تقريبًا من الطاقة المخزنة وكذلك في الأجسام الدهنية (Pettersson., 2004).

البذور مغطاة بقشرة سميكة تتكون أساسًا من السيللوز (21 – 27%)، الهيمي سيللوز (4 – 11%) وجزء ثانوي من اللغنين (34-0.35%) (Parmdeep et al., 2016; Bähr et al., 2014) ويشكل غلاف بذرة الترمس الجزء الأكبر من إجمالي وزن البذرة مقارنة بمحاصيل الحبوب الزراعية الأخرى (Pettersson., 2004).

3.2. تصنيف الترمس:

يتبع نبات الترمس لجنس الترمس (*Lupin*)، عائلة الفوليات (*Fabaceae*)، رتبة البقوليات (*Leguminosae*)، ويضم ما يقارب من 400 نوع (Holden et al., 2005).

4.2. التركيب الكيميائي للترمس:

يعد التركيب الكيميائي لبذور الترمس استثنائيًا، فهي تحتوي على نسبة عالية من البروتينات والألياف القابلة للذوبان، وعلى عكس الحبوب الأخرى، تحتوي على نسبة منخفضة من النشاء (Pettersson et al., 1997). قام Erbas وآخرون (2005) بدراسة بعض الخصائص الطبيعية والكيميائية لبذور الترمس الأبيض، وبيّنت النتائج أنّ الترمس يحتوي على: البروتين 40%، الألياف 6.5%، الدهون 5.95%، الرماد 2.65%، الكربوهيدرات 43%، كما تحتوي بذور الترمس أيضًا على الثيامين والريبوفلافين والنياسين بما يعادل (2.3، 3.9)، 39 مغ/100 غ)، على الترتيب، ويعد ارتفاع محتوى الأرجينين سمة مميزة لبروتين الترمس (Sedláková et al., 2016).

1.4.2 البروتينات والأحماض الأمينية:

أثارت بروتينات الترمس كثيرًا من الاهتمام بسبب تأثيرها الوظيفي والغذائي في المنتجات التي يدخل الترمس في تصنيعها، وتتضمن بعض هذه الخصائص الوظيفية قابلية ذوبان البروتين، تشكيل الرغوة والميل للتبلور (Muranyi., 2016).

تقدم بروتينات الترمس ما يسمى بالخصائص التكنولوجية في المنتجات الغذائية. الخصائص التكنولوجية المهمة للبروتينات هي على سبيل المثال القدرة على الترطيب، وخصائص الرغوة والاستحلاب، وقابلية الذوبان التي تجعل هذا البروتين النباتي واعدًا لاستخدامه في صناعة الغذاء، لذلك ومنذ القرن العشرين تُستخدم منتجات الترمس في الأغذية المختلفة لتحسين الصفات الحسية للمنتجات. تؤثر العديد من العوامل الجوهريّة (تسلسل الأحماض الأمينية، وتركيب البروتين) والعوامل الخارجية (القوة الأيونية، درجة الحرارة، درجة الحموضة) في الخصائص التكنولوجية الوظيفية للبروتينات (Cheftel *et al.*, 1992).

بصرف النظر عن المحتوى من البروتين، تعتمد جودة البروتين اعتمادًا أساسيًا على تكوين وتوزيع الأحماض الأمينية وقابلية هضم البروتين، من ثم فإنّه من المهم مراعاة تركيب الأحماض الأمينية فضلًا عن الكمية الإجمالية للبروتين، يحتوي بروتين الترمس على الأحماض الأمينية الأساسية جميعها (ثريونين، فالين، ميثيونين، إيزولوسين، لايسين، فينيل ألانين، تربتوفان) والأحماض الأمينية شبه الأساسية (أرجينين وهستيدين)، مما يظهر القيمة البيولوجية العالية لبروتينات الترمس (Muranyi., 2016).

كما هو الحال في عائلة البقوليات فإنّ بروتين الترمس فقير بالأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت كالميثيونين والسيسيتين، كما أنّ نسبة الأحماض الأمينية الفالين والتربتوفان منخفضة نسبيًا، في حين يعتبر بروتين الترمس غنيًا باللايسين، ويحتوي بروتين الترمس على نسبة عالية من حمض الجلوتاميك والأسبارتيك والأرجينين (Uauy *et al.*, 1995; Getachew., 2009; Manickavasagan and Thirunathan., 2020).

أهم بروتينين في الترمس هما بروتين الألبومين والغلوبيولين بنسبة (9:1) (Arnoldi and Greco., 2011)؛ إذ يشكل الغلوبولين حوالي 90% من محتوى البروتين الكلي ويشكل الألبومين نسبة 10% الباقية (Duranti *et al.*, 2008; Czubinski and Feder., 2019).

بروتين البقول هو بروتين سداسي يتكون من سلسلتين من الببتيد متصلتين ببعضهما البعض عبر رابطة ثنائية الكبريتيد، وهو غير قابل للذوبان في الماء، ولكنه قابل للذوبان في الأحماض والقلويات الضعيفة (Muranyi., 2016).

بروتينات التخزين الرئيسية في بذور الترمس يشار إليها بـ *conglutins*، وتصنف إلى أربع عائلات رئيسة (δ , γ , β , α)، ويمكن أن يؤثر التباين في وفرة هذه العائلات البروتينية على الخصائص الغذائية والعناصر النشطة بيولوجيًا لأنواع الترمس المختلفة (Tahmasian *et al.*, 2022).

1.1.4.2 الألبومينات:

الألبومينات قابلة للذوبان بسهولة في الماء وتكون نقطة التعادل الكهربائي ضمن نطاق الأس الهيدروجيني من (4.3-4.6). تعمل العديد من ألبومينات بذور الترمس بمثابة إنزيمات أيضية (مثل الليكتين)، كما أن لها أثرًا مهمًا في آلية الدفاع عن النباتات (Duranti *et al.*, 2008).

يتميز كونغلوتين- δ في بروتين الألبومين بكميات عالية تميزًا ملحوظًا من الحمض الأميني الأساسي لاليسين (Muranyi., 2016).

يتميز كل من كونغلوتين- δ و كونغلوتين- γ على الترتيب بكميات عالية من الحمض الأميني الأساسي ثريونين مقارنة بالكونغلوتينات الأخرى (Burchardi and Larsen., 2004; Biesalski *et al.*, 2004).

2.1.4.2 الغلوبولينات:

يمثل الغلوبولين بروتينات التخزين الرئيسية في بذور الترمس، وعلى عكس الألبومين فإن الغلوبولين غير قابل للذوبان في الماء النقي ولكنه قابل للذوبان قليلًا في المحاليل الملحية (Muranyi., 2016). باستخدام كروماتوغرافيا التبادل الأيوني اتضح أن الكونغلوتين (α -conglutin) يشكل نسبة 76.6% من إجمالي الغلوبولين (Lqari *et al.*, 2002).

لابد من التنويه إلى أن حجم ومقادير الغلوبولين مميزة لكل نوع من البقوليات وتختلف داخل أنواع الترمس (Freitas *et al.*, 2007).

2.4.2 الزيت والأحماض الدهنية:

على الرغم من أن الترمس ينتمي إلى البقوليات ولا يوصف بأنه محصول من البذور الزيتية، إلا أنه يحتوي على كمية كبيرة من الزيت في بذوره (Uzun *et al.*, 2007)، ويختلف محتوى الزيت والأحماض الدهنية في

بذور الترمس بصورة كبيرة بالاختلاف بين الأنواع (Erbaş et al., 2005; Trugo et al., 2016; Curti et al., 2018)؛ إذ يتراوح المحتوى من الزيت في بذور الترمس من 4 إلى 21% (Erbaş et al., 2005; Chiofalo et al., 2018)؛ عمومًا فإن مستوى الزيت في الترمس أقل بكثير من مستوى الزيت في فول الصويا (Dijkstra., 2016; Liu., 2016)، ومع ذلك فهي أعلى بكثير من معظم البقوليات الأخرى (Sathe., 2016).

يحتوي *L.luteus* و *L.angustifolius* و *L.albus* على محتوى منخفض من الزيت نسبيًا، في حين يحتوي *L.mutabilis* على محتوى أعلى من الزيت وبذلك يماثل فول الصويا في بعض الأصناف. ذكر Carvajal-Larenas وآخرون (2016) أن محتوى الزيت في الأنواع (*L.luteus*, *L.albus*, *L.angustifolius*, *L.mutabilis*) بلغ (5.5، 6.3، 11.2، 18.9) غ/100 غ، على الترتيب على أساس الوزن الجاف.

لا يوجد فرق معنوي في محتوى الزيت بين الصنفين *L.luteus* و *L.angustifolius*، كما أن الفرق بين الأصناف بما في ذلك *L.albus* قليل للغاية (Fraser et al., 2005; Chiofalo et al., 2012; Musco., 2017). ومع ذلك يُظهر محتوى الزيت في أصناف *L.mutabilis* تباينًا كبيرًا يتراوح من 13.0 إلى 24.6 غ / 100 غ على أساس الوزن الجاف الذي يُعزى جزئيًا إلى عوامل وراثية وزراعية (Carvajal-Larenas., 2016). يُعد المحتوى من الأحماض الدهنية المشبعة منخفضًا في زيت الترمس، في حين يُعد مصدرًا جيدًا للأحماض الدهنية غير المشبعة (Erbaş et al., 2005; Calabrò et al., 2015; Trugo et al., 2016). ويُعد محتوى الأحماض الدهنية المشبعة في زيت الترمس أقل من العديد من الدهون النباتية بما في ذلك زيت فول الصويا والسمسم والزيتون وزيت القمح (Erbaş et al., 2005).

الأحماض الدهنية السائدة في الأنواع الأربعة جميعها هي حمض الأوليك (C 18:1، ω-9) وحمض

اللينوليك

(C 18:2,ω-6) يليهما حمض ألفا لينولينيك (C 18:3,ω-3) وهي من الأحماض الدهنية غير المشبعة (Chiofalo *et al.*, 2012; Carvajal-Larenas., 2016; Trugo *et al.*, 2016). توصل Petterson وآخرون (1998) إلى أن بذور الترمس تحتوي على: أحماض دهنية مشبعة 13.5%، أحماض دهنية أحادية غير مشبعة 55.4%، أحماض دهنية عديدة عدم الإشباع 31.1%.

توجد الأحماض الدهنية المشبعة بنسبة 10%، في حين تبلغ نسبة إجمالي الأحماض الدهنية غير المشبعة 90%، يشكل حمض الأوليك (C 18:1) منها نسبة (32- 50%)، و حمض اللينوليك (C 18:2) (17- 47%)، وحمض اللينولينيك (C 18:3) 3- 11% (Bhardwaj *et al.*, 1998; Hamama and Bhardwaj., 2004).

تُعد الأنواع *L.angustifolius* و *L.luteus* غنية بـحمض اللينوليك (Chiofalo *et al.*, 2012; Curti *et al.*, 2018) في حين تحتوي الأنواع *L.albus* و *L.mutabilis* على مستويات عالية من حمض الأوليك (Carvajal-Larenas *et al.*, 2016; Trugo *et al.*, 2016).

بناءً على المحتوى من الأحماض الدهنية فإن الزيت المستخلص من *L.albus* و *L.mutabilis* يُظهر تشابهاً أكبر مع زيت الفول السوداني (Erbaş *et al.*, 2005)، في حين يشبه الزيت المستخلص من النوعين *L.luteus* و *L.angustifolius* زيت الذرة (Trugo *et al.*, 2016).

تُعد نسبة الأحماض الدهنية (ω-6 and ω-3) عاملاً مهماً في الوقاية من العديد من أمراض التمثيل الغذائي بما في ذلك أمراض القلب التاجية (Simopoulos., 2002; Huerta-Yépez *et al.*, 2016).

3.4.2 السكريات:

تحتوي بذور الترمس على كميات مرتفعة من السكريات الذائبة المتاحة مقارنة بالقمح والبقوليات الأخرى، باستثناء فول الصويا (Martínez-Villaluenga *et al.*, 2006).

على عكس البقوليات الأخرى، فإن بذور الترمس خالية من النشاء تقريباً، ما يجعل كربوهيدرات الترمس مفيدة من الناحية التغذوية (Arnoldi and Greco., 2011)، كما تحتوي على مستويات أعلى من السكريات

غير النشوية القابلة للذوبان (30-40%) (Erbaş et al., 2005)، ويمكن تصنيف النشاء الموجود بكميات قليلة على أنه نشاء مقاوم ما يعني أنه يهضم ببطء من ثم يطلق الجلوكوز تدريجيًا في الدم (Trugo et al., 2016)، لذلك فإن معظم الكربوهيدرات التي تسود البذور الناضجة هي السكريات قليلة التعدد (oligosaccharides) والسكريات غير النشوية وخاصة في بنية جدار الخلية، السكريات قليلة التعدد الموجودة في الفلقات هي السكروز والغالكتوزيدات غير القابلة للهضم من عائلة الرافينوز (Trugo et al., 2016).

تُعد السكريات مكونًا رئيسيًا لجدار الخلية المحيط بالعصارة الخلوية، ونظرًا لتركيب السكريات المتعددة يعد الترمس من المصادر الغنية بالألياف؛ إذ تمثل الألياف الغذائية ما نسبته 40% من وزن نواة الترمس الأبيض وهو مستوى أعلى من معظم الخضروات الأخرى، (Getachew., 2009; Phan et al., 2007). إن أكثر من 80% من الألياف الغذائية في الترمس غير قابلة للذوبان مع نسبة ألياف قابلة للذوبان أقل من 10% (Belski., 2012; Martínez-Villaluenga et al., 2006 ; Musco., 2017).

ذكر Bähr وآخرون (2014) أن بذور الترمس تحتوي على ما يقارب 39% من الألياف، وتتكون من 75-80% من الألياف القابلة للذوبان، و18-25% من الألياف غير القابلة للذوبان، و5-9% من الهيمي سيللوز. يختلف محتوى الألياف في الترمس اختلافًا كبيرًا بين الأنواع والأصناف (Martinez-Villaluenga et al., 2006)، إذ احتوى الصنف *L. mutabilis* على أقل محتوى من الألياف (8.2%) على أساس الوزن الجاف بين الأنواع الأربعة الرئيسة، في حين احتوى الصنف *L. Angustifolius* على أعلى نسبة (16%) على أساس الوزن الجاف (Carvajal-Larenas., 2016).

للترمس أدنى مؤشر لنسبة السكر في الدم (GI) مقارنة مع أنواع الحبوب الأخرى التي يتم تناولها بشكل شائع (Getachew., 2009; Phan et al., 2007)، ووفقًا لمعظم الدراسات المنشورة حتى الآن، فإن الترمس يخلو من الكربوهيدرات المتاحة، والكربوهيدرات الرئيسة في البذور الناضجة هي السكريات قليلة التعدد والسكريات غير النشوية، التي تنتج أساسًا عن جدران الخلايا من ثم فإن مؤشر نسبة السكر في الدم للترمس يقترب من الصفر تقريبًا (Visvanathan et al., 2020).

بسبب هذه الخصائص توفر كربوهيدرات الترمس مادة مفيدة لإنتاج أغذية خاصة عالية المحتوى من الألياف للإنسان، ويمكن لهذه الألياف المدمجة في المنتجات الغذائية أن تقيد وظائف الأمعاء بتقليل مخاطر الإصابة بسرطان القولون وتعزيز صحة الجهاز الهضمي، ولها القدرة على خفض مستويات الكوليسترول في الدم (Sedláková *et al.*, 2016; Ruiz-López *et al.*, 2019).

4.4.2 الرماد والمعادن:

يتراوح المحتوى من الرماد في أنواع الترمس بين 3.0 و 3.9 غ / 100 غ من على أساس الوزن الجاف ويحتوي الصنف *L.mutabilis* على أعلى قيمة للرماد بينما تحتوي الأصناف *L.albus* و *L.angustifolius* أقل قيمة (Carvajal-Larenas., 2016).

يتراوح المحتوى من المعادن في أصناف الترمس بين (120 و 330) مغ/100 غ من الكالسيوم، المغنيزيوم (90-330) مغ/100 غ، الفوسفور (210-900) مغ/100 غ، الصوديوم (3-11) مغ/100 غ، البوتاسيوم (280-1400) مغ/100 غ، المنغنيز (2.1-377) مغ/100 غ، الحديد (2.1-15) مغ/100 غ، الزنك (2.2-8.2) مغ/100 غ، النحاس (0.25-1.2) مغ/100 غ (Pettersen, 2015; Carvajal-Larenas., 2016). عمومًا بالمقارنة مع الحبوب الأخرى فإن الترمس يحتوي على نسبة أعلى من الكالسيوم والفوسفور (Carvajal-Larenas., 2016).

لوحظ تباين واسع في المحتوى من المنغنيز في الصنف *L.albus* (3.2-377 مغ/100 غ) عند مقارنته بأنواع الترمس الرئيسية الأخرى التي تراوح محتوى المنغنيز فيها بين (2.1-8.6 مغ / 100 غ وزن جاف) (Pettersen., 2015; Carvajal-Larenas., 2016).

5.4.2 الفيتامينات:

يمكن اعتبار بذور الترمس مصدرًا جيدًا لفيتامين B، إذ يُعد استهلاك 100 غرام من بذور الترمس قادرًا على تلبية ما يقارب من 50% من الثيامين (B₁) و 30% من النياسين (B₃) و 20% من الريبوفلافين (B₂) (Erbaş *et al.*, 2005). يحتوي الترمس على أعلى محتوى من النياسين وأقل محتوى من الثيامين بالمقارنة مع الفاصولياء

والعدس وفول الصويا والقمح، وبالنسبة للمحتوى من الريبوفلافين فهو أعلى من القمح والفاصولياء وأقل من العدس وفول الصويا (Erbaş *et al.*, 2005).

يشابه المحتوى من فيتامين E في زيت الترمس المحتوى في فول الصويا، وأقل من زيت عباد الشمس وزيت بذور اللفت (Johnson *et al.*, 2017).

5.2. العوامل التي تؤثر سلبًا في التغذية (العوامل المضادة للتغذية):

تُعرف العوامل المضادة للتغذية على أنها مركبات موجودة في الغذاء أو الأعلاف التي تحد من استخدام المغذيات بما في ذلك الهضم والامتصاص (Soetan and Oyewole., 2009; Mello., 2000). تُعدّ العوامل المضادة للتغذية من المشاكل الرئيسية الناشئة عن استخدام النباتات بوصفها مصادرًا للعناصر الغذائية في النظام الغذائي وذلك لإحتوائها على بعض المركبات الثانوية المشتقة من عملية التمثيل الغذائي؛ إذ يمكن أن يكون لهذه المركبات آثار ضارة في نمو الإنسان وأدائه بإعاقه تناول الأطعمة الأخرى أو امتصاصها أو التسبب في عدم الراحة والتوتر لدى البشر (Pihlanto *et al.*, 2017; Prusinski., 2017; Fernandez-) (Orozco *et al.*, 2008).

تؤثر الأنواع النباتية، والممارسات الزراعية والعوامل البيئية والمعالجات الصناعية في مستويات هذه العوامل المضادة للتغذية (Soetan and Oyewole., 2009). يمكن تقسيم العوامل المضادة للتغذية إلى مجموعتين رئيسيتين: مركبات تتأثر بالمعاملات الحرارية والمركبات الثابتة التي لا تتأثر بالمعاملات الحرارية، تتكون العوامل المضادة للتغذية المتأثرة بالحرارة من (الصابونين، اللكتين، مثبط البروتينات) وهذه المركبات يتم تدميرها أو تقليلها في أثناء المعالجة الحرارية (Karnpanit., 2016)، في حين تشمل المجموعة الثابتة في أثناء المعاملات الحرارية حمض الفايتيك، البولي فينولات (التانين بشكل رئيس)، والسكريات قليلة التعدد من عائلة الرافينوز، وقلويدات الكينوليزيديين (Quinolizidine alkaloids) (Mello., 2000).

يحتوي الترمس على مستويات منخفضة من المكونات غير المرغوب فيها، مثل حمض الفايتيك، ومثبطات

التربسين، والصابونين بالمقارنة مع البقوليات الأخرى (Martínez-Villaluenga *et al.*, 2006 ; Fernandez-Orozco *et al.*, 2008).

1.5.2 القلويدات:

تتنتمي القلويدات الرئيسية الموجودة في الترمس بشكل عمومًا إلى عائلة الكينوليزيديين، قلويدات كينوليزيديين Quinolizidine alkaloids (QAs)، وهي مكونة من حوالي 100 مكون مر من نواتج عمليات الاستقلاب الثانوية وتشكل على هيئة هيكل ثنائي الحلقات وثلاثي الحلقات ورباعي الحلقات. يختلف محتوى هذه القلويدات باختلاف الأنواع، يتراوح محتوى القلويدات في الأصناف المرة بين 0.5% - 6%، وفي الأصناف الحلوة يكون أقل من 0.02% (Pereira *et al.*, 2022). قلويدات الكينوليزيديين الرئيسية في الترمس هي (lupanine، sparteine، multiflorine، angustifoline) (Boschin and Resta., 2013).

تعمل القلويدات في النبات كوسيلة دفاع ضد الحيوانات العاشبة؛ إذ إنها مرّة وسامة لهذه الحيوانات، علاوة على ذلك، في أثناء نمو النبات يتغير تركيز القلويد في أجزاء النبات المختلفة (الأوراق، والجذور، والسيقان)، ليصل إلى أعلى قيمة في مرحلة الإزهار (Prusinski., 2017). أما بالنسبة للإنسان والحيوان، حظيت قلويدات الكينوليزيديين (QAs) باهتمام كبير؛ إذ تتمتع بطعم مرّ جدًا وقد تكون سامة في الجرعات العالية (Czubinski and Feder., 2019)؛ إذ تؤثر قلويدات الكينوليزيديين في مضخات (الصوديوم - بوتاسيوم) ما يؤدي إلى ظهور أعراض على الجهاز الهضمي والعصبي والجهاز التنفسي (De Cortes Sánchez *et al.*, 2005; Getachew., 2009)، وقد تشمل أعراض التسمم التي تسببها قلويدات الكينوليزيديين الشعور بالضيق والغثيان وتوقف التنفس والاضطرابات البصرية والترح وتلف الكبد والضعف التدريجي والغيوبة (Nigussie., 2012).

لتجنب المشاكل الصحية الخطيرة للقلويدات في الترمس، وضعت العديد من البلدان حدودًا قصوى لوجود هذه المركبات في المنتجات التي تحتوي على الترمس، على سبيل المثال حددت فرنسا والمملكة المتحدة وأستراليا ونيوزيلندا حدًا أقصى يصل إلى 200 مغ / كغ من البذور (Resta *et al.*, 2008; Knecht *et al.*, 2020).

على الرغم من أن القلويدات الموجودة تمثل مشكلة فيما يتعلق بصناعة الأغذية، إلا أنه يمكن عدها أيضًا مصدرًا محتملاً للجزيئات النشطة ذات القيمة في صناعة المستحضرات الصيدلانية؛ إذ وصفت بالفعل على أنها تحتوي على خصائص مضادة للطفرات ومضادة للبكتيريا ومضادة للفطريات ومضادة للسرطان ومضادة للالتهابات (Magalhães et al., 2017). وُجد أيضًا أن اللوبانين يزيد من إفراز الأنسولين عن طريق الغلوكوز، ليصبح أداة في علاج مرض السكري من النوع الثاني (Wiedemann et al., 2015)، وأن السبارتين (قلويد موجود بكميات صغيرة في الترمس الذي يمكن الحصول عليه من الترمس بسهولة) لديه القدرة على أن يكون مضادًا للاختلاجات (Villalpando-Vargas and Medina-Ceja., 2015).

بمقارنة أصناف الترمس الحلو مع الأصناف المرة، انخفضت نسبة المواد المضادة للتغذية (قلويدات الكينوليزيدين) في الأصناف الحلوة المطورة حديثًا من الترمس انخفاضًا كبيرًا وتوجد فقط بكميات ضئيلة. لذلك يمكن اعتبار بذور الأصناف الحلوة والمنتجات المصنوعة منها مناسبة للاستهلاك البشري وأيضًا لتغذية المجترات والحيوانات أحادية المعدة (Aniszewski et al., 2001).

ذكر (Kurlovich et al., 2005) محتوى بعض أصناف الترمس من القلويدات وهي المسؤولة عن الطعم المر في الترمس؛ إذ إن نسبة القلويدات في الأصناف المرة تتراوح ما بين 0.1-4%، ويعد اللوبانين ومركب 13 هيدروكسي لوبانين مركبات سامة لها تأثير ضار في صحة الإنسان. في حين يحتوي الترمس الحلو على نسبة ضئيلة من القلويدات تصل إلى 0.025 - 0.099%، ما يؤدي إلى اتساع نطاق استخدام الترمس الحلو في مجال التصنيع الغذائي.

2.5.2 الفايئات (Phytates):

يُعد حمض الفايئك أو الفايئات مركبًا مضادًا للتغذية لأنه مرتبط بانخفاض التوافر الحيوي (امتصاص بعض المعادن مثل الزنك، الكالسيوم، الحديد، البوتاسيوم والمغنيزيوم)، بتمخبل الكاتيونات على الفايئينين غير القابل للامتصاص (Prusinski., 2017).

3.5.2 مثبطات البروتياز (Protease Inhibitors):

مثبطات البروتياز عبارة عن بروتينات ترتبط بقوة بالإنزيمات الهاضمة مثل التربسين، ما يضعف نشاطها عن طريق تقليل قابليتها للهضم وهذا يؤدي بدوره إلى سوء التغذية (Pereira et al., 2022). من ناحية أخرى تشكل هذه المثبطات في النباتات شكلاً من أشكال الحماية ضد الضرر الذي تسببه الحيوانات والحشرات والكائنات الحية الدقيقة (Arnoldi and Greco., 2011). يعتمد محتوى الترمس من هذه المثبطات على النوع، ففي حالة الترمس الأبيض غالباً لا يمكن اكتشافها، أي إنها تحوي أقل من 0.1 مغ/غ، وعلى الرغم من وجودها بكميات ضئيلة إلا أن مثبطات البروتياز يمكن تدميرها بواسطة المعاملات الحرارية (Cabello-Hurtado et al., 2016).

4.5.2 الليكتينات Lectins:

هي فئة من البروتينات السكرية قادرة على منع امتصاص العناصر الغذائية من خلال قدرتها على الارتباط بالخلايا الظهارية الجدارية، ما يتسبب في آثار غذائية ضارة. يحتوي الترمس على كميات صغيرة من الليكتين مقارنة بالبقوليات الأخرى مثل فول الصويا (Arnoldi and Greco., 2011; Cabello-Hurtado et al., 2016).

5.5.2 السكريات قليلة التعدد (oligosaccharides) عائلة رافينوز (RFOs):

السكريات من عائلة رافينوز (RFOs) هي كربوهيدرات قابلة للذوبان مرتبة بعد السكر في توزيعها في النباتات العليا (Keller and Pharr., 1996)، وهي سكر ثلاثي يتكون من ثلاث سكريات أحادية (الجالاكتوز والجلوكوز والفركتوز)، الرافينوز هو ثلاثي السكاريد يتكون من الجالاكتوز والجلوكوز والفركتوز (Karnpanit., 2016). وفي النباتات، تُعدّ (RFOs) القابلة للذوبان الأكثر وفرة بعد السكر (Martinez-Villaluenga et al., 2008). يتم تصنيع وتجميع (RFOs) في أعضاء التخزين، مثل البذور والدرنات في أثناء عملية تطورها (Martínez-Villaluenga and Frías., 2005).

يُعدُّ الترمس غنيًا بالرافينوز (RFOs) ويتراوح محتواه منها ما بين 5.1-16.1% وتختلف هذه النسبة باختلاف الأنواع (Martínez-Villaluenga *et al.*, 2008).

6.2. ملوثات بذور الترمس:

أحد ملوثات الترمس المقلقة التي دفعت المفوضية الأوروبية إلى مطالبة الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية بتقييم المخاطر على صحة الإنسان والحيوان المتعلقة بهذه المواد هي الفوموبسين (PHOs). الفوموبسين هو عبارة عن مجموعة من hexapeptides الخطية من عائلة السموم الفطرية التي ينتجها فطر *Diaportheoxica* وهي قادرة على مقاطعة الانقسام وتقليل نشاط الخلايا والكائنات الحية، يُعدُّ الترمس واحدًا من أكبر عوائل هذه الفطريات وهو قادر على إصابة معظم أجزاء النبات (Schloß *et al.*, 2015; Battilani *et al.*, 2011).

بوصول الملوث إلى البذور فحسب تصبح سامة من ثم تكون بذور الترمس الكاملة والمسحوق مصدرًا لتعرض الإنسان لخطر التسمم بالفوموبسين، الذي ثبت أنه مستقر في المعاملات التصنيعية بما في ذلك الطهي من ثم فهو ملوث مقلق ويمكن أن تزداد كمية الـ PHOs في ظل ظروف التخزين (Opinion *et al.*, 2012). بسبب شدة التأثيرات على الكبد والكلية في أنواع حيوانات الاختبار جميعها، فإن الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية توصي أن يكون تعرض الإنسان والحيوان للفوموبسين يجب أن تبقى منخفضة قدر الإمكان (Opinion *et al.*, 2012).

7.2. القيمة العلاجية:

تُعدُّ شركات الأدوية والمغذيات بعض مكونات الترمس بمنزلة جزيئات إستراتيجية للوقاية وربما حتى علاج الحالات المرضية المختلفة بما في ذلك متلازمة التمثيل الغذائي وهو أمر شائع في الدول الغنية والمُصنَّع في ما يسمى بأمراض الحضارة (Duranti, 2006).

للغذاء أثر مهم مرض السكري؛ إذ إنَّ للبقول أثرًا بارزًا؛ إذ يتوفر فيها البروتين النباتي والألياف الغذائية، ولها مؤشر منخفض لنسبة السكر في الدم (GI) وغنية بالمركبات النشطة بيولوجيًا، التي يمكن أن تؤثر على استقلاب الجلوكوز (Cabello-Hurtado *et al.*, 2016).

أُجريت دراسة لتحديد تأثير الخبز المصنوع من مسحوق الترمس في ضغط الدم (ما يعادل 14 غ / يوم من البروتين و 13 غ / يوم من الألياف) مقارنة بالخبز المصنوع من دقيق القمح لدى الرجال والنساء الذين يعانون من زيادة الوزن والسمنة (Lee *et al.*, 2009)، وبينت هذه الدراسة أنَّ المجموعة التي تناولت الخبز المصنوع من مسحوق الترمس أظهرت انخفاضًا في ضغط الدم بحوالي 3.5 ملم زئبقي مقارنة بمجموعة الشاهد الذين تناولوا خبز القمح (Van De Noort., 2016; Lee *et al.*, 2009; Severino *et al.*, 2011).

كشفت دراسة أُجريت على عشرين بالغًا من الأصحاء أنَّهم وجدوا إدراكًا أكبر للشبع بعد تناول خبز الترمس مقارنة بالخبز المصنوع من القمح فقط (Keogh *et al.*, 2011). في دراسة أخرى أدى دمج ألياف بذور الترمس في الأطعمة المصنعة إلى الشعور بالامتلاء لمدة تصل إلى 4.5 ساعة وتقليل السرعات الحرارية بنسبة 15% تقريبًا (Archer *et al.*, 2004).

8.2. منتجات الترمس الحلو:

1.8.2 مسحوق الترمس الحلو:

وفق معايير الأغذية في أستراليا ونيوزيلندا (FSANZ., 2009) يعرف قانون معايير الأغذية للحبوب ومنتجات الحبوب المسحوق بأنه "منتجات طحن أو سحق حبوب البقوليات أو البذور الأخرى، وبناءً على هذا التعريف يشير مسحوق الترمس إلى ناتج من طحن بذور الترمس.

ذكر Evans وآخرون (1993) أنَّ مسحوق الترمس من البقوليات الحبيبية، ويحتوي على 40-45% بروتين و 25-30% ألياف والقليل من السكر والنشاء.

توصل Ahmed (2014) أنَّ مسحوق الترمس الحلو يحتوي على (12.37%) رطوبة، (38.6%) بروتين، (9.94%) زيت، (3.41%) رماد.

تتكون السكريات في مسحوق الترمس بصورة أساسية من سكريات متعددة غير نشوية موجودة في جدران خلايا السويداء السميكة وسكريات قليلة التعدد من عائلة الرافينوز (Trugo *et al.*, 2003).

يُعد مسحوق الترمس من المصادر الغذائية المهمة لتغذية الإنسان لاحتوائه على نسبة بروتين عالية حوالي 34% ما يعطيه فرصة لإغناء كثير من المنتجات الغذائية التي ينخفض فيها محتوى البروتين وتحسين الخصائص التصنيعية للمنتجات.

ذكر Lee وآخرون (2006) أنه يمكن دمج مسحوق الترمس الحلو في الأغذية عالية الكربوهيدرات، ما يؤدي إلى انخفاض في المحتوى من الكربوهيدرات، وزيادة كبيرة في البروتين والألياف.

بلغ محتوى مسحوق الترمس من الألياف الغذائية 41.5%، 11% منها قابل للذوبان و 31.5% غير قابل للذوبان (Hall *et al.*, 2005).

يتميز مسحوق الترمس بخصائص فيزيائية وحسية مماثلة لدقيق القمح وله تأثيرات مفيدة في صحة الإنسان، وعليه أضيف إلى المنتجات القائمة على دقيق القمح، وتشير الدراسات إلى أنّ استبدال دقيق القمح بنسبة 20% من مسحوق الترمس يحسن المحتوى المعدني والألياف والبروتين في المنتجات الغذائية ولا يؤثر في المذاق والخصائص الحسية لهذه المنتجات (Jayasena *et al.*, 2010).

2.8.2 معزول بروتين الترمس الحلو:

يُعدّ معزول بروتين الترمس الحلو من أنقى أنواع البروتين التي يمكن الحصول عليها بعد التخلص من السكريات المتعددة غير الذائبة في الماء، ويتراوح محتواه من البروتين ما بين 90 - 96% وهو خالٍ من النكهة البقولية والطعم المر وهناك طرائق عدة لتصنيع المستخلص البروتيني منها استخدام المحاليل القلوية (EL-Adawy *et al.*, 2001).

إنّ معزول بروتين الترمس منزوع الدسم يعمل على تحسين الخصائص الحسية، من ثم تجد قبولاً جيداً عند المستهلكين، إلى جانب القيمة الغذائية العالية للمنتجات النهائية (Bader *et al.*, 2011).

3.8.2 مركز بروتين الترمس الحلو:

ينتج مركز بروتين الترمس الحلو من مسحوق الترمس باستعمال طرائق عدّة للغسيل بواسطة المذيبات، مثل الماء أو الكحول أو الأحماض المخففة، بالغسيل يتم التخلص من الكربوهيدرات الذائبة وخاصة سكر الـرافينوز والاستاكيوز التي تسبب الانتفاخ والغازات في المعدة، في أثناء عملية التركيز يتم تحسين النكهة بالتخلص من نكهة البقول وتكون نسبة البروتين 60 – 70%.

يمتاز بروتين الترمس بطول السلسلة المكونة له وتماسكها بعكس بروتينات الحبوب الأخرى، كما يمتاز بقدرته على الاحتفاظ بالماء والالتصاق بالدهون، ولقد أتاحت هذه الخصائص إمكانية استخدامه كبديل لـ اللحم، لذا يُعدُّ بديلاً جيداً لمرضى الكلى أو النقرس والأشخاص النباتيين الذين يتزايد عددهم تزايداً كبيراً. ومن المذيبات التي قد تستعمل في عملية التركيز المذيبات القطبية، مثل الإيزوبروبانول والإيثانول والأسيتون، ويفضل استعمال مزيج من أكثر من مذيب حتى يكون تأثيرها فعالاً في إزالة المواد الذائبة (Gaultier et al., 2003).

9.2. التطبيقات في الصناعات الغذائية:

التركيب الكيميائي الفريد والخصائص الوظيفية لبذور الترمس تجعلها البديل المفضل للفاصولياء الجافة وفول الصويا. في الوقت الحاضر وجد الترمس طريقه إلى الصناعات الغذائية في منتجات المخازن والحلويات والحليب واللحوم، إذ استخدم في المعكرونة والخبز والكيك والمعجنات والحليب والتوفو وصلصة الصويا والأطعمة الخفيفة (Archer et al., 2004; Johnson et al., 2017; Clark and Johnson 2002; Jayasena et al., 2010).

إنَّ إضافة مسحوق الترمس الحلو لا يحسّن محتويات البروتين فحسب، بل يحسّن أيضاً من محتواها من الأحماض الأمينية؛ إذ أن اللايسين هو أحد الأحماض الأمينية الأساسية وتعاني المنتجات الغذائية التي أساسها القمح مثل المعكرونة من نقصٍ فيه. يحتوي الترمس مثل البقوليات الأخرى على نسبة عالية من اللايسين؛ إذ أدت إضافة مسحوق الترمس عند مستوى 15% في المعكرونة إلى زيادة المحتوى من اللايسين بنسبة 20% (Lampart-Szczapa et al., 1997).

1.9.2 منتجات المخابز:

يُعدُّ دقيق القمح المكون الرئيس للمنتجات المخبوزة نظرًا لوجود بروتينات الغلوتين التي توفر للمخبوزات الحجم والملمس المطلوبين (Rosell *et al.*, 2011) ومع ذلك يمكن أن تنشأ مشاكل صحية وغذائية من استخدام دقيق القمح، فعلى سبيل المثال ينتج مرض الاضطرابات الهضمية بسبب عدم تحمل الغلوتين والذي يعاني منه حوالي 1 % من السكان (Mandala *et al.*, 2011). من ناحية أخرى، تعتقد نسبة كبيرة من السكان أنّ المنتجات الخالية من الغلوتين صحية، ولذلك قرر كثيرون اتباع نظام غذائي خالٍ من الغلوتين، ما يعزز زيادة استهلاك هذا النوع من المنتجات (Golley *et al.*, 2015; Hartmann *et al.*, 2018).

ولذا يشكل القمح مصدر قلقٍ صحي لبعض الأشخاص، فضلًا عن عمليات الطحن والتكرير تؤدي إلى إزالة النخالة ما يؤدي بدوره إلى انخفاض في القيمة الغذائية بالفقد الكبير في المحتوى من البروتين والألياف الغذائية والفيتامينات والمعادن والمواد الكيميائية النباتية (Rosell *et al.*, 2011).

العلاج الوحيد المعروف للاضطراب الهضمي الناتج عن حساسية الغلوتين هو اتباع نظام غذائي صارم خالٍ من الغلوتين مدى الحياة (Fasano and Catassi., 2001).

هذه المحددات (حساسية الغلوتين، انخفاض القيمة الغذائية) المتعلقة باستهلاك منتجات القمح المكرر حفزت البحث عن أنواع دقيق بديلة لاستخدامها في منتجات المخابز بما في ذلك البقوليات. تُعد البقوليات (مثل فول الصويا والحمص والفول والتمس) مصدرًا جيدًا للبروتين والفيتامينات والألياف الغذائية، ولا تحتوي على الغلوتين وقد تمت إضافتها بمعدل 10 إلى 30% إلى منتجات المخابز دون التأثير في مؤشرات جودتها (Duodu and Minnaar., 2011; Farooq and Boye., 2011)، وكان لإضافة مسحوق الترمس بنسبة 15% آثار إيجابية في جودة الخبز (Piasecka-Jóźwiak *et al.*, 2018)، ويمكن أن تؤدي إضافة أكثر من 30% من مسحوق الترمس إلى الخبز إلى انخفاض حجم الرغيف، ورائحة "عشبية" تشبه القش" وبالتالي تقليل القبول الحسي لدى المستهلكين (Villarino *et al.*, 2016).

من الخصائص الوظيفية والكيميائية الرئيسة للألياف الغذائية الموجودة في مسحوق الترمس والتي تؤثر في خصائصه الغذائية والصحية والتكنولوجية عند استخدامه في صناعة منتجات المخابز هي سعة ربط الماء واللزوجة (Villarino *et al.*, 2015).

أثبتت الدراسات أنه يمكن استخدام مسحوق الترمس في صناعة منتجات مخبوزة مقبولة لدى المستهلكين (Hall and Johnson., 2006)، ولوحظ أن إضافة مسحوق الترمس للخبز يحسن خواصه التكنولوجية والحسية وقيمته الغذائية (Piasecka-Jóźwiak *et al.*, 2018).

تشير القدرة على ربط الماء إلى كمية الماء التي يحتفظ بها داخل الهيكل بعد تعرضه لأي شكل من أشكال الإجهاد (Tungland and Meyer., 2002)، وتتراوح القدرة على ربط الماء للألياف الترمس من 8-10 مل/غ (Pfoertner and Fischer., 2001).

قام Mubarak (2001) بدراسة لمعرفة تأثير إضافة مسحوق الترمس، ومعزول بروتين الترمس، ومركز بروتينات الترمس في خصائص التركيب البنائي للعجائن باستخدام المجهر الالكتروني، كما قام بدراسة الخصائص الريولوجية من حيث امتصاص الماء، زمن التطوير، ضعف العجين، ولوحظ وجود زيادة معنوية بزيادة نسبة مسحوق الترمس المضاف، في حين لوحظ انخفاض في ثبات العجينة، كما تمت دراسة الصفات الريولوجية والحسية للخبز المدعم بمسحوق الترمس ومسحوق الصويا الكامل الدسم، وذلك بوصفه بديلاً للقمح بنسبة 5% و 10%، وأوضحت الدراسة أن إضافة مسحوق الترمس والصويا بالنسب السابقة أدت إلى تحسين ثبات العجينة ومقاومتها وذلك نتيجة تحسن تشكيل شبكة الغلوتين، أما بالنسبة للصفات الحسية فقد أدى التدعيم إلى زيادة حجم الخبز الناتج وتحسين توزيع اللبابة وذلك مقارنة بالعينات القياسية (Doxastakis *et al.*, 2002).

أدى استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس إلى انخفاض دكانة القشرة، وأصبح لون اللب مائلاً للاصفرار، (Doxastakis *et al.*, 2002; Pollard *et al.*, 2002).

تتمتع الألوان الصفراء لمسحوق الترمس بجاذبية كبيرة وهي ذات قيمة في العديد من السلع وفي أطباق المعكرونة (Doxastakis *et al.*, 2002; Dervas *et al.*, 1999). ويمكن تقليل اللون الأصفر لمسحوق الترمس ومركبات البروتين باستخدام حمض الستريك بتركيز (1%) (Guémes-Vera *et al.*, 2008).

درس Abdelrahman (2014) الخصائص الكيميائية والغذائية لمسحوق الترمس وتأثير إضافته إلى العجين بدلاً من دقيق القمح بنسب مختلفة 5%، 10%، 15% وتأثير ذلك في الخصائص الريولوجية للعجين؛ إذ أظهر مسحوق الترمس مستويات أعلى من الرطوبة والبروتين الخام والرماد والدهن والألياف الغذائية مقارنة بدقيق القمح الذي أظهر مستويات أعلى من النشاء، كما كانت الأحماض الأمينية الأساسية في مسحوق الترمس أعلى من تلك الموجودة في دقيق القمح باستثناء الميثيونين، وبالمقارنة مع دقيق القمح لوحظ وجود الفلافونيدات الكلية والفينولات الكلية في مسحوق الترمس بنسب أعلى، كما أظهر مسحوق الترمس نشاطاً مضاداً للأكسدة أعلى باستخدام طريقتي ABTS وDDPH.

عموماً أدت إضافة 10% من مسحوق الترمس إلى تحسين القدرة على ربط الماء وتحسين القوام وزيادة مدة صلاحية المنتج وتحسين رائحته (Fudiyansyah *et al.*, 1995).

وجد Rumiati (2010) أنّ تدعيم الكيك بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 8% أدى إلى زيادة الفينولات الكلية والفيتوستيرول مع ملاحظة أنّ عملية الخبز على درجة حرارة 190°م لم تؤثر تأثيراً فعلياً في المحتوى من الفينولات، وأدى تدعيم دقيق القمح بنسبة 10% من مسحوق الترمس الحلو إلى زيادة المحتوى من البروتين من 28.4% إلى 75.6%، ما ساعد على اتساع نطاق استخدامه في صناعة البسكويت، الخبز، الحلويات. يمكن استخدام مسحوق الترمس في إنتاج المنتجات المخمرة المختلفة؛ إذ يمكن إضافته إلى العجائن، المقرمشات، الخبز ومستحلبات منتجات اللحوم من أجل تحسين القيمة التغذوية والنكهة وكذلك تحسين القوام (Erbas *et al.*, 2005; Dervas *et al.*, 1999; Vasilakis and Doxastakis., 1999).

2.9.2 الكب كيك:

يستهلك الكب كيك على نطاق واسع بوصفه وجبة إفطار إسفنجية حلوة أو وجبات خفيفة مسائية محضرة تقليدياً من دقيق القمح والسكر والزيت والحليب والبيض، ما يعني أنّ الأشخاص الذين يعانون من الاضطرابات الهضمية لا يمكنهم تناولها (Ciesarová *et al.*, 2016)، وهي فقيرة في القيمة الغذائية لانخفاض محتواها من البروتين والألياف الغذائية (Nasar-Abbas and Jayasena., 2012)، ولذلك فإن الكب كيك الخال من الغلوتين أصبح مهماً في الوقت الحاضر ليس فقط للأشخاص الذين يعانون من الاضطرابات الهضمية وإنما كذلك للأشخاص المهتمين بالمنتجات الخالية من الغلوتين (Singh *et al.*, 2015).

على الرغم من استخدام دقيق القمح استخداماً شائعاً في تصنيع الكب كيك، إلا أنّ شبكة الغلوتين لا تتكون ويرجع ذلك جزئياً إلى وجود مكونات أخرى مثل السكر والدهون ما يعقد تفاعل البروتينات المكونة للغلوتين، وأيضاً إلى انخفاض كمية دقيق القمح المستخدم، وكذلك بسبب الطاقة الميكانيكية التي تستخدم في خلط المكونات (Cauvain and Young., 2006).

ذكر Nasar-Abbas و Jayasena (2012) أنّه بالإمكان استخدام مسحوق الترمس بنجاح في تصنيع الكب كيك باستبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس بنسبة تصل إلى 30%، وبهذا يمكن تحقيق تحسّن كبير في المحتوى من البروتين والألياف دون التأثير في الخصائص الوظيفية والحسية.

أدت إضافة الترمس إلى تحسين الخصائص الحسية للون ولمس الكب كيك، ما يجعلها أكثر جاذبية للمستهلكين، بالمقارنة مع مصادر البروتين الطبيعي والألياف الغذائية الأخرى، فإنّ طحين الترمس أقل تكلفة لذا فإنّ استبدال مسحوق الترمس الحلو من شأنه أن يحسن القيمة الغذائية وجودة الكيك وبأسعار معقولة.

3.9.2 اللحوم:

استُخدِمَ معزول بروتين الترمس الذي يحتوي على بروتين بنسبة 92% على شكل مسحوق في إنتاج السجق بنسبة (0، 1، 2، 3%)؛ إذ تمت إضافة 1% ماء لكل 1% معزول بروتين، ووجد أنّ إضافة معزول البروتين أدت إلى زيادة اللزوجة وقللت من المسافات الهوائية بين النسيج، كما أدت إلى زيادة كمية الإنتاج وقللت

من الانكماش وزادت من تماسك المنتج. ووجد أن الإضافة بنسبة 1% معزول البروتين أدت إلى قبوله من حيث الصفات الحسية، في حين كانت الإضافة بنسبة 2% و 3% غير مقبولة من قبل المقيمين، ويعزى نجاح إضافة 1% من معزول بروتين الترمس إلى أنه يُعدُّ مادة مستحلبة ومثبتة في المنتج مما يجعله مقبولا ويوصى باستخدامه على شكل مسحوق (Papavergou et al., 1999).

4.9.2 المايونيز :

تؤدي المستحلبات الغذائية أثراً حيوياً في العديد من المنتجات الغذائية. يُعرّف المستحلب بأنه نظام من مرحلتين يتكون من سوائل غير قابلة للامتزاج مثل المايونيز (Yang et al., 1995; Garti et al., 1997). أظهرت العديد من الدراسات أنه يمكن استخدام البروتينات من المصادر الحيوانية والنباتية لإعداد المستحلبات والمنتجات القائمة على الرغبة (Damodaran., 2006).

تستخدم البروتينات الحيوانية مثل معزول بروتين مصل اللبن (Perez et al., 2009) وصفار البيض التي لها خصائص استحلاب جيدة في العديد من التطبيقات الغذائية (Daimer and Kulozik., 2009). مع ذلك فإن التكلفة العالية المرتبطة بالبروتين الحيواني أدت إلى البحث عن مصادر بديلة مثل معزول بروتين الترمس لامتلاكه خصائص استحلاب ورغوة ممتازة (Raymundo et al., 2002)، يستخدم معزول بروتين الترمس في مجموعة واسعة من التطبيقات الغذائية بما في ذلك تحضير المايونيز (Perez et al. 2009).

المايونيز عبارة عن مستحلب زيت في الماء بطور زيتي مبعثر وطور مائي مستمر يحتوي على البيض والخل والملح والسكر والخردل والماء، يُثبت مستحلب الزيت والماء بواسطة صفار البيض، يمكن أن يختلف محتوى الزيت في المايونيز ليعطي المايونيز (كامل الدسم) أو المايونيز قليل الدسم، يصل محتوى الزيت في المايونيز كامل الدسم حوالي 75-80% في حين يبلغ محتوى الزيت في المايونيز قليل الدسم حوالي 30-65%

(Widerström and Öhman., 2017)

وهو منتج غذائي يستهلك على نطاق واسع ويستخدم بوصف توابلاً لأنواع مختلفة من الطعام (Liu et al., 2007).

تُثبت المستحلبات الغذائية مثل المايونيز وتتبيلة السلطة عن طريق البروتينات الدهنية في صفار البيض، ومع ذلك فقد ظهر اهتمام متزايد بمصادر البروتين البديلة في السنوات القليلة الماضية (Raymundo *et al.*, 2002). إن استخدام البروتينات النباتية للاستعاضة الجزئية أو الكلية عن البيض في مكونات الأغذية التي تتضمن خلطاتها البيض، يعد هدفًا مثيرًا للاهتمام من ناحية خفض تكلفة التصنيع وكذلك بالنسبة للأشخاص الذين لديهم احتياجات أو قيود غذائية معينة (النباتيين، ارتفاع الكوليسترول، إلخ...).

يمكن استخدام عزلات البروتين النباتي استخدامًا فعالًا بوصفها مثبتات للمستحلب الغذائي بسبب قدرتها على خفض التوتر البيني بين المكونات الكارهة للماء والمكونات المحبة للماء (McWatters and Holmes., 1997). يتمتع بروتين الترمس بأهمية غذائية كبيرة ووظائف مفيدة جدًا في تكوين المستحلبات الغذائية وتثبيتها (Pozani *et al.*, 2002)، وثبت أن لبروتين الترمس خصائص جيدة للذوبان والتبلور والاستحلاب مقارنة بالبقوليات الأخرى وفول الصويا؛ لذلك استُخدمت في منتجات المخازير والآيس كريم وتوابل السلطة ومنتجات اللحوم (Bader *et al.*, 2011).

يمكن تصنيع مستحلبات بواسطة بروتين الترمس ذات خصائص فيزيائية مطابقة تمامًا لتلك الموجودة في المايونيز التجاري، ويمكن تصنيع مجموعة من خلطات المستحلب لتناسب العديد من متطلبات النظام الغذائي الخاصة لفئات المستهلكين، أجرى Raymundo وآخرون (2002) دراسة حول إمكانية استخدام بروتين الترمس لإنتاج المايونيز وقدرته على إنتاج مستحلب ثابت له خصائص مميزة مماثلة للمايونيز التجاري؛ إذ قام الباحثون بمزج كميات معينة من معزول البروتين وصمغ الكزانتان وزيت عباد الشمس بنسبة (2%، 0.49%، 60%) على الترتيب، بعد تعديل رقم الـ pH إلى (6) تحت ظروف محددة لإنتاج مايونيز مطابق تقريبًا لخصائص المنتج التجاري، وتوصلوا إلى أن التركيز العالي للبروتين وصمغ الكزانتان والزيت أدى إلى تحسين اللزوجة والصلابة وحجم قطرات الزيت.

1.4.9.2 أكسدة المايونيز:

المايونيز منتج يحتوي على نسبة زيت عالية، وهذا يجعله عرضة للأكسدة التي تؤدي إلى تدهور الجودة وتتسكّل مكونات غير مرغوبة (Ghorbani Gorji *et al.*, 2016). تتأكسد المستحلبات المكونة من طورين، طور زيتي وطور مائي تأكسداً أسرع من الأغذية الأخرى (Cercaci *et al.*, 2007; Chee *et al.*, 2006)، ويعزى ذلك إلى أنه في المستحلبات تنشأ منطقة بينية بين الطور المائي والطور الزيتي، مما يسهل وصول المؤكسدات إلى الزيت (Mao *et al.*, 2009).

2.4.9.2 التلوث بالسالمونيلا:

تعد الأمراض التي تنتقل عن طريق الأغذية في أنحاء العالم جميعها إحدى أخطر المشاكل الصحية التي تؤثر في الصحة العامة والتنمية (Newman *et al.*, 2015). في الولايات المتحدة الأمريكية قُدِّر أنَّ معدل الإصابة السنوي بالأمراض المنقولة عن طريق الأغذية كان 48 مليون حالة ويتراوح تقدير العبء الاقتصادي بين 51 - 77.7 مليار دولار أمريكي (Scharff., 2012).

تشير التقديرات العالمية إلى أنَّ السالمونيلا مسؤولة عن 80.3 مليون حالة من الأمراض التي تنقلها الأغذية (Majowicz *et al.*, 2010)، أحد المصادر الرئيسية للأمراض المنقولة بالغذاء هو البيض ومنتجات البيض النيء (Whiley and Ross., 2015). يمكن أن يتلوث البيض بمراحل مختلفة من تكوينه ومعالجته وتعبئته، ويمكن أن يحدث التلوث العمودي للبيض عبر المبايض في أثناء تكوين البويضة عند إصابة مبيض الدجاجة بالعدوى، يمكن أن يحدث الانتقال الأفقي إذا كانت بيئة تداول البيض ملوثة (De Reu *et al.*, 2006). يُعدُّ المايونيز المصنَّع منزلياً من البيض النيء أحد الأطعمة الأكثر شيوعاً المرتبطة بتفشي مرض السالمونيلا (Scallan *et al.*, 2011)، في الوقت الحالي ليس من المجدي في العديد من البلدان إنتاج بيض مضمون خلوه من السالمونيلا، من ثم فإنَّ آليات التحكم المستخدمة بعد الجمع وفي أثناء تداول الأغذية ضرورية لحماية الصحة العامة (Whiley and Ross., 2015)، وقد كان للمايونيز المستخدم في صناعته البيض النيء مسؤولاً عن العديد من حالات تفشي العدوى بالسالمونيلا (Sousa *et al.*, 1996). ينصح خبراء الصحة بعدم

استهلاك المايونيز محلي الصنع لكبار السن والأطفال الصغار لأنه مصنّع من البيض النيء وينطوي على مخاطر متزايدة للتسمم الغذائي ببكتريا السالمونيلا (Lee., 2009).

الفصل الثالث

مواد البحث وطرائقه

3. مواد البحث وطرائقه:

1.3. مواد البحث:

حبوب الترمس الحلو، زيت نباتي دوار الشمس، الخل، ملح الطعام، دقيق القمح بنسبة استخراج 72%، مسحوق الخبيز، الخردل، السكر، الفانيليا، الحليب، البيض، تم شراؤها جميعاً من السوق المحلية لمدينة دمشق.

2.3. طرائق البحث:

1.2.3 تحضير مسحوق الترمس الحلو:

تم شراء حبوب الترمس الحلو من السوق المحلية لمدينة دمشق (2 كغ)، طُحنت ضمن مختبرات كلية الزراعة جامعة دمشق باستخدام مطحنة كهربائية نوع Amandah صينية الصنع، ثم نُخل المسحوق حتى الحصول على مسحوق ناعم من الترمس الحلو.

2.2.3 نزع الدهن:

نُزع الدهن عن طريق نقع مسحوق الترمس الحلو في المذيب العضوي n-هكسان بنسبة (1:5 مل/غ) والتحرك بمحرك مغناطيسي من شركة Daihan الكورية لمدة ساعة، ثم تُرك ليوم كامل، وفُصل المسحوق عن المذيب (Bader et al., 2011; Can Karaca et al., 2011).

3.2.3 عزل بروتين الترمس:

عُزل بروتين الترمس بطريقة نقطة التعادل الكهربائي كما وصفها Sironi (2005) بعد إزالة الدهن، نُقع مسحوق الترمس منزوع الدهن في ماء مقطر بنسبة (1:10 مل / غ) وعُدّل الرقم الهيدروجيني pH إلى 9.0 باستخدام هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 1 مولار، وحُرك المنقوع بواسطة محرك مغناطيسي لمدة ساعة ونصف عند درجة حرارة الغرفة ثم نُفّل المزيج بمتقلة نوع (Tabletop, IEC 215) أَلَمَانِيَة الصنع بسرعة 10000 دورة/دقيقة لمدة 30 دقيقة.

تم التخلص من الراسب (القشور، الألياف، السكريات غير الذائبة) وأُخذ الراشح وعُدّل رقم الـ pH إلى 4.5 وهي نقطة التعادل الكهربائي القياسية لترسيب بروتين الترمس (Lqari et al., 2002; Chew et al., 2003).

بواسطة حمض كلور الماء HCL تركيزه 1 مولار، ثم تُثقل على سرعة 10000دورة/دقيقة لمدة 30 دقيقة والحصول على الراسب، وغُسل الراسب ثلاث مرات بالماء المقطر ثم تُثقل وجُفد الراسب وحُفظ على درجة حرارة (21°م) لحين الاستخدام.

4.2.3 تصنيع الكب كيك:

حُصِر الكب كيك بوصفة قياسية استخدمت شاهدًا وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Nasar-Abbas and Jayasena, 2012) مع بعض التعديلات بعدم إضافة الماء، وفي العينات الأخرى استُبدل دقيق القمح بنسب مختلفة (10، 20، 30، 40%) حسب الطريقة الموضحة في الجدول (1).

جدول (1)؛ خلطة تصنيع الكب كيك المدعم بمسحوق الترمس الحلو

العينة	دقيق القمح (72%/غ)	مسحوق الترمس الحلو/غ	بيض/غ	زيت/غ	ملح/غ	سكر/غ	حليب كامل الدهن/غ	فانيليا/غ	مسحوق الخبيز/غ
الشاهد	100	0	13.75	36	0.635	50	54.5	4.54	0.90
10%	90	10	13.75	36	0.635	50	54.5	4.54	0.90
20%	80	20	13.75	36	0.635	50	54.5	4.54	0.90
30%	70	30	13.75	36	0.635	50	54.5	4.54	0.90
40%	60	40	13.75	36	0.635	50	54.5	4.54	0.90

(Nasar-Abbas and Jayasena, 2012)

صُنِع كب كيك الشاهد بوضع البيض والحليب ومسحوق الخبيز والفانيليا والملح والسكر والزيت في الخلط وخلطت حتى تمام تجانس المكونات، ثم أُضيف إليها دقيق القمح تدريجيًا ثم خلطت حتى تجانس الخليط، عُبئ الخليط في أكواب ورق الزبدة المخصص لخبز الكب كيك ووُضعت في الفرن على درجة حرارة 120°م لمدة 20 دقيقة وبعد ذلك بُردت العينات ثم عُبئت عينات الكب كيك في أكياس من البولي إيثيلين وأُحكم إغلاقها بواسطة جهاز اللحام الحراري بدون تفرغ، وحُفظت بالتبريد على درجة حرارة 4°م خلال مدة التخزين (شهر واحد).

أُتبعَت الطريقة نفسها التي اتبعت في الشاهد في تصنيع العينات الأخرى مع استبدال دقيق القمح بمسحوق

الترمس الحلو بنسب مختلفة (10، 20، 30، 40%).

5.2.3 تصنيع المايونيز:

صُنِعَ المايونيز باستبدال بيض المائدة بمعزول بروتين الترمس الحلو وفقاً للنسب الموضحة في الجدول رقم (2):

جدول (2)؛ نسب استبدال بيض المائدة بمعزول بروتين الترمس في عينات المايونيز

مغزول بروتين الترمس الحلو (%)	البيض
0	100
25	75
50	50
75	25
100	0

صُنِعَ مايونيز عينة الشاهد بإتباع الطريقة الموصوفة من قبل (Depree and Savage., 2001)؛ إذ

مُزِجَت المكونات الجافة (السكر، الملح، الخردل) مع بعضها مزجاً منفصلاً في وعاء مع إضافة ثلث إجمالي كمية

الخل حتى تم الحصول على عجينة ناعمة، أُضيف إلى المزيج السابق البيض وتم الخلط لمدة 5 دقائق، ثم أُضيف

الزيت ببطء مع استمرار عملية الخلط وتشكيل المستحلب، وبعد إضافة كل الزيت استمرت عملية الخلط لمدة 5

دقائق، وبعد ذلك أُضيفت كمية الخل المتبقية واستمر الخلط لمدة 5 دقائق إضافية حتى تشكل القوام النهائي الأمثل

للمايونيز. يبين الجدول (3) المكونات المستخدمة في تصنيع المايونيز.

جدول (3)؛ خلطة تصنيع المايونيز

المادة	الكمية %
بيض	15
زيت	70
خردل جاف	1
خل ابيض	12
ملح	2

(Depree and Savage., 2001)

يتميز معزول بروتين الترمس بقابلية ذوبان منخفضة في الماء وذلك لأن البروتين النباتي السائد في بروتين الترمس هو الغلوبولين قليل الذوبان في الماء، وحُسبت نسبة الماء المضافة وفقًا لعدد من التجارب أُجريت حتى الوصول إلى قوام بروتيني مناسب بأقل كمية من الماء المضاف. يوضح الجدول (4) نسب الماء المضاف.

جدول (4)؛ كمية الماء المضافة إلى معزول بروتين الترمس حسب نسبة الاستبدال

العينة	نسبة الماء المضاف (مل)
عينة الشاهد	0
25% معزول بروتين الترمس + 75% بيض	2.2
50% معزول بروتين الترمس + 50% بيض	5
75% معزول بروتين الترمس + 25% بيض	11.7
100% معزول بروتين الترمس + 0% بيض	20

عُبئت عينات المايونيز في عبوات زجاجية داكنة اللون وحُزنت في البراد على درجة حرارة 4°م لمدة شهر واحد.

3.3. الاختبارات الكيميائية:

1.3.3 تقدير الرطوبة:

قُدِّرَت الرطوبة حسب الطريقة الواردة في (AOAC., 2015) ذات الرقم (977.11) بالتجفيف في فرن نوع memmert الماني الصنع على تجفيف على درجة حرارة 105°م حتى ثبات الوزن ويمثل الفرق في الوزن قبل التجفيف وبعده المحتوى من الرطوبة.

2.3.3 تقدير البروتين:

قُدِّرَ البروتين وفق الطريقة المذكورة في (AOAC., 2015) ذات الرقم (955.04) باستخدام جهاز كلداهل J.P.SELECTA إسباني المنشأ، هُضِمت العينة بواسطة حمض الكبريت المركز، ثُمَّ تمت عملية التقطير بواسطة هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 40% واستُقبلت الأمونيا المتحررة في ورق يحتوي على حمض البوريك وحُسبت نسبة البروتين على أساس (النسبة المئوية للنتروجين × 6.25).

3.3.3 تقدير الدهن:

قُدِّرَ الدهن وفق الطريقة الواردة في (AOAC., 2015) ذات الرقم (960.39) وذلك باستخدام جهاز سوكسليت نوع هنكل من شركة Glassco البريطانية واستخدم n-هكسان كمذيب عضوي.

4.3.3 تقدير الرماد:

قُدِّرَ الرماد وفق الطريقة المذكورة في (AOAC., 2008) في مرمدة Wise Them من شركة (J.P.SELECTA إسبانية المنشأ) على درجة حرارة 550°م.

5.3.3 تقدير الكربوهيدرات الكلية:

قُدِّرَت الكربوهيدرات الكلية بالطريقة الموصوفة من قبل (Bähr et al., 2014) حسب المعادلة:

$$\text{الكربوهيدرات الكلية} = 100 - (\text{الرماد} \% - \text{الدهن} \% - \text{البروتين} \% - \text{الرطوبة} \%)$$

6.3.3 تقدير الأحماض الدهنية:

قُدرت الأحماض الدهنية وفق الطريقة المذكورة في (AOAC., 2000)، إذ تمت أسترة عينة الزيت بتفاعلها مع هيدروكسيد البوتاسيوم الميثيلي، ثم حُقنت في جهاز الكروماتوغرافيا الغازية موديل shimadzu 1998 ياباني المنشأ، وتمت عملية التقدير باستخدام عمود شعري من شركة (Teknokorma) اليابانية طوله 30 مم وقطره 0.32 مم.

جدول (5)؛ الشروط المستخدمة لعمل جهاز الكروماتوغرافيا

195°م	العمود
250°م	الحاقن
250°م	حرارة الكشف (كاشف اللهب المتأين) FID
0.7 مل	تدفق الغاز الخامل
1:10	نسبة التجزئة

7.3.3 تقدير رقم pH :

قُدر رقم الحموضة pH بواسطة جهاز pH meter من شركة Jenway البريطانية وفق الطريقة الموصوفة في (AOAC., 2005)

تقدير رقم الـ TBA :

قُدر رقم الـ TBA حسب الطريقة الموصوفة من قبل (Cheah et al., 2000)؛ إذ أُضيف إلى 10 غ من العينة 25 مل من ثلاثي كلور حمض الخل بتركيز 20% مع 20 مل ماء مقطر، وتم التحريك ثم التثقيب بسرعة 24000 دورة/دقيقة، بعد التخلص من الراشح أُضيف إلى الراسب 2 مل من حمض الثوباربيتوريك TBA بتركيز 0.02 مول، وُضع الأنبوب في حمام مائي من شركة Kottermann الألمانية درجة حرارته 90°م لمدة ساعة ونصف. قيس الامتصاصية بواسطة جهاز spectrophotometer نوع (prim, secomam, RS232) على طول موجة 532 نانو متر.

حسب رقم الـ TBA حسب المعادلة التالية وعُبر عن النتيجة بـ (مغ مالون الدهيد / كغ عينة).

$$TBA(MAD\ mg/kg) = 7.8 \times \text{الضوئي الامتصاص}$$

4.3. الاختبارات الوظيفية:

1.4.3 القدرة على ربط الماء Water Absorption Capacity:

قيست القدرة على ربط الماء (WAC) وفق الطريقة الواردة في (AACC., 2000) رقم (20-56)، إذ وزن 1 غ من العينة في أنبوب اختبار، وأضيف إليه 10 مل من الماء المقطر حُرِّك لمدة 15 دقيقة والتخلص من الماء الزائد بواسطة الطرد المركزي على سرعة 3000 دورة/ دقيقة لمدة 30 دقيقة والفارق في الوزن قبل إضافة الماء وبعده يشكل نسبة الامتصاص مقدرة على أساس (غ عينة/ غ ماء).

2.4.3 القدرة على ربط الزيت Oil Absorption Capacity:

قيست القدرة على ربط الزيت (OAC) وفق الطريقة الواردة في (AACC., 2000) رقم (20-56)، إذ وزن 1 غ من العينة في أنبوب اختبار وأضيف إليه 10 مل من زيت دوار الشمس حُرِّك لمدة 15 دقيقة والتخلص من الزيت الزائد بواسطة الطرد المركزي على سرعة 3000 دورة/ دقيقة لمدة 30 دقيقة والفارق في الوزن قبل إضافة الزيت وبعده يشكل نسبة الامتصاص مقدرة على أساس (غ عينة/ غ زيت).

3.4.3 القدرة على ربط المستحلب Emulsion Absorption Capacity:

قيست القدرة على ربط المستحلب (EAC) وفق الطريقة الواردة في (AACC., 2000) رقم (20-56)، إذ وزن 1 غ من العينة في أنبوب اختبار وأضيف إليه 5 مل من زيت دوار الشمس و5 مل من الماء المقطر حُرِّك لمدة 15 دقيقة والتخلص من مزيج الماء والزيت الزائد بواسطة الطرد المركزي على سرعة 3000 دورة/ دقيقة لمدة 30 دقيقة والفارق في الوزن قبل إضافة مزيج الماء والزيت وبعده يشكل نسبة الامتصاص مقدرة على أساس (غ عينة/ غ مستحلب).

4.4.3 اختبار الزوجة:

قيست للزوجة عند درجة حرارة الغرفة 25°م باستخدام جهاز بروكفيلد (نوع Myr: VII إسباني الصنع) واختيار المسبار (LV4) على سرعة دوران 30rpm وأُخذت القراءة من شاشة الجهاز مقدره بـ باسكال/الثانية.

5.3. التحليل الميكروبي:

1.5.3 التعداد العام للأحياء الدقيقة:

أُجري اختبار التعداد العام للأحياء الدقيقة وفق الطريقة الموصوفة من قبل (Stanojevic et al., 2016) باستخدام بيئة الأغار المغذي NA (Nutrient agar) وذلك بأخذ 1 غ من العينة ضمن بيئة معقمة ووضعها في أنبوب اختبار يحوي 9 مل من الماء الفيزيولوجي وتجنيسها لمدة ساعة ونصف، ثم أُجريت التخفيفات اللازمة، ثم أُخذ 1 مل بماصة عيارية ووضِع في طبق بتري ثم صُبت البيئة وحُصّنت في درجة حرارة 37°م لمدة 24 ساعة، وعُدَّت الأطباق باعتبار كل مستعمرة ناتجة عن خلية واحدة ثم ضُرب بمقلوب التخفيف.

2.5.3 تعداد بكتيريا الكوليفورم:

أُجري اختبار تعداد بكتيريا الكوليفورم وفق الطريقة الموصوفة من قبل (El-Zainy et al., 2016) باستخدام بيئة Violet Red Bile Agar (VRB) والتحصين في درجة حرارة 36°م لمدة 48 ساعة.

3.5.3 التعداد العام للخمائر والفطريات:

أُجري اختبار التعداد العام للخمائر والفطريات وفق الطريقة الموصوفة من قبل (El-Zainy et al., 2016) باستخدام بيئة دكستروز البطاطا (PDA) والتحصين في درجة حرارة 25°م لمدة 72 ساعة.

4.5.3 الكشف عن السالمونيلا: أُجري الاختبار وفق الطريقة الموصوفة في (APHA., 1992) بالتحصين في

بيئة (Selenite broth) لمدة يوم في درجة حرارة 73°م، ومن ثم زُرعت في أطباق تحوي بيئة (S.S.

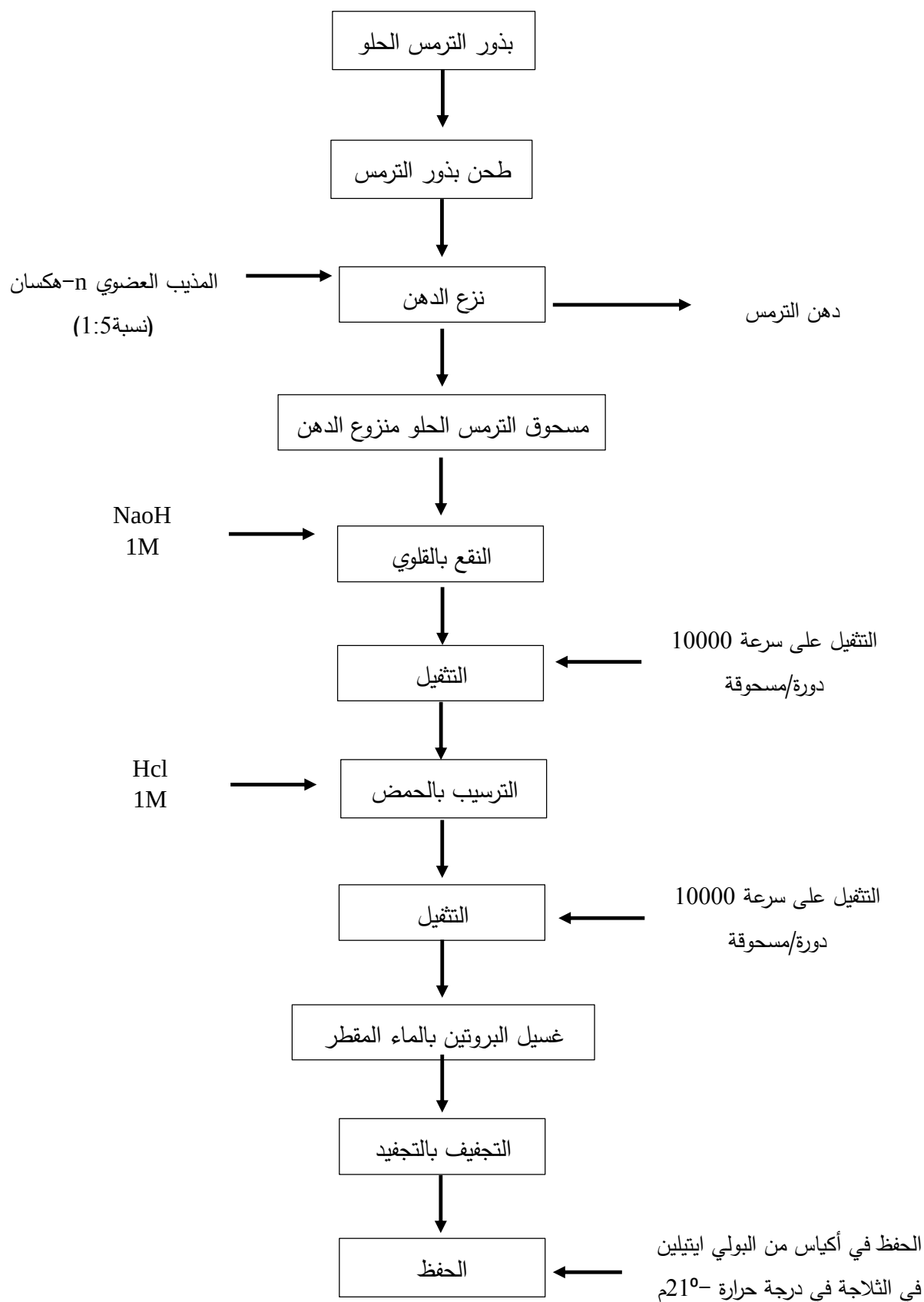
Agar) ومن ثم التحصين لمدة يومين في درجة حرارة 73°م.

6.3. الاختبارات الحسية:

أُجري التقييم الحسي بواسطة مجموعة من المحكمين مكونة من 10 أشخاص حسب مقياس هيدونيك لخمس مؤشرات (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، والقبول العام) وذلك وفق 5 درجات (5 ممتاز، 4 جيد جداً، 3 جيد، 2 مقبول، 1 غير مقبول) حسب (Larmond., 1997).

7.3. التحليل الإحصائي:

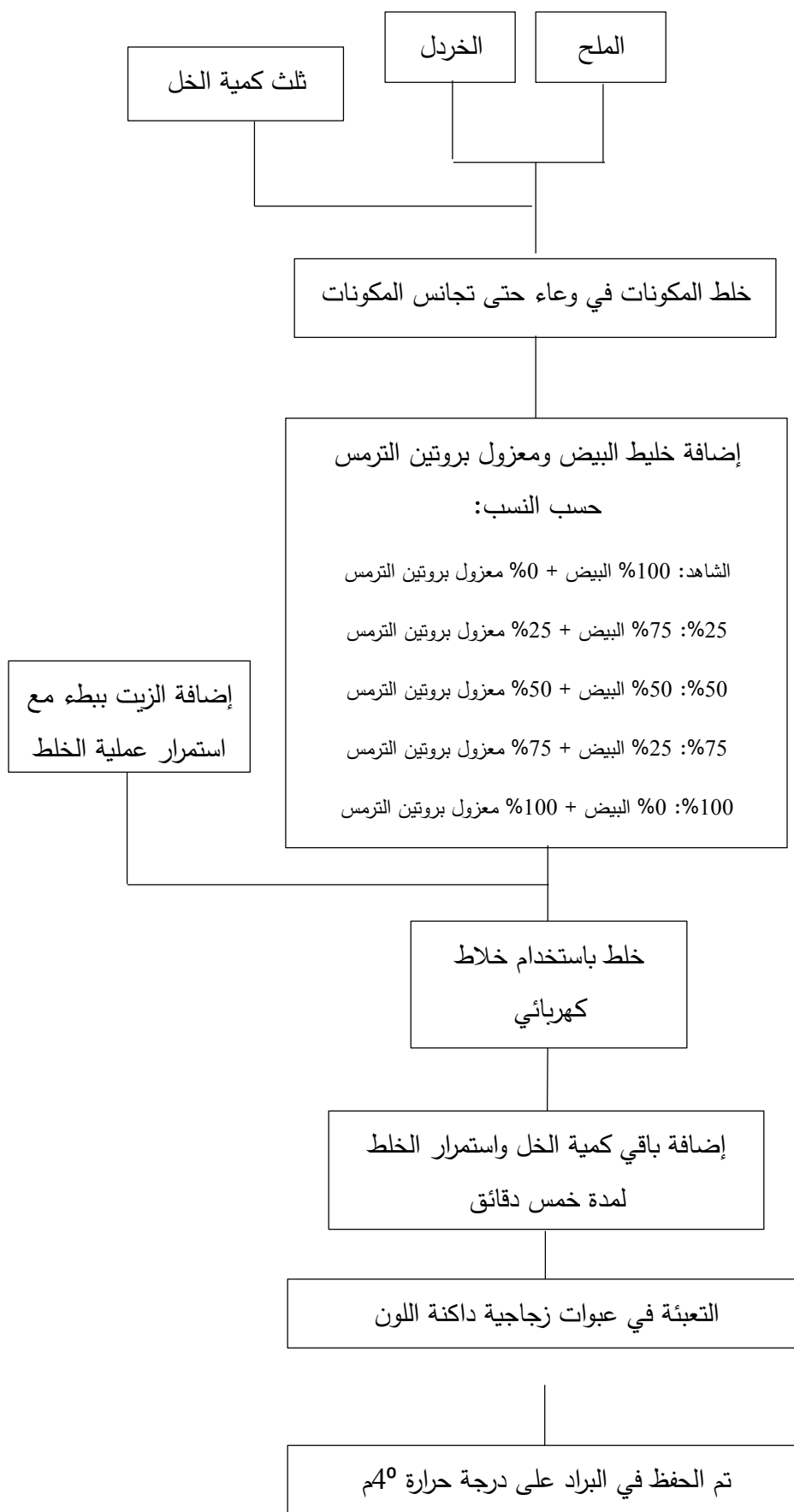
استُخدم النموذج الخطي العام في حساب المتوسطات الحسابية والانحراف المعياري، كما استُخدم برنامج الإحصاء MINITAB عند مستوى معنوية 95% لإيجاد الفروق المعنوية بين المتوسطات بواقع ثلاثة مكررات لكل تجربة.



الشكل (1)؛ مخطط تحضير معزول بروتين الترمس الحلو



الشكل (2)؛ مخطط تصنيع الكب كيك



الشكل (3)؛ مخطط تصنيع المايونيز

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

4. النتائج والمناقشة

1.4. تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تصنيع منتج الكب كيك:

1.1.4 الخصائص الوظيفية لمسحوق الترمس الحلو:

جدول (6): الخصائص الوظيفية لمسحوق الترمس الحلو

القدرة على ربط المستحلب (غ/غ)	القدرة على ربط الزيت (غ/غ)	القدرة على ربط الماء (غ/غ)	العينة
2.77±0.05	1.20±0.04	2.32±0.05	مسحوق الترمس الحلو

يوضح الجدول رقم (6) الخصائص الوظيفية لمسحوق الترمس الحلو وقدرته على ربط الماء والزيت والمستحلب؛ إذ بلغت القدرة على ربط الماء (2.32 غ/غ) والقدرة على ربط الزيت (1.20 غ/غ) والقدرة على ربط المستحلب (2.77 غ/غ)، وتوافقت هذه النتائج مع ما توصل إليه (طلي ومحمد، 2018) الذين وجدوا أن قدرة مسحوق الترمس الحلو على ربط الماء بلغت (2.28 غ/غ)، والقدرة على ربط الزيت (1.16 غ/غ)، والقدرة على ربط المستحلب (2.71 غ/غ).

2.1.4 التركيب الكيميائي لمسحوق الترمس الحلو ودقيق القمح:

جدول (7): التركيب الكيميائي لمسحوق الترمس الحلو ودقيق القمح

العينة	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الرماد %	الكربوهيدرات الكلية %
مسحوق الترمس الحلو	8.55± 0.21 ^a	32.83±1.75 ^a	9.96±0.028 ^a	4.13±0.79 ^a	44.41±0.16 ^a
دقيق القمح	11.58±0.44 ^b	10.03±0.02 ^b	1.43±0.26 ^b	0.36±0.30 ^b	76.21±0.53 ^b

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

يبين الجدول (7) التركيب الكيميائي لمسحوق الترمس الحلو ودقيق القمح، إذ أظهرت نتائج التحليل الكيميائي أن نسبة الرطوبة في مسحوق الترمس الحلو بلغت (8.55%) والنسبة المئوية للبروتين (32.83%)،

فيما بلغت النسب في دقيق القمح (11.5% و 10.03%) على الترتيب، وتعد هذه النسب قريبة مما توصل إليه (Doxastakis et al., 2002)؛ إذ بلغت النسبة المئوية للرطوبة والبروتين في مسحوق الترمس الحلو (7.8 و 32.0%) على الترتيب، وبلغت في دقيق القمح (12.6 و 11.7%) على الترتيب، وتوصل طلي ومحمد (2018) إلى أن نسبة الرطوبة في مسحوق الترمس الحلو بلغت (12.50%) ونسبة البروتين (37.50%)، في حين كانت نسبة الرطوبة والبروتين في دقيق القمح (13.80، 11%)، على الترتيب، وقد يعود هذا التباين إلى اختلاف الأصناف.

بلغت نسبة الدهن في مسحوق الترمس الحلو (9.96%) وفي دقيق القمح (1.43%) وكانت هذه النسب كانت أقل مما توصل إليه (Doxastakis et al., 2002)؛ إذ بلغت نسبة الدهن في مسحوق الترمس الحلو (15.1%) وفي دقيق القمح (2.6%)، في حين بلغت النسبة المئوية للرماد (4.13%) وكانت هذه النتيجة أعلى مما توصل إليه (Doxastakis et al., 2002)؛ إذ كانت نسبة الرماد (1.47%)، وكانت نسبة الرماد في دقيق القمح (0.36%) وهي أقل مما توصل إليه (Doxastakis et al., 2002)؛ إذ بلغت لديهم (0.61%).

بلغت النسبة المئوية للكربوهيدرات في مسحوق الترمس الحلو (44.41%)، وكانت هذه النسبة قريبة مما توصل إليه (Doxastakis et al., 2002)، الذين ذكروا أن نسبة الكربوهيدرات بلغت (43%) في مسحوق الترمس الحلو، وفي دقيق القمح (72.5%).

مما سبق نستنتج أن مسحوق الترمس الحلو تفوق على دقيق القمح تفوقاً كبيراً من حيث المحتوى من البروتين والرماد والدهن.

3.1.4 محتوى مسحوق الترمس الحلو من الأحماض الدهنية:

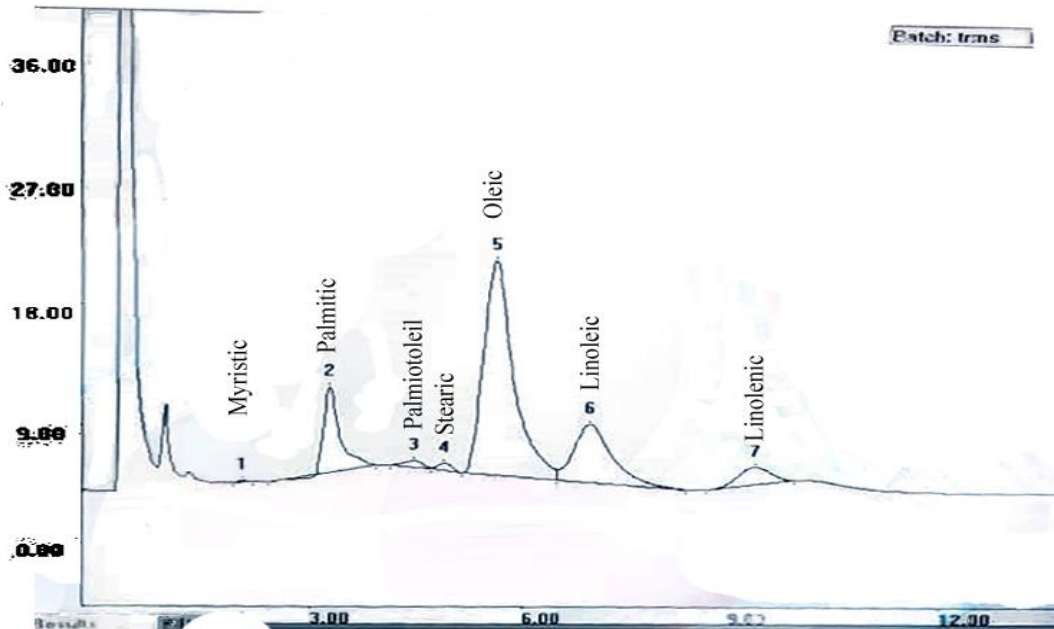
يوضح الجدول (8) تركيب الأحماض الدهنية في مسحوق الترمس الحلو؛ إذ بينت النتائج أن حمض الأوليك هو الحمض الدهني السائد في مسحوق الترمس الحلو وذلك بنسبة وقدرها (59.45%) وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Yorgancilar and Bilgiçli., 2014; Muranyi., 2016).

بلغت نسبة الحمض الدهني اللينولييك (21.02%)، وكانت نسبة حمض البالميتيك واللينولييك (11.75%) و (5.47%) على الترتيب، في حين بلغت النسب المئوية لأحماض البالميتوليك والستياريك والمريستيك (1.14، 1.03، 0.14%) على الترتيب.

جدول (8)؛ تركيب الأحماض الدهنية في مسحوق الترمس الحلو

النسبة %	الصيغة	الحمض الدهني
59.45	C18:1	حمض الأوليك (Oleic)
21.02	C18:2	حمض اللينولييك (Linoleic)
11.75	C16:0	حمض البالميتيك (Palmitic)
5.47	C18:3	حمض اللينولينيك (Linolenic)
1.14	C16:1	حمض البالميتوليك (Palmiotoleil)
1.03	C18:0	حمض الستياريك (Stearic)
0.14	C14:0	حمض الميريستيك (Myristic)

نستنتج مما سبق أن حمض الأوليك (Oleic) هو الحمض الدهني السائد في دهن بذور الترمس الحلو، ويتفق ذلك مع ما توصل إليه (Erbaş et al., 2005)؛ إذ بلغت نسبته المئوية في دراسته (55.4%).



الشكل (4)؛ المخطط الكروماتوغرافي لتحليل الأحماض الدهنية في دهن الترمس الحلو باستخدام (GC)

4.1.4 دراسة تأثير استبدال دقيق القمح بنسب مختلفة من مسحوق الترمس الحلو في التركيب الكيميائي

لعينات الكب كيك المدروسة:

جدول (9)؛ المؤشرات الكيميائية لعينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو

العينة	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الرماد %	الكربوهيدرات الكلية %
الشاهد	18.05±0.00 ^a	4.55±0.24 ^a	17.91±0.01 ^a	1.43±0.05 ^a	58.04±0.16 ^a
*%10	18.79±0.09 ^b	7.78±0.12 ^b	18.33±0.05 ^b	1.67±0.18 ^{ab}	53.39±0.46 ^b
*%20	19.16±0.07 ^{bc}	9.01±0.37 ^c	18.96±0.03 ^c	1.91±0.01 ^{bc}	50.95±0.34 ^c
*%30	19.37±0.024 ^{cd}	11.46±0.12 ^d	19.46±0.03 ^d	2.24±0.06 ^{ce}	47.45±0.08 ^d
*%40	19.83±0.05 ^d	12.42±0.24 ^e	19.46±0.03 ^e	2.46±0.08 ^e	45.35±0.036 ^e

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد أنه لا توجد وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

تشير (*) إلى: نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

تبين نتائج الجدول رقم (9) أن تدعيم عينات الكب كيك بمسحوق الترمس الحلو كان له تأثير معنوي في معظم المؤشرات الكيميائية المدروسة، وبمقارنة نتائج التحليل الإحصائي لوحظ أن التدعيم بمسحوق الترمس الحلو له تأثير معنوي في رفع نسبة الرطوبة في العينات مقارنة بعينة (الشاهد)؛ إذ بلغت نسبة الرطوبة في عينة الشاهد (18.03%) وارتفعت إلى (18.79%) في عينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 10% وإلى (19.83%) في عينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 40%، في حين أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنه لا توجد فروق معنوية بين عينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس بنسبة 20% و 30% من حيث محتواها من الرطوبة.

يعزى ازدياد نسبة الرطوبة في العينات إلى القدرة العالية على ربط الماء التي تبديها بروتينات مسحوق الترمس الحلو وبذلك تتنافس على ربط الماء مع المكونات الأخرى في الخليط وهذا يتفق مع ما وجدته (Doxastakis et al., 2002)، الذين أشاروا إلى أن قدرة بروتينات الترمس الحلو على ربط كميات كبيرة من الماء ينتج عنها

عجين يُظهر زيادة في قيم ربط الماء، ويمتلك مسحوق الترمس الحلو قدرة ربط ماء عالية؛ إذ تشكل بروتيناته شبكة ثلاثية قادرة على ربط كميات عالية من الماء (Mahmoud *et al.*, 2012; Cano and Ancos., 2004).

توضح النتائج في الجدول رقم (9) أنّ تدعيم عينات الكب الكيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو أدى إلى ارتفاع معنوي في محتوى العينات من البروتين مقارنة مع عينة الشاهد؛ إذ بلغ محتوى البروتين في عينة الشاهد (4.55%) وارتفع إلى (12.64%) في عينات الكب الكيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 40%.

بلغت نسبة الدهن في عينة الشاهد (17.91%) وارتفعت معنوياً إلى (19.46%) في عينة الكب الكيك المدعم بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 40%. وقد بين Maghaydah وآخرون (2013) وAlgarni وآخرون (2019) وجود العديد من السلاسل الجانبية غير القطبية التي يمكنها ربط السلاسل الهيدروكربونية، ما يؤدي إلى الزيادة في ربط الدهن وذلك بسبب الطبيعة البروتينية المحبة للدهون في الترمس الحلو.

أظهرت نتائج الجدول رقم (9) أنّ التدعيم بمسحوق الترمس الحلو أدى إلى زيادة معنوية في محتوى الرماد في معظم عينات الكب الكيك المدعم بمسحوق الترمس الحلو عند استخدام نسب تفوق 10% وذلك مقارنة بعينة الشاهد، حيث ارتفعت نسبة الرماد من (1.43%) في عينة الشاهد إلى (1.91%) في عينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 20%، وإلى (2.24%) في عينات الكب الكيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 30%، وإلى (2.46%) في عينات الكب كيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 40%، وأظهرت نتائج الجدول أنه لا توجد فروق معنوية في محتوى الرماد بين العينات المدعمة بمسحوق الترمس الحلو بنسب (10%)، وعينة الشاهد وبين العينات (10 و 20%) وبين العينات (20 و 30%) وبين العينات (30 و 40%).

يوضح الجدول رقم (9) أنّ التدعيم بمسحوق الترمس الحلو كان له تأثير معنوي في المحتوى من الكربوهيدرات في العينات المدعمة، إذ انخفضت نسبتها في عينات الكب كيك مع زيادة نسبة الإضافة؛ إذ بلغت في عينة الشاهد 58.04% وانخفضت في العينة المدعمة بنسبة 40% إلى 45.35%. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه (Al-Zahrani., 2020) بأنّ إضافة مسحوق الترمس الحلو تخفض من محتوى العينات من الكربوهيدرات.

5.1.4 مؤشرات اللون لعينات الكب كيك المدروسة:

جدول (10)؛ مؤشرات اللون لعينات الكب كيك المدروسة

العينة	L*	a*	b*
الشاهد	77.26±0.43 ^a	1.49±0.007 ^a	31.09±0.41 ^a
**%10	66.63± 3.09 ^b	1.75±0.014 ^b	44.20±0.25 ^b
**%20	66.13± 2.35 ^b	3.26±0.028 ^c	45.39±0.31 ^{bc}
**%30	66.00±1.73 ^b	3.46±0.014 ^d	46.37±0.29 ^c
**%40	66.55±3.03 ^b	2.47±0.056 ^e	55.52±0.22 ^d

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

** : نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

L*(Lightness) ، a*(redness) ، b* (yellowness)

يبين الجدول رقم (10) أنَّ إضافة مسحوق الترمس الحلو كان لها تأثير معنوي في قيم مؤشرات اللون مقارنة بعينة الشاهد؛ إذ أدت زيادة نسبة الإضافة إلى دكانة اللون، يُلاحظ ذلك من تناقص قيم مؤشر السطوع (L^*) ، إذ انخفضت قيمته انخفاضًا كبيرًا عند الاستبدال بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 40% وذلك بسبب تناقص اللون الأبيض المميز لدقيق القمح مع انخفاض نسبته في الخليط، ويعزى ذلك إلى أن إضافة مسحوق الترمس الحلو أدت إلى زيادة المحتوى من البروتين من ثم زيادة الأحماض الأمينية التي تتفاعل مع السكريات المرجعة أثناء الخبز وذلك يؤدي إلى زيادة الكرملة وبالتالي زيادة دكانة اللون، وأدت إضافة مسحوق الترمس الحلو إلى زيادة في قيم درجة الاحمرار والاصفرار (a^* ، b^*)، وقد يكون هذا عائدًا لاحتواء مسحوق الترمس الحلو على مستويات عالية من الكاروتينات بصورة أساسية كاروتينات B وزيكزانثين (Wang et al., 2008). تتوافق هذه النتائج مع ما توصل إليه (طلي ومحمد، 2018) الذين وجدوا أنَّ استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في البسكويت أدى إلى خفض قيمة (L^*) ورفع قيمة (a^* ، b^*).

6.1.4 الخصائص الحسية لعينات الكب الكيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو:

جدول (11)؛ الخصائص الحسية لعينات الكب الكيك المصنعة

العينة	الطعم	اللون	الرائحة	القوام	القبول العام
الشاهد	4.50±0.54 ^a	4.80±0.44 ^a	4.50±0.83 ^a	4.50±0.54 ^a	4.58±0.40 ^a
*%10	4.00±0.63 ^a	4.60±0.54 ^{ab}	4.16±0.75 ^a	4.16±0.40 ^{ab}	4.20±0.45 ^{ab}
*%20	3.83±0.98 ^a	4.60±0.54 ^{ab}	4.16±0.75 ^a	3.33±0.81 ^{ab}	3.91±0.51 ^{ab}
*%30	3.33±0.81 ^a	3.60±0.54 ^{bc}	3.50±0.54 ^{ab}	3.33±1.21 ^{ab}	3.54±0.45 ^{bc}
*%40	3.16±0.75 ^b	3.40±0.54 ^c	2.83±0.75 ^b	3.00±0.89 ^b	3.12±0.20 ^c

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

يُمثل الجدول رقم (11) نتائج التقييم الحسي لعينات الكب الكيك المدعمة بمسحوق الترمس الحلو من

حيث درجة (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، والقبول العام).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أنّ إضافة مسحوق الترمس الحلو كان لها تأثير معنوي في بعض الخصائص الحسية لعينات الكب الكيك المدروسة مقارنة بعينة الشاهد؛ إذ لاقت عينة الكب كيك المدعم بنسبة 10% من مسحوق الترمس الحلو أفضل قبول حسي من قبل أعضاء لجنة التحكيم، وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد فروق معنوية في الخصائص الحسية لعينة الشاهد والعينات المدعمة بالنسب 10% و 20%، وكان للتدعيم بنسبة 40% أثر سلبي في الخصائص الحسية لعينات الكب الكيك، ورغم ذلك كان للعينات جميعها قبول جيد من قبل المقيمين، إذ تراوحت درجات التقييم بين (2.83 – 4.80)، ويتوافق ذلك مع ما ذكره طلي ومحمد (2018) أنّ عينة البسكويت المدعمة بنسبة 10% من مسحوق الترمس الحلو كان لها الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية للمنتج.

7.1.4 الحمولة الميكروبية لعينات الكب كيك المدروسة في مدة التخزين المبرد:

1.7.1.4 تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات الكب

كيك خلال مدة التخزين المبرد:

جدول (12): تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات الكب

كيك خلال مدة التخزين المبرد

العينات					مدة التخزين
*%40	*%30	*%20	*%10	الشاهد	
$10^3 \times 1^{aB}$	$10^3 \times 3^{aA}$	$10^3 \times 3^{aA}$	$10^3 \times 4^{aA}$	$10^3 \times 5^{aA}$	الأسبوع الأول (غ/cfu)
$10^3 \times 1.6^{bC}$	$10^4 \times 1.3^{bBC}$	$10^4 \times 1.8^{bB}$	$10^4 \times 2^{bAB}$	$10^4 \times 2.5^{bA}$	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
$10^4 \times 2^{bD}$	$10^4 \times 2.3^{bcCD}$	$10^4 \times 2.5^{bBC}$	$10^4 \times 3^{bcAB}$	$10^4 \times 3.6^{bA}$	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
$10^4 \times 2.8^{bD}$	$10^4 \times 3^{cCD}$	$10^4 \times 3.3^{cBC}$	$10^4 \times 4.3^{cAB}$	$10^4 \times 6.4^{cA}$	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

نلاحظ من الجدول رقم (12) تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو بنسب مختلفة في التعداد

العام للأحياء الدقيقة لعينات الكب كيك، ويتبين من الجدول انخفاض التعداد العام للأحياء الدقيقة مع زيادة نسبة

الاستبدال بمسحوق الترمس الحلو، سُجِّلَ أقل نمو للأحياء الدقيقة في الأسبوع الأول من التخزين في العينة 40%

($10^3 \times 1$ غ/cfu) وكان أعلى تعداد في عينة الشاهد ($10^3 \times 5$ غ/cfu)، وفي نهاية مدة التخزين سُجِّلَ أقل تعداد

عام للأحياء الدقيقة في العينة استبدال 40% ($10^4 \times 2.8$ غ/cfu) وأعلى تعداد في عينة الشاهد ($10^3 \times 43$)

غ/cfu)، ويمكن أن يُفسَّر ذلك باحتواء الترمس الحلو على المواد المثبطة لنمو الأحياء الدقيقة، إذ ذكر (Abdallah,

2017) أنه تم الإبلاغ عن خصائص مضادة للميكروبات في بذور الترمس ويرتبط هذا النشاط ببعض المركبات

الثانوية النشطة بيولوجيًا مثل البولي فينولات، القلويدات، والفايتوستيرولات.

كانت العينات جميعها ضمن الحدود التي تسمح بها المواصفة القياسية السورية رقم 1360 لعام 1994 م التي

نصت على أن لا يزداد التعداد العام للأحياء الدقيقة غير الممرضة ($10^4 \times 5$ غ/cfu).

2.7.1.4 تأثير تدعيم دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تعداد بكتيريا الكوليفورم خلال مدة التخزين

المبرد:

جدول (13): تأثير تدعيم دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في تعداد بكتيريا الكوليفورم خلال مدة التخزين

المبرد

العينات					مدة التخزين
*%40	*%30	*%20	*%10	الشاهد	
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd**	الأسبوع الأول (غ/cfu)
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

*: نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

Nd**: خالي من النمو الميكروبية

نلاحظ من الجدول رقم (13) تأثير استبدال القمح بمسحوق الترمس الحلو في تعداد بكتيريا الكوليفورم لعينات الكب كيك، ويتبين من الجدول خلو العينات جميعها من بكتيريا الكوليفورم، إذ أن العينات تعرضت لعملية خبز على درجة حرارة 120°م ويتم القضاء على بكتيريا الكوليفورم عند درجة حرارة 65°م، وهذا يتوافق مع ما نصت عليه المواصفة القياسية السورية رقم 1360 لعام 1994م بخلو عينات الكيك من بكتيريا الكوليفورم.

3.7.1.4 تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للخمائر والفطريات خلال التخزين

المبرد:

يوضح الجدول رقم (14) تأثير استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للخمائر والفطريات لعينات الكب كيك، ويتضح من الجدول أن استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو لم يكن له تأثير ملحوظ في التعداد العام للخمائر والفطريات في العينات جميعها، وسُجِّل أعلى تعداد في العينة 20% (1.3×10⁴ غ/cfu) وأقل تعداد لها في العينة 40% (10⁴ غ/cfu) وذلك في نهاية مدة التخزين، وكانت العينات جميعها خالية في الأسبوعين الأول والثاني والثالث من التخزين، أما في الأسبوع الرابع فقد تجاوزت العينات جميعها الحد المسموح

به في المواصفة السورية 1360 رقم لعام 1994م التي نصت على أن الحد المسموح به من الخمائر و الفطريات هو 100 خلية/غرام، إذ كان التعداد في عينة الشاهد ($10^4 \times 1.1$ cfu/غ) وفي العينة 40% ($10^4 \times 1$ cfu/غ).

جدول (14)؛ تأثير تدعيم دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في التعداد العام للخمائر والفطريات خلال

التخزين المبرد

العينات					مدة التخزين
*%40	*%30	*%20	*%10	الشاهد	
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الأول (غ/cfu)
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
$10^4 \times 1^{bA}$	$10^4 \times 1.1^{bA}$	$10^4 \times 1.3^{bA}$	$10^4 \times 1^{bA}$	$10^4 \times 1.1^{bA}$	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

**Nd خالي من النموات الميكروبية

2.4. تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس في تصنيع المايونيز:

1.2.4 الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين الترمس:

جدول (15): الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين الترمس الحلو

العينة	القدرة على ربط الماء غ/غ	القدرة على ربط الزيت غ/غ	القدرة على ربط المستحلب غ/غ
معزول بروتين الترمس	2.10±0.07	1.90±0.07	0.64±0.02

تشير النتائج الموضحة في الجدول (15) الخصائص الوظيفية لمعزول بروتين الترمس الحلو، ويوضح

الجدول قدرة معزول بروتين الترمس على ربط الماء والزيت والمستحلب؛ إذ بلغت القدرة على ربط الماء (2.1 غ/غ)

والقدرة على ربط الزيت (1.9 غ/غ)، وكانت هذه النتائج قريبة مما توصل إليه (Rodriguez-Ambriz *et al.*, 2005)

الذين ذكروا أنَّ القدرة على ربط الماء والزيت بلغت (1.7 مل/غ)، في حين كانت القدرة على ربط المستحلب

(0.64 غ/غ) وهذه النتيجة كانت قريبة مما توصل إليه (Lqari *et al.*, 2002) الذين ذكروا أنَّ القدرة على ربط

المستحلب بلغت (0.74 غ/غ).

2.2.4 التركيب الكيميائي لمعزول بروتين الترمس الحلو وبيض المائدة:

جدول (16): التركيب الكيميائي لمعزول بروتين الترمس وبيض المائدة

العينة	الرطوبة%	البروتين%	الدهن%	الرماد%	الكربوهيدرات الكلية%
معزول بروتين الترمس	4.50±0.25 ^a	90.20±0.20 ^a	0.88±0.04 ^a	2.1±0.15 ^a	2.32±0.01 ^a
بيض المائدة	72.50±0.35 ^b	12.70±0.49 ^b	12.68±0.12 ^b	0.89±0.064 ^b	1.23±0.07 ^b

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

يبين الجدول (16) التركيب الكيميائي لمعزول بروتين الترمس الحلو؛ إذ بلغت نسبة الرطوبة (4.50%)

وهذا أعلى مما توصل إليه (Lqari *et al.*, 2002)، إذ كان محتوى الرطوبة في دراستهم (3.4%).

بلغت النسبة المئوية للبروتين (90.20%)، وتعد هذه النسبة أقل مما توصل إليه (Rodriguez-Ambriz, 2005) الذين ذكروا أن النسبة المئوية للبروتين بلغت (93.2%)، وأعلى مما توصل إليه (Lqari et al., 2002) الذين توصلوا إلى أن النسبة المئوية لمعزول بروتين الترمس كانت (87.4%)، إن الاختلاف في المحتوى من البروتين قد يعود إلى نوع وصنف نبات الترمس المدروس وإلى طريقة الاستخلاص المستخدمة ورقم الحموضة pH المستخدم.

بلغت نسبة الرماد (2.1%) والدهن (0.88%)، وذكر Lqari وآخرون (2002) أن المحتوى من الرماد والدهن بلغا (3.2، 0.7%) على الترتيب.

يشير الجدول (16) أيضًا إلى التركيب الكيميائي لبيض المائدة المستخدم في تصنيع المايونيز، إذ بلغ المحتوى من البروتين (12.70%) والمحتوى من الدهون (12.68%) والرطوبة (72.50%) مع وجود نسب قليلة من الكربوهيدرات (1.23%) والرماد (0.89%)، تقاربت هذه النتائج مع ما توصل إليه (Mext., 2005)، إذ بلغ محتوى البروتين (12.9%) ونسبة الرطوبة (71.8%) والمحتوى من الدهن والرماد (1.3، 13.8%) على الترتيب.

3.2.4 التركيب الكيميائي لعينات المايونيز المصنعة:

جدول (17): التركيب الكيميائي لعينات المايونيز المصنعة

العينة	الرطوبة%	البروتين%	الدهن%	الرماد%	الكربوهيدرات الكلية%
الشاهد	23.70±0.01 ^a	2.92±0.02 ^a	69.73±0.03 ^a	2.04±0.02 ^a	1.25±0.04 ^a
*%25	28.52±0.02 ^b	5.20±0.01 ^b	62.77±0.02 ^b	2.53±0.02 ^b	1.31±0.03 ^b
*%50	30.23±0.01 ^c	7.52±0.04 ^c	57.34±0.14 ^c	2.92±0.03 ^c	1.61±0.04 ^c
*%75	34.53±0.01 ^d	14.00±0.02 ^d	46.75±0.04 ^d	3.02±0.02 ^d	1.70±0.03 ^c
*%100	39.16±0.01 ^e	15.70±0.11 ^e	40.12±0.02 ^e	3.17±0.01 ^e	1.83±0.01 ^d

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

نلاحظ من الجدول (17) تأثير استبدال البيض بنسب مختلفة من معزول بروتين الترمس (0، 25، 50،

75، 100%) في المؤشرات الكيميائية المختلفة لعينات المايونيز.

المحتوى من الرطوبة: كان لاستبدال البيض بمعزول بروتين الترمس تأثير معنوي في محتوى المايونيز من الرطوبة؛ إذ بلغت نسبة الرطوبة في عينة الشاهد (23.70%)، وبلغت أعلى نسبة لها في العينة 100% معزول بروتين الترمس (39.16%)، في حين بلغت نسبتهما في العينات الأخرى (25، 50، 75%) من معزول بروتين الترمس (28.52، 30.23، 34.53%) على الترتيب، وتعزى هذه الزيادة في الرطوبة إلى سعة الامتصاص الكبيرة لبروتين الترمس للماء كما هو موضح في الجدول (15) وكذلك إلى الوسط الحامضي؛ إذ تنخفض ذوبانية البروتين كلما اقتربنا من نقطة التعادل الكهربائي، تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه (Rodriguez-Ambriz., 2005) بأن قابلية الذوبان لبروتين الترمس تكون في أعلى قيمة لها عند رقم حموضة pH (2-10) وأدنى قيمة لها عند رقم حموضة pH (4-5)، ويفسر ذلك بنسبة الماء المضافة الموضحة بالجدول (2) التي تزايدت مع تزايد نسبة الاستبدال لإذابة معزول بروتين الترمس.

المحتوى من البروتين: يُلاحظ من الجدول (17) وجود فروق معنوية في المحتوى من البروتين؛ إذ ازداد المحتوى من البروتين في عينات المايونيز بزيادة نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس؛ إذ بلغت نسبة البروتين في عينة الشاهد (2.92%)، وبلغ أقصى محتوى من البروتين في عينة المايونيز المصنعة من 100% معزول بروتين الترمس؛ إذ بلغت نسبة البروتين (15.70%) وذلك بزيادة قدرها 437% مقارنة مع الشاهد، ولوحظ وجود ارتفاع واضح في المحتوى البروتيني بين العينتين 50% و 75%؛ إذ كان المحتوى البروتيني لعينة 75% (14%) وبزيادة بلغت 86% مقارنة مع العينة 50% معزول بروتين الترمس (7.52%).

إنَّ زيادة المحتوى من البروتين مع زيادة نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس يعزى إلى الفارق الكبير في المحتوى البروتيني بين بيض المائدة (12.70%) ومعزول بروتين الترمس (90.20%) كما هو موضح في الجدول (16)، وعمومًا تستخدم منتجات الترمس لتعزيز المحتوى البروتيني للأغذية التي تضاف إليها (Maurani., 2016).

المحتوى من الدهن: يبين الجدول (17) وجود فروق معنوية في نسبة الدهن في عينات المايونيز، ويُلاحظ انخفاض نسبة الدهن مع زيادة نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس؛ إذ بلغت في عينة الشاهد (69.73%)

وانخفضت في العينة 100% معزول بروتين الترمس إلى (40.12%). يعزى انخفاض نسبة الدهن إلى انخفاض كمية الدهن في معزول بروتين الترمس نتيجة عملية الاستخلاص ونزع الدهن بالمذيب العضوي (n-هكسان)؛ إذ كانت نسبة الدهن في معزول بروتين الترمس (0.88%) كما هو موضح في الجدول (16)، ويفسر ذلك أيضًا بانخفاض كمية الدهن المضافة عند تصنيع المايونيز بزيادة نسبة الماء. أشار Abdel-Haleem وآخرون (2022) إلى أنّ المحتوى من الدهن يسلك سلوكًا معاكسًا للمحتوى من الرطوبة.

المحتوى من الرماد: بلغ المحتوى من الرماد في عينة الشاهد (2.04%) وسجلت أعلى نسبة رماد في العينة 100% معزول بروتين الترمس (3.17%)، ويفسر ذلك بأن معزول بروتين الترمس يحوي نسبة رماد أعلى من بيض الجاج كما وضح في الجدول (16).

المحتوى من الكربوهيدرات: توضح نتائج التحليل الإحصائي في الجدول (17) وجود فروق معنوية في المحتوى من الكربوهيدرات بين بعض العينات؛ إذ بلغت في عينة الشاهد (1.25%) وارتفعت إلى (1.83%) في العينة 100% معزول بروتين الترمس، ويعزى الارتفاع في المحتوى من الكربوهيدرات مع زيادة الاستبدال إلى أنّ محتوى معزول بروتين الترمس من الكربوهيدرات أعلى منه في البيض، كما أن محتوى المايونيز منخفض الدسم من الكربوهيدرات أعلى منه في المايونيز كامل الدسم (El-Bostany et al., 2011).

4.2.4 تأثير مدة التخزين في مؤشرات جودة المايونيز:

1.4.2.4 تأثير مدة التخزين في قيم الـ pH لعينات المايونيز المدروسة:

يتأثر هيكل المايونيز واستقراره بالرقم الهيدروجيني تأثيرًا كبيرًا، كما يعزز رقم الـ pH الحمضي من استقرار المايونيز عن طريق الحد من نمو الميكروبات والحفاظ على بنية المايونيز وتحسين استقراره (Shinn et al., 2016)، إذ تُعدّ قيمة الـ pH شديدة الأهمية لبنية واستقرار المايونيز مع أفضل مرونة في اللزوجة والثبات عندما تكون قيمة الـ pH قريبة من نقطة التعادل الكهربائي للبروتين (Shinn et al., 2016).

كان لتخزين المايونيز لمدة شهر واحد (30 يومًا) على درجة حرارة 4⁰م تأثيرًا معنويًا في رقم الـ pH لعينات المايونيز؛ إذ انخفضت قيمة الـ pH مع زيادة مدة التخزين في كافة العينات؛ إذ بلغت قيمة رقم الـ pH في

عينة الشاهد (4) في الأسبوع الأول وانخفضت إلى (3.92) في نهاية مدة التخزين، في حين بلغت قيمة عينة المايونيز المصنعة من 100% معزول بروتين الترمس (4.29) في الأسبوع الأول (4.15) في نهاية مدة التخزين، ويفسر انخفاض رقم الـ pH بنمو الأحياء الدقيقة المقاومة للحموضة بكتيريا حمض اللبن Lactic acid bacteria (LAB) التي يؤدي نموها إلى زيادة الحموضة وهذا يتفق مع ما وجدته (Marinescu Karas *et al.*, 2002) (et al., 2011) بأن نمو بكتيريا حمض اللبن يؤدي إلى خفض قيمة الـ pH للمايونيز.

نلاحظ من الجدول (18) أن زيادة نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس أدت إلى زيادة قيمة الـ pH وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Satriawan *et al.*, 2022) بأن زيادة نسبة استبدال البيض بالبروتين النباتي تزيد من قيمة الـ pH.

العينات جميعها كانت ضمن الحدود المسموح بها لرقم الـ pH حسب (Ma and Boye, 2013) الذين ذكروا أن نسبة رقم الـ pH يجب أن يتراوح بين (3-4.5) لمنع التلف ومنع نمو الكائنات الدقيقة المسببة للأمراض. إن رقم الـ pH المرغوب للمايونيز النباتي الطازج تراوحت ما بين (3.7-4.7)، ما يشير إلى أن المايونيز منتج حمضي بطبيعته (Raikos *et al.*, 2020).

جدول (18): تأثير مدة التخزين في قيم الـ pH لعينات المايونيز المدروسة

العينة	مدة التخزين			
	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3	الأسبوع 4
الشاهد	4.00 ^{aA}	4.02 ^{aAB}	3.99 ^{aABC}	3.92 ^{aC}
*%25	4.05 ^{abA}	4.03 ^{aA}	4.02 ^{aA}	4.01 ^{bA}
*%50	4.15 ^{bcA}	4.13 ^{bA}	4.09 ^{aA}	4.10 ^{cA}
*%75	4.22 ^{cdA}	4.19 ^{cA}	4.15 ^{bA}	4.12 ^{cC}
*%100	4.29 ^{dA}	4.23 ^{dAB}	4.19 ^{bB}	4.15 ^{dB}

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$
تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$
*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس.

2.4.2.4 تأثير مدة التخزين في قيم الـ TBA لعينات المايونيز المدروسة:

يوضح الجدول (19) قيم رقم الـ TBA في عينات المايونيز، ويوضح التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في قيم الـ TBA؛ إذ ازدادت مع زيادة مدة التخزين لمدة 30 يومًا عند درجة حرارة 4°م وانخفضت مع ارتفاع نسبة الاستبدال بمعزول بروتين الترمس، ويعزى ذلك لانخفاض نسبة الدهن مع زيادة نسبة الاستبدال، وكانت أقل قيمة لرقم الـ TBA في نهاية مدة التخزين لعينة المايونيز المصنعة من 100% معزول بروتين الترمس (2.87 مغ مالون ألدهيد/كغ) وسُجّلت أعلى قيمة في عينة الشاهد (6.14 مغ مالون ألدهيد/كغ)، وتعزى هذه الزيادة في قيمة رقم الـ TBA بمدة التخزين إلى زيادة مستوى الأكسدة في الدهن نتيجة نشاط إنزيمات ليبو أوكسيداز lipoxidas وتكوّن منتجات الأكسدة الثانوية للدهون، وعلى رأسها المالون ألدهيد، وهذا يؤدي إلى زيادة تفاعلات الأكسدة بصورة متزايدة نتيجة زيادة كميات المالون ألدهيد المتكونة (Ayu et al., 2021) وإنتاج الكيتونات والألدهيدات بسبب تتالي تفاعلات الأكسدة الثانوية (Nam and Ahn., 2003; Irkin et al., 2011; Sallam and Samejima., 2004).

جدول (19): تأثير مدة التخزين في قيم الـ TBA لعينات المايونيز المدروسة

العينات	قيم الـ TBA (مغ مالون ألدهيد/كغ) في مدة التخزين			
	الأسبوع 1	الأسبوع 2	الأسبوع 3	الأسبوع 4
الشاهد	0.2±1.61 ^{aA}	0.41±2.11 ^{bA}	0.04±4.51 ^{cA}	0.01±6.14 ^{dA}
*%25	0.01±1.21 ^{aB}	0.02±1.61 ^{bB}	0.04±2.31 ^{cB}	0.04±4.58 ^{dB}
*%50	0.03±0.86 ^{aC}	0.03±1.49 ^{bB}	0.02±2.23 ^{cC}	0.04±3.57 ^{dC}
*%75	0.03±0.89 ^{aC}	0.02±1.32 ^{bB}	0.01±1.97 ^{cD}	0.02±3.55 ^{dC}
*%100	0.02±0.73 ^{aD}	0.39±1.12 ^{bB}	0.02±1.81 ^{bE}	0.02±2.87 ^{cD}

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

3.4.2.4 تأثير مدة التخزين في قيم اللزوجة لعينات المايونيز المدروسة بمدة التخزين المبرد:

يبين الجدول (20) التغيرات في قيم اللزوجة لعينات المايونيز بمدة التخزين المبرد لمدة شهر على درجة حرارة 4°م؛ إذ بينت النتائج وجود فروق معنوية في قيم اللزوجة بين العينات المصنعة؛ إذ ازدادت اللزوجة بزيادة

نسب الاستبدال وكانت أقل قيمة في عينة الشاهد (8.77 باسكال/ثانية) وبلغت أعلى قيمة لها في عينة المايونيز 100% (41.44 باسكال/ثانية)، ويمكن أن تفسر الزيادة في قيم اللزوجة إلى أن البروتينات تعمل كمستحلب شديد التماسك وكعامل خافض للتوتر السطحي وبزيادة نسبة الاستبدال بمعزول بروتين الترمس الذي يحوي على نسبة بروتين (90.20%) ازداد هذا العامل، ويتفق ذلك مع ما ذكره (Azizah et al., 2018) بأن إضافة المواد الخافضة للتوتر السطحي إلى المايونيز يمكن أن تزيد من لزوجة المنتج النهائي.

جدول (20)؛ تأثير مدة التخزين في قيم اللزوجة لعينات المايونيز المدروسة خلال مدة التخزين المبرد

العينة	قيم اللزوجة (باسكال/ثانية) في مدة التخزين			
	الأسبوع الاول	الأسبوع الثاني	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
الشاهد	8.77 ^{aA}	8.71 ^{aAB}	8.98 ^{BC}	8.93 ^{aC}
*%25	13.85 ^{aA}	14.07 ^{abA}	14.84 ^{bB}	15.60 ^{bB}
*%50	14.25 ^{aA}	14.68 ^{abAB}	15.38 ^{bB}	16 ^{cC}
*%75	24.97 ^{bA}	25.05 ^{abA}	25.33 ^{cB}	25.89 ^{dC}
*%100	39.18 ^{cA}	40.33 ^{bB}	40.89 ^{dC}	41.44 ^{eD}

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$
تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$
*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

5.2.4 مؤشرات اللون لعينات المايونيز المدروسة:

جدول (21)؛ قيم مؤشرات اللون لعينات المايونيز المدروسة

العينة	L*	a*	b*
الشاهد	86.91±0.01 ^a	-2.64±0.24 ^a	8.96±0.01 ^a
*%25	80.36±0.06 ^b	-1.80±0.21 ^b	9.39±0.30 ^a
*%50	77.86±0.07 ^c	-0.86±0.04 ^c	13.34±0.07 ^b
*%75	78.74±0.17 ^d	-0.76±0.04 ^c	13.19±0.02 ^b
*%100	72.75±0.04 ^e	-0.39±0.03 ^d	11.23±0.17 ^c

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

L*(Lightness), a*(redness), b*(yellowness)

*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

يبين الجدول رقم (21) تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس في عينات المايونيز، ونلاحظ من الجدول تناقص قيم مؤشر السطوع L^* (ازدياد دكانة المنتج) مع ارتفاع نسبة الاستبدال؛ إذ كانت أعلى قيمة لمؤشر السطوع في عينة الشاهد (86.91)، في حين كانت أقل قيمة كانت في العينة المصنعة من 100% معزول بروتين الترمس التي بلغت (72.75)، ويعزى انخفاض قيم مؤشر السطوع إلى أكسدة الدهون التي تؤدي إلى ميل المنتجات التي تحصل فيها إلى اللون الداكن (Sakanaka and Tachibana., 2006).

يتبين من الجدول أيضًا تزايد قيمة مؤشر الاصفرار b^* ومؤشر الاحمرار a^* مع زيادة نسبة الاستبدال؛ إذ كانت أقل قيمة لها في عينة الشاهد (8.96، -2.64) على الترتيب، وبلغت أقصى قيمة في عينة الاستبدال (100%)؛ إذ بلغت (11.23، 0.01) على الترتيب، وهذا عائد إلى المحتوى العالي من الكاروتينات في مسحوق الترمس الذي يشكل المادة الأولية لمعزول بروتين الترمس (Wang et al., 2008).

6.2.4 تأثير استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس في الخصائص الحسية لعينات المايونيز المصنعة:

جدول (22)؛ التقييم الحسي لعينات المايونيز المدروسة

العينة	اللون	الرائحة	القوام	الطعم	القبول العام
الشاهد	5.00±0.00 ^a	3.50±1.29 ^a	4.75±0.5 ^a	3.66±0.57 ^a	4.26±0.50 ^a
*%25	4.5±0.57 ^{ab}	3.50±0.57 ^a	4.00±0.81 ^a	4.00±0.9 ^a	4.00±0.40 ^a
*%50	3.75±0.5 ^{bc}	3.50±0.57 ^a	3.75±0.5 ^a	2.33±0.57 ^{ab}	3.40±0.21 ^b
*%75	3.5±0.57 ^{bc}	3.25±0.95 ^a	3.57±0.5 ^a	2.33±0.57 ^{ab}	3.26±0.40 ^b
*%100	3.25±0.5 ^c	3.00±1.15 ^a	2.25±0.95 ^b	1.33±0.57 ^b	2.53±0.22 ^c

تشير الأحرف المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

*: نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

يوضح الجدول (22) الخصائص الحسية لعينات المايونيز التي استُبدل البيض بمعزول بروتين الترمس الحلو (اللون، الطعم، الرائحة، القوام، والقبول العام)، نلاحظ بنتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في درجة الرائحة والقوام والطعم في جميع عينات المايونيز المدروسة مقارنة مع الشاهد باستثناء العينة المصنعة من 100% معزول بروتين الترمس؛ إذ لوحظ وجود فروقات معنوية في درجة اللون والقوام والطعم بين هذه العينة وعينة

الشاهد، كما لوحظ أنه لا توجد فروقات معنوية بين العينات المصنعة باستخدام معزول بروتين الترمس بالنسب (25، 50، 75%) في كافة الخصائص الحسية المدروسة.

حظيت عينة الشاهد بأفضل تقييم حسي من ناحية اللون والطعم والرائحة والقبول العام والقوام، في حين كان لعينة 100% معزول بروتين الترمس أثر سلبي في المؤشرات المدروسة جميعها.

7.2.4 تأثير التخزين المبرد في الحمولة الجرثومية لعينات المايونيز المدروسة:

1.7.2.4 تأثير التخزين المبرد في التعداد العام للأحياء الدقيقة لعينات المايونيز المدروسة:

جدول (23)؛ التعداد العام للأحياء الدقيقة في عينات المايونيز المدروسة

العينات					مدة التخزين
100% **	75% **	50% **	25% **	الشاهد	
ND	ND	ND	ND	*ND	الأسبوع الأول (غ/cfu)
$10^3 \times 6^{aA}$	$10^3 \times 4^{aBC}$	$10^3 \times 3^{aB}$	$10^3 \times 3^{aA}$	$10^3 \times 3^{aA}$	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
$10^4 \times 1.2^{bD}$	$10^3 \times 9^{bC}$	$10^3 \times 7^{bC}$	$10^3 \times 4^{bB}$	$10^3 \times 2^{abA}$	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
$10^4 \times 3.3^{cD}$	$10^4 \times 1.3^{bC}$	$10^4 \times 1.2^{cC}$	$10^3 \times 7^{bB}$	$10^3 \times 3^{bA}$	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

تشير الأحرف الصغيرة المتشابهة ضمن العمود الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

تشير الأحرف الكبيرة المتشابهة ضمن الصف الواحد إلى أنه لا توجد فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$

** : نسبة استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو

Nd* : خالي من النموات الميكروبية

يبين الجدول رقم (23) التعداد العام للأحياء الدقيقة في عينات المايونيز بمدة من التخزين المبرد على درجة حرارة 4^0م ونلاحظ من الجدول أنّ جميع العينات كانت خالية من الأحياء الدقيقة في الأسبوع الأول من التخزين، وبدأت أعدادها في التزايد مع زيادة مدة التخزين؛ إذ كان أعلى تعداد لها في نهاية مدة التخزين في عينة المايونيز 100% معزول بروتين الترمس ($10^4 \times 3.3$ غ/cfu)، وأقل تعداد لها في عينة الشاهد ($10^3 \times 3$ غ/cfu)، ويعزى ذلك إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في العينات مع زيادة نسبة الاستبدال ما يشجع على نمو الميكروبات وارتفاع ذلك مع نقص نسبة الدهن التي تتناسب عكسيًا مع نسبة الرطوبة، وبشكل الدهن ودرجة الحموضة المنخفضة عوامل حفظ للمايونيز؛ إذ تعقد هذه المنتجات من نمو الميكروبات المقاومة للحموضة المنخفضة ويتوافق هذا مع ما أشار إليه (Karas et al., 2002) بأنّ عينات المايونيز التي تحوي نسبة دهن منخفضة تحتوي على كمية

أكبر من الرطوبة من ثم تحتوي على حمولة ميكروبية أعلى، كما يعزى ذلك إلى نمو الكائنات الحية الدقيقة المقاومة للأحماض مثل بكتيريا حمض اللبن. عادةً ما يؤدي النشاط الميكروبي لبكتيريا حمض اللبن إلى إنتاج مستقلبات الحمض وخاصة الأحماض العضوية التي لها تأثير فوري في الخصائص الحسية للمنتج. العينات جميعها كانت ضمن الحدود المقبولة التي يجب أن تكون أقل من 10^5 خلية/غرام حسب (Faour-Klingbeil *et al.*, 2016).

2.7.2.4 تأثير مدة التخزين في تعداد بكتيريا السالمونيلا في عينات المايونيز المدروسة:

جدول (24)؛ تعداد بكتيريا السالمونيلا في عينات المايونيز المدروسة

العينات					مدة التخزين
الشاهد	**%25	**%50	**%75	**%100	
ND*	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الأول (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

** : نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

Nd* خالي من النموات الميكروبية

يبين الجدول (24) خلو عينات المايونيز كلها من بكتيريا السالمونيلا بمدة التخزين لمدة شهر واحد على درجة حرارة 4°C وتتوافق هذه النتيجة مع ما توصل إليه (El-Bostany *et al.*, 2011) أنّ المايونيز خالٍ من بكتيريا السالمونيلا، وذكر Abou-Zeid (2006) أنّه لمنع انتقال بكتيريا السالمونيلا عن طريق المايونيز المصنع منزلياً، يوصى باستخدام بوصفه الخل مادةً حمضية للوصول إلى رقم حموضة pH يتراوح بين (3.6–4.0) والتخزين في مكان بارد. تجدر الإشارة إلى أن عينة المايونيز 100% معزول بروتين الترمس كانت خالية من البيض تماماً والذي هو مصدر لبكتيريا السالمونيلا في المايونيز وعليه انتفى خطر الإصابة بالسالمونيلا بشكل تام.

3.7.2.4 تأثير مدة التخزين في التعداد العام للخمائر والفطريات في عينات المايونيز المدروسة:

يُلاحظ من الجدول (25) خلو جميع عينات المايونيز من الفطريات والخمائر خلال مدة التخزين الممتدة لمدة شهر واحد على درجة حرارة 4°C ، وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Abu-Salem and Abou -Arab., 2008) بأنه لم يُكتشف وجود الخمائر والفطريات في عينات المايونيز المختلفة بالأسابيع الخمسة الأولى من التخزين.

ذكر Hocking و Pitt (2009) أنَّ المايونيز نادرًا ما يتلف بسبب الفطريات والخمائر نتيجة احتوائه على

حمض الخل.

جدول (25)؛ التعداد العام للخمائر والفطريات في عينات المايونيز المصنعة

العينات					مدة التخزين
100% **	75% **	50% **	25% **	الشاهد	
ND	ND	ND	ND	*ND	الأسبوع الأول (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الثاني (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الثالث (غ/cfu)
ND	ND	ND	ND	ND	الأسبوع الرابع (غ/cfu)

** : نسبة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس

Nd* خالي من النموات الميكروبية

الفصل الخامس

الإستنتاجات والتوصيات

5. الاستنتاجات والتوصيات:

1.5. الاستنتاجات:

- (1) يُعدُّ مسحوق الترمس الحلو غني بالبروتين وتدعيم المنتجات به يزيد من قيمتها الغذائية.
- (2) استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو أدى إلى خفض نسبة الكربوهيدرات في المنتج النهائي.
- (3) يُعدُّ الحمض الدهني الأوليك هو الحمض الدهني السائد في زيت الترمس الحلو.
- (4) إن إضافة مسحوق الترمس الحلو بنسبة 10% الأثر الأكبر في تحسين الخصائص الحسية لمنتج الكب كيك.
- (5) عزل بروتين الترمس بنقاوة عالية وبمحتوى بروتيني (92.20%).
- (6) معزول بروتين الترمس له قدرة عالية على ربط الماء والزيت ويعمل كمادة مستحلبة.
- (7) استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس أدى إلى رفع المحتوى البروتيني في المايونيز مع زيادة قيم اللزوجة وخفض نسبة الدهن مما ينعكس إيجاباً على القيمة الغذائية للمايونيز.
- (8) أدت إضافة معزول بروتين الترمس إلى تباطؤ في عملية أكسدة الدهن في المايونيز وخفض رقم الـ Ph مما زاد من صلاحية المنتج
- (9) بينت النتائج بأن لنبات الترمس الحلو ومنتجاته (مسحوق الترمس الحلو، معزول بروتين الترمس) القدرة على تثبيط نمو الأحياء الدقيقة.
- (10) أدى استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس بنسبة (25%) إلى خصائص حسية مماثلة لعينة الشاهد من حيث الخصائص الحسية.

2.5. التوصيات:

- (1) استبدال دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو بنسبة 10%، إذ كان لهذه النسبة الأثر الأفضل في تحسين الخصائص الحسية للمنتج والقبول لدى المقيمين.
- (2) استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس بنسبة (25%) لكونها الأقرب إلى خصائص المايونيز التجاري من حيث القبول العام الحسي.

(3) التوسع في دراسة نبات الترمس الحلو ومنتجاته واستخداماتها الغذائية لما يحتويه هذا النبات من عناصر

غذائية مهمة يمكن الاستفادة منها في تدعيم العديد من المنتجات.

(4) التوسع في دراسة استبدال البيض بمعزول بروتين الترمس والبحث عن حلول لدكاشة اللون والطعم عند

نسب الاستبدال المرتفعة (75، 100%) بهدف الوصول إلى منتج مايونيز خالٍ من البيض ومماثل

للمايونيز التجاري.

(5) دراسة المحتوى من الأحماض الأمينية السائدة في مسحوق الترمس الحلو.

(6) دراسة إمكانية استخدام مسحوق الترمس الحلو ومعزول بروتينه في تصنيع المنتجات الغذائية أخرى (الألبان،

اللحوم، وغيرها).

تأثير استخدام معزول بروتين الترمس ومسحوق بذوره في مؤشرات الجودة للكب كيك والمايونيز

الفصل السادس

المراجع

6. المراجع

1.6. المراجع العربية:

طلي، روعة،. محمد، محمد. (2018). تأثير تدعيم دقيق القمح بمسحوق الترمس الحلو في بعض الخصائص

الكيميائية والوظيفية للسكويات. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية، 34(2)، 197-214.

المواصفة القياسية السورية. (1994). المواصفة القياسية السورية الكيك. رقم 1360، ICS (67.060)، وزارة

الصناعة، هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية، دمشق

2.6. المراجع الأجنبية:

AACC. (2002). Approved methods of American Association of Cereal Chemists, 10th Ed. 56-20. AACC International, St. Paul. Minnesota. U.S.A.

Abdel-Haleem, A. M. H., Omran, A. A., & Hassan, H. E. (2022). Value addition of broken pulse proteins as emulsifying agents. Journal of Food Measurement and Characterization, 16(2), 1367–1382.

Abou-Zeid, M.B., 2006. Sensory, physico-chemical and microbial characteristics of new light mayonnaise formulations. M.Sc. Thesis, Faculty of Agric. Cairo University. Egypt.

Abu-Salem, F. M., & Abou -Arab, A. A. (2008). Chemical, microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. Grasas y Aceites, 59(4), 352–360.

Ahmed, A. R. (2014). Influence of chemical properties of wheat-lupine flour blends on cake quality. American Journal of Food Science and Technology, 2(2), 67-75.

Algarni, E., Hussien, H., Salem E. (2019). Development of Nutritious Extruded Snacks. life since jornal, 16(9), 23-31.

Al-Zahrani, M. T. (2020). Development of Fortified Laddoo with Sweet Lupine. International Journal of Engineering Research And Technology, V8 (12), 918–923.

- Aniszewski, T., Kupari, M. H., and Leinonen, A. J. (2001). **Seed Number, Seed Size and Seed Diversity in Washington Lupin (*Lupinus polyphyllus* Lindl)**. *Annals of Botany*, 87(1), 77–82.
- AOAC. (2000). **official methods of analysis of AOAC international**. (17th ed.)
- AOAC. (2005): **Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Published by the AOAC**. International 18th ed., Washington, D.C.
- AOAC. (2008). **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 16th Ed.** International Arlington, Virginia, U.S.A.
- AOAC. (2015). **Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, DC, USA.**
- APHA. (1992). **Compendium of methods for microbiological examination of foods**. American Public Health Association, Washington DC.
- Archer, B. J., Johnson, S. K., Devereux, H. M., and Baxter, A. L. (2004). **Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, post-meal perceptions of satiety and food intake in men**. *The British Journal of Nutrition*, 91(4), 591–599.
- Arnoldi, A., and Greco, S. (2011). **Nutritional and nutraceutical characteristics of lupin protein**. *Nutrafoods*, 10(4), 23–29.
- Australian Government Department of Health and Aged Care. (2023). **New and revised surveillance case definitions approved by the Communicable Diseases Network Australia since 1 January 2021**. *Communicable Diseases Intelligence* (2018), 47.
- Ayu, D. F., Aminah, S., & Diharmi, A. (2021, May). **Photo-oxidation stability of mayonnaise from striped catfish and red palm mixture oil**. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 757, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Bader, S., Oviedo, J. P., Pickardt, C., and Eisner, P. (2011). **Influence of different organic solvents on the functional and sensory properties of lupin (*Lupinus angustifolius* L.) proteins**. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie. Food Science and Technology*, 44(6), 1396–1404.
- Bähr, M., Fechner, A., Hasenkopf, K., Mittermaier, S., and Jahreis, G. (2014).

- Chemical composition of dehulled seeds of selected lupin cultivars in comparison to pea and soya bean.** LWT - Food Science and Technology, 59(1), 587–590.
- Baldwin, R. E. (1986). **Functional properties of eggs in foods.** In Egg Science and Technology (pp. 345–383). Macmillan Education UK.
- Battilani, P., Gualla, A., Dall'Asta, C., Pellacani, C., Galaverna, G., Giorni, P., Caglieri, A., Tagliaferri, S., Pietri, A., Dossena, A., Spadaro, D., Marchelli, R., Gullino, M., and Costa, L. (2011). **Phomopsins: an overview of phytopathological and chemical aspects, toxicity, analysis and occurrence.** World Mycotoxin Journal, 4(4), 345–359.
- Belski, R. (2012). **Fiber, protein, and lupin-enriched foods: Role for improving cardiovascular health.** Advances in Food and Nutrition Research, 66, 147–215. Berlin Heidelberg.
- Bhardwaj, H. L., Hamama, A. A., and Merrick, L. C. (1998). **Genotypic and environmental effects on lupin seed composition.** Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands), 53(1), 1–13.
- Biesalski, H. K., Fürst, P., Kasper, H., Kluthe, R., Pöler, W., Puchstein, C., Stähelin, H. B., & Waigand-Brauer, M. (2004) **Erährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer.** 3rd edition; Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Boschin, G., And Resta, D. (2013). **Alkaloids derived from lysine: quinolizidine (a focus on lupin alkaloids).** Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes, 381-403. Springer Berlin Heidelberg.
- Burchardi, H., & Larsen, R. (2004) **Die Intensivmedizin.** 9th edition; Springer-Verlag
- Cabello-Hurtado, F., Keller, J., Ley, J., Sanchez-Lucas, R., Jorrín-Novo, J. V., and Aïnouche, A. (2016). **Proteomics for exploiting diversity of lupin seed storage proteins and their use as nutraceuticals for health and welfare.** Journal of Proteomics, 143, 57–68.
- Calabrò, S., Cutrignelli, M. I., Lo Presti, V., Tudisco, R., Chiofalo, V., Grossi, M., Infascelli, F., and Chiofalo, B. (2015). **Characterization and effect of year of**

- harvest on the nutritional properties of three varieties of white lupine (Lupinus albus L.): Nutritional properties of three varieties of white lupine.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(15), 3127–3136.
- Can Karaca, A, Low, N and Nickerson, M. (2011). **Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction.** Food Research International, vol. 44, no. 9, pp. 2742-50.
- Cano, M. P., and De Ancos, B. (2004). **Advances in use of high pressure to processing and preservation of plant foods.** Novel Food Processing Technologies, 283–309.
- Carvajal-Larenas, F. E. (2016). **Lupinus mutabilis: Composition, uses, toxicology, and debit- tering.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(9), 1454–1487.
- Cauvain, S. P., and Young, L. (2006). **Young L: Baked products. in Science, technology and practice. In Science, technology and practice.** Blackwell Publishing. Cheftel,
- Cercaci, L., Rodriguez-Estrada, M. T., Lercker, G., & Decker, E. A. (2007). **Phytosterol oxidation in oil-in-water emulsions and bulk oil.** Food Chemistry, 102(1), 161–167.
- Cheah, P. B., & Abu Hasim, N. H. (2000). **Natural antioxidant extract from galangal (Alpinia galanga) for minced beef.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(10), 1565-1571.
- Chee, C. P., Roberts, R. F., & Coupland, J. N. (2006). **Effect of temperature, time, medium form and casein on lipid oxidation of polyunsaturated fatty acids in algae oil.** Milchwissenschaft Milk Sci Intl, 61, 142–145.
- Cheftel, J. C., Cuq, J. L., & Lorient, D. (1992) **Lebensmittelproteine.** Behr's Verlag GmbH & Co., Hamburg.
- Chew, P. G., Casey, A. J., & Johnson, S. K. (2003). **Protein quality and physico-functionality of Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius cv. Gungurru) protein concentrates prepared by isoelectric precipitation or ultrafiltration.** Food chemistry, 83(4), 575-583.

- Chiofalo, B., Presti, V. L., Chiofalo, V., & Gresta, F. (2012). **The productive traits, fatty acid profile and nutritional indices of three lupin (Lupinus spp.) species cultivated in a Mediterranean environment for the livestock.** Animal Feed Science and Technology, 171(2–4), 230–239.
- Ciesarová, Z., Basil, E., Kukurová, K., Marková, L., Zieliński, H., & Wronkowska, M. (2016). **Gluten-free muffins based on fermented and unfermented buckwheat flour– Content of selected elements.** Journal of Food and Nutrition Research, 55(2), 108–113.
- Clark, R., and Johnson, S. (2002). **Sensory acceptability of foods with added Lupin (Lupinus angustifolius) kernel fiber using pre-set criteria.** Journal of Food Science, 67(1), 356–362.
- Curti, C. A., Curti, R. N., Bonini, N., and Ramón, A. N. (2018). **Changes in the fatty acid composition in bitter Lupinus species depend on the debittering process.** Food Chemistry, 263, 151–154.
- Czubinski, J., and Feder, S. (2019). **Lupin seeds storage protein composition and their interactions with native flavonoids.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(8), 4011–4018.
- Daimer, K., & Kulozik, U. (2009). **Oil-in-water emulsion properties of egg yolk: Effect of enzymatic modification by phospholipase A2.** Food Hydrocolloids, 23(5), 1366–1373.
- Damodaran, S. (2006). **Protein stabilization of emulsions and foams.** Journal of Food Science, 70(3), R54–R66.
- De Cortes Sánchez, M., Altares, P., Pedrosa, M. M., Burbano, C., Cuadrado, C., Goyoaga, C., Muzquiz, M., Jiménez-Martínez, C., and Dávila-Ortiz, G. (2005). **Alkaloid variation during germination in different lupin species.** Food Chemistry, 90(3), 347–355.
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., Debevere, J., & Herman, L. (2006). **Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including Salmonella enteritidis.** International Journal of Food Microbiology, 112(3), 253–260.

- Depree, J. A., & Savage, G. P. (2001). **Physical and flavour stability of mayonnaise.** Trends in Food Science and Technology, 12(5-6), 157-163.
- Dervas, G., Doxastakis, G., Hadjisavva-Zinoviadi, S., and Triantafillakos, N. (1999). **Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties.** Food Chemistry, 66(1), 67–73.
- Dijkstra, A. J. (2016). **Soybean Oil.** In Encyclopedia of Food and Health (pp. 58–63). Elsevier.
- Doxastakis, G., Zafiriadis, I., Irakli, M., Marlani, H., and Tananaki, C. (2002). **Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties.** Food Chemistry, 77(2), 219–227.
- Duodu, K. G., and Minnaar, A. (2011). **Chapter 18 - Legume composite flours and baked goods: nutritional, functional, sensory, and phytochemical Qualities. In: Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention.** 193–203.
- Duranti, M. (2006). **Grain legume proteins and nutraceutical properties.** Fitoterapia, 77(2), 67–82.
- Duranti, M., Consonni, A., Magni, C., Sessa, F., and Scarafoni, A. (2008). The major proteins of lupin seed: **Characterisation and molecular properties for use as functional and nutraceutical ingredients.** Trends in Food Science and Technology, 19(12), 624–633.
- El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A., and Gafar, A. F. (2001). **Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates.** Food Chemistry, 74(4), 455–462.
- El-Bostany, A. N., Ahmed, M. G., & Amany, A. S. (2011). **Development of light mayonnaise formula using carbohydrate-based fat replacement.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(9), 673–682.
- El-Zainy, A.R.M., Shalaby, A.O., El-Zamzamy, F.M. and Mostafa, M.Y.A. (2016). **Effect of Chamomile, Marjoram and their Oils Incorporation on Properties of Oat Biscuits.** Middle East Journal of Applied Sciences, 6(1): 162-177.
- Erbaş, M., Certel, M., and Uslu, M. K. (2005). **Some chemical properties of white lupin seeds (Lupinus albus L.).** Food Chemistry, 89(3), 341–345.

- Evans, A. G., Cheung, P. Y. K., & Cheetham, N. W. (1993). **The carbohydrate composition of cotyledons and hulls of cultivars of *Lupinus angustifolius* from Western Australia**. Journal of the Science of Food and Agriculture, 61(2), 189–194.
- Faour-Klingbeil, D., Todd, E. C. and Kuri, V. 2016. **Microbiological quality of ready-to-eat fresh vegetables and their link to food safety environment and handling practices in restaurants**. LWT - Food Science and Technology 74,224-233.
- Farooq, Z., & Boye, J. I. (2011). **Novel food and industrial applications of pulse flours and fractions, in Pulse Foods** (pp. 283–323; B. K. Tiwari, A. Gowen, & B. McKenna, Eds.). Cambridge: Elsevier.
- Fasano, A., & Catassi, C. (2001). **Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum**. Gastroenterology, 120(3), 636–651.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Muñoz, R., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H., and Vidal-Valverde, C. (2008). **Effect of fermentation conditions on the antioxidant compounds and antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* cv. zapaton**. European Food Research and Technology, 227(4), 979–988.
- Food Standards Australia and New Zealand.(2009). **Australian user guide - mandatory folic acid fortification**. Canberra: FSANZ.
- Fraser, M. D., Fychan, R., and Jones, R. (2005). **Comparative yield and chemical composition of two varieties of narrow-leaved lupin (*Lupinus angustifolius*) when harvested as whole-crop, moist grain and dry grain**. Animal Feed Science and Technology, 120(1–2), 43–50.
- Freitas, R. L., Teixeira, A. R., and Ferreira, R. B. (2007). **Vicilin-type globulins follow distinct patterns of degradation in different species of germinating legume seeds**. Food Chemistry, 102(1), 323–329.
- French, R.F., G. Shea and B. Buirchell. 2008. **Introduction and History in Producing Lupin**. Second Edition. (ED. P.F. White, R.F. French and A. McLarty) Bulletin 4720: 7-14. Department of Agriculture and Food, South.
- Fudiyansyah, N., Petterson, D. S., Bell, R. R., & Fairbrother, A. H. (1995). **A nutritional, chemical and sensory evaluation of lupin (*L.angustifolius*) tempe**. International Journal of Food Science and Technology, 30, 297–305.

- Garti, N., Aserin, A., Sternhein, B., and Madar, Z. (1997). **Fenugreek galactomannans as food emulsions.** LWT-Food Sci. Technol, 30, 305–311.
- Gaultier, F., Foucault-Bertaud, A., Lamy, E., Ejeil, A. L., Dridi, S. M., Piccardi, N., Piccirilli, A., Msika, P., Godeau, G., & Gogly, B. (2003). **Effects of a vegetable extract from *Lupinus albus* (LU105) on the production of matrix metalloproteinases (MMP1, MMP2, MMP9) and tissue inhibitor of metalloproteinases (TIMP1, TIMP2) by human gingival fibroblasts in culture.** Clinical Oral Investigations, 7(4), 198–205.
- Getachew, P. (2009). **Chemical Composition and The Effects of Traditional Processing on Nutritional Composition of Gibto (*Lupinus albus* L.) Grown in, Gojam Area. Ethiopia.**
- Ghorbani Gorji, S., Smyth, H. E., Sharma, M., & Fitzgerald, M. (2016). **Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: A review.** Trends in Food Science & Technology, 56, 88–102.
- Golley, S., Corsini, N., Topping, D., Morell, M., & Mohr, P. (2015). **Motivations for avoiding wheat consumption in Australia: results from a population survey.** Public Health Nutrition, 18(3), 490–499.
- Guemes-Vera, N., Pena-Bautista, R. J., Jimenez-Martinez, C., Davila-Ortiz, G., and Calderon- Dominguez, G. (2008). **Effective detoxification and decoloration of *Lupinus mutabilis* seed derivatives, and effect of these derivatives on bread quality and acceptance.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 88, 1135–1143.
- Hall, R. S., and Johnson, S. K. (2006). **Sensory acceptability of foods containing Australian sweet Lupin (*Lupinus angustifolius*) flour.** Journal of Food Science, 69(2), 92–97.
- Hall, R. S., Johnson, S. K., Baxter, A. L., and Ball, M. J. (2005). **Lupin kernel fibre-enriched foods beneficially modify serum lipids in men.** European Journal of Clinical Nutrition, 59(3), 325–333.
- Hamama, A. A., and Bhardwaj, H. L. (2004). **Phytosterols, triterpene alcohols, and phospholipi.** JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(11), 1039–1044.

- Hartmann, C., Hieke, S., Taper, C., & Siegrist, M. (2018). **European consumer healthiness evaluation of 'Free-from' labelled food products**. Food Quality and Preference, 68, 377–388.
- Holden, L., Fæste, C. K., and Egaas, E. (2005). **Quantitative sandwich ELISA for the determination of lupine (Lupinus spp.) in foods**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(15), 5866-5871.
- Huerta-Yépez, S., Tirado-Rodriguez, A. B., and Hankinson, O. (2016). **Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer**. Boletín Médico Del Hospital Infantil de México (English Edition), 73(6), 446–456.
- Irkin, O. K., Esmer, N., and Degirmencioglu, A. (2011). **Influence of packaging conditions on some microbial properties of beef storage at 4°C. Bulgarian Journal of Agriculture Science**, 17, 655–663.
- Jayasena, V., and Nasar-Abbas, S. M. (2011). **Effect of lupin flour incorporation on the physical characteristics of dough and biscuits**. Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 3(3), 140–147
- Jayasena, V., Leung, P. P. Y., and Nasar-Abbas, S. M. (2010). **Effect of Lupin flour substitution on the quality and sensory acceptability of instant noodles: Lupin flour effect on instant noodle quality**. Journal of Food Quality, 33(6), 709–727.
- Johnson, S. K., Clements, J., Villarino, C. B. J., and Coorey, R. (2017). **Lupins: Their unique nutritional and health-promoting attributes**. In Gluten-Free Ancient Grains (pp. 179–221). Elsevier.
- Karas, R. Skvarca, M., Bzidar, Z. (2002). **Sensory Quality of Standard and Light Mayonnaise during Storage**. Food Technol. Biotechnol, 40(2), 119–127.
- Karnpanit, W. (2016). **Effect of cultivar and processing on anti-nutritional factors and bioaccessibility of minerals of Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius L.)**.
- Keller, F. & Pharr, D.M. (1996). **Metabolism of carbohydrates in sinks and sources: galactosyl-sucrose oligosaccharides**. In: Photoassimilate Distribution in Plants and Crops: Source-Sink Relationships (E. Zamski & A.A. Schaffer, eds). New York: Marcel Dekker, pp. 157 183.

- Keogh, J., Atkinson, F., Eisenhauer, B., Inamdar, A., and Brand-Miller, J. (2011). **Food intake, postprandial glucose, insulin and subjective satiety responses to three different bread-based test meals.** *Appetite*, 57(3), 707–710.
- Knecht, K.T., Sanchez, P., Kinder, D.H. (2020) Lupine Seeds (*Lupinus* spp.): **History of Use, Use as An Antihyperglycemic Medicinal, and Use as a Food Plant;** Elsevier Inc.: Amsterdam, The Netherlands.
- Kurlovich, B., Stankevich, A. and Stepanova, S. (2002). **Lupins: Geography, Classification, Genetic Resources And Breeding.** Intan, St. Petersburg, pp. 11-3.
- Kurlovich, B.S.; Heinanen, J.; Kartuzova, L.T.; Bernatskaya, M.L.; Chmeleva, Z.V.; Berville, A. (2005). **Diversity of (*Lupinus* L.) based on biochemical composition.** *Publie. Dans. le.*,134,42-57.
- Lampart-Szczapa, E., Obuchowski, W., Czaczyk, K., Pastuszewska, B., & Buraczewska, L. (1997). **Effect of lupine flour on the quality and oligosaccharides of pasta and crisps.** *Nahrung*, 41(4), 219–223.
- Larmond, E. (1997). **Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Foods.** Canada Department of Agriculture Publication, Ottawa
- Lee, Y. P., Mori, T. A., Puddey, I. B., Sipsas, S., Ackland, T. R., Beilin, L. J., and Hodgson, J. M. (2009). **Effects of lupin kernel flour-enriched bread on blood pressure: a controlled intervention study.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(3), 766–772.
- Lee, Y. P., Mori, T. A., Sipsas, S., Barden, A., Puddey, I. B., Burke, V., Hall, R. S., and Hodgson, J. M. (2006). **Lupin-enriched bread increases satiety and reduces energy intake acutely1–3.** *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(5), 975–980.
- Liu, H., Xu, X. M., and Guo, S. D. (2007). **Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie.** *Food Science and Technology*, 40(6), 946–954.
- Liu, K. (2016). **Soybean: Overview. In Encyclopedia of Food Grains** (pp. 228–236).

- Lqari, H., Vioque, J., Pedroche, J., and Millan, F. (2002). **Lupinus angustifolius protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization.** Food Chemistry, 76(3), 349-356.
- Ma Z, Boye JI (2013) **Advances in the design and production of reduced-fat and reduced-cholesterol salad dressing and mayonnaise: a review.** Food Bioproc Tech 6:648–670.
- Magalhães, S. C. Q., Fernandes, F., Cabrita, A. R. J., Fonseca, A. J. M., Valentão, P., and Andrade, P. B. (2017). **Alkaloids in the valorization of European Lupinus spp. seeds crop.** Industrial Crops and Products, 95, 286–295.
- Maghaydah, S., Abdul-hussain, S., Ajo, R., Tawalbeh, Y., and Elshahoryi, N. (2013). **Effect of lupine flour on baking characteristics of gluten free cookies.** Advance Journal of Food Science and Technology, 5(5), 600–605.
- Mahmoud, E. A. M., Nassef, S. L., and Basuny, A. M. M. (2012). **Production of high protein quality noodles using wheat flour fortified with different protein products from lupine.** Annals of Agricultural Sciences, 57(2), 105–112.
- Majowicz, S. E., Musto, J., Scallan, E., Angulo, F. J., Kirk, M., O'Brien, S. J., Jones, T. F., Fazil, A., Hoekstra, R. M., and International Collaboration on Enteric Disease “Burden of Illness” Studies. (2010). **The global burden of nontyphoidal Salmonella gastroenteritis.** Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America, 50(6), 882–889.
- Mandala, I., Kapsokefalou, M., Preedy, V. R., and Watson, R. R. (2011). **Chapter 15 - Gluten-free bread: sensory, physicochemical, and nutritional aspects In: Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention.** Academic Press.
- Manickavasagan, A., and Thirunathan, P. (Eds.). (2020). **Pulses: processing and product development.** Springer Nature.
- Mao, L. K., Xu, D. X., Yang, J., Yuan, F., Gao, Y. X., & Zhao, J. (2009). **Effects of small and large molecule emulsifiers on the characteristics of beta-carotene nanoemulsions prepared by high pressure homogenization.** Food Technol Biotechnol, 47, 336–342.

- Marinescu, G., Stoicescu, A., & Patrascu, L. (2011). **The preparation of mayonnaise containing spent brewer's yeast β -glucan as a fat replacer.** Romanian Biotechnological Letters, 16(2), 6017–6025.
- Martínez-Villaluenga, C., and Frías, J. (2005). **Raffinose family oligosaccharides and sucrose contents in 13 Spanish lupin cultivars.** Food Chemistry, 91(4), 645–649.
- Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., & Vidal-Valverde, C. (2008). **Alpha-galactosides: antinutritional factors or functional ingredients?** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48(4), 301–316.
- Martínez-Villaluenga, C., Frías, J., and Vidal-Valverde, C. (2006). **Functional lupin seeds (Lupinus albus L. and Lupinus luteus L.) after extraction of α -galactosides.** Food Chemistry, 98(2), 291–299.
- Mcwatters, K. H., and Holmes, M. R. (1997). **Influence of pH and Salt Concentration on Nitrogen Solubility and Emulsification Properties of Soy Flour.** J. Food Sci, 44, 770–781.
- Mello, D. (2000). **Anti-nutritional factors and mycotoxins. In Farm animal metabolism and nutrition.** CAB International Wallingford, (pp. 383–403). London.
- Mext, Japan (2005). **Standard tables of food composition in Japan. 5th revised and enlarged ed. National Printing Bureau** (in Japanese).
- Minnaar, K. G., Preedy, A., and Watson, V. R. (2011). **Chapter 18 - Legume composite flours and baked goods: nutritional, functional, sensory, and phytochemical Qualities.** In: Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. Academic Press.
- Mubarak, A. E. (2001). **Chemical, nutritional and sensory properties of bread supplemented with lupin seed (Lupinus albus) products.** Nahrung, 45, 241–245.
- Muranyi, I. S. (2016). **Properties of protein isolates from lupin (Lupinus angustifolius L.) as affected by the isolation method.** Doctoral thesis. 97.

- Muranyi, I. S., Volke, D., Hoffmann, R., Eisner, P., Herfellner, T., Brunnbauer, M., Koehler, P., and Schweiggert-Weisz, U. (2016). **Protein distribution in lupin protein isolates from *Lupinus angustifolius* L. prepared by various isolation techniques.** Food Chemistry, 207, 6–15.
- Musco, N. (2017). **Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 101(6), 1227–1241.
- N. Azizah, K. Suradi, J. Gumilar, **Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran** 18, 79-85 (2018).
- Nam, K. C., and Ahn, D. U. (2003). **Combination of aerobic and vacuum packaging to control lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated raw turkey breast.** Meat Science, 63(3), 389–395.
- Nasar-Abbas, S. M., and Jayasena, V. (2012). **Effect of lupin flour incorporation on the physical and sensory properties of muffins: Lupin flour-incorporated muffins.** Quality Assurance and Safety of Crops and Foods, 4(1), 41–49.
- Newman, K., Leon, J. S., Rebolledo, P. A., & Scallan, E. (2015). **The impact of socioeconomic status on foodborne illness in high-income countries: a systematic review.** Epidemiology and Infection, 143(12), 2473–2485.
- Nigussie, Z. (2012). **Contribution of white Lupin (*Lupinus albus* L.) for food security in North-Western Ethiopia: A review.** Asian Journal of Plant Sciences, 11(5), 200–205.
- Opinion, S., Panel, E., and Chain, F. (2012). **Scientific Opinion on the risks for animal and public health related to the presence of phomopsins in feed and food.** EFSA J, 10, 1–52.
- Papavergou, E. J., Bloukas, J. G., & Doxastakis, G. (1999). **Effect of lupin seed proteins on quality characteristics of fermented sausages.** Meat Science, 52(4), 421-427
- Parmdeep, Sharma, S., and Singh, S. (2016). **Comparison of cell wall constituents, nutrients and anti-nutrients of lupin genotypes.** Legume Research, 40(3).

- Pereira, A., Ramos, F., and Sanches Silva, A. (2022). **Lupinus albus L.) Seeds: Balancing the Good and the Bad and Addressing Future Challenges.** Molecules.
- Perez, A. A., Carrara, C. R., Sánchez, C. C., Santiago, L. G., & Patino, J. M. R. (2009). **Interfacial dynamic properties of whey protein concentrate/polysaccharide mixtures at neutral pH.** *Food Hydrocolloids*, 23(5), 1253-1262.
- Petterson, D. (2016). **Lupin: Overview.** In Elsevier eBooks (pp. 280–286).
- Petterson, D. S. (2004). **LUPIN | Overview. In Encyclopedia of Grain Science** (pp. 166–174).
- Petterson, D. S. (2015). **Lupin: Overview.** Encyclopedia of food grains 2nd edn. Elsevier Amsterdam Ltd.
- Petterson, D. S., Sipsas, S., and Mackintosh, J. B. (1997). **The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses, Grains Research and Development Corporation.**
- Petterson, D., Gladstones, J., Atkins, C., and Hamblin, J. (1998). **“Composition and food uses of lupins,” in Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization,** eds J. S. Gladstones, C. Atkins, and J. Hamblin (Cambridge: CAB International), 353–384.
- Pfoertner, H. P. and Fischer, J. (2001). **Dietary fibers of lupins and other grain legumes In B.V., M. and L., P. (Eds), Advanced Dietary Fiber Technology,** Blackwell Science Ltd: Oxford, pp. 361-366.
- Phan, H. T. T., Ellwood, S. R., Adhikari, K., Nelson, M. N., and Oliver, R. P. (2007). **The first genetic and comparative map of white lupin (Lupinus albus L.): identification of QTLs for anthracnose resistance and flowering time, and a locus for alkaloid content.** DNA Research: An International Journal for Rapid Publication of Reports on Genes and Genomes, 14(2), 59–70.
- Piasecka-Jóźwiak, K., Książak, J., Słowik, E., & Chabłowska, B. (2018). **The use of lupin flour as nutritional additive to organic wheat sourdough bread.** Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 63(3), 56–61.

- Pihlanto, A., Mattila, P., Mäkinen, S., and Pajari, A.-M. (2017). **Bioactivities of alternative protein sources and their potential health benefits.** Food and Function, 8(10), 3443–3458.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage* (Vol. 519, p. 388). New York: Springer.
- Pollard, N. J., Stoddard, F. L., Popineau, Y., Wrigley, C. W., and MacRitchie, F. (2002). **Lupin flours as additives: Dough mixing, breadmaking, emulsifying, and foaming.** Cereal Chemistry, 79(5), 662–669.
- Pozani, S., Doxastakis, G., and Kiosseoglou, V. (2002). **Functionality of lupin seed protein isolate in relation to its interfacial behaviour.** Food Hydrocolloids, 16(3), 241–247.
- Prusinski, J. (2017). **White lupin (Lupinus albus L.)-Nutritional and health values in human nutrition-A review.** Czech J. Food Sci, 35, 95–105.
- R. Ahmed, A. (2014). **Influence of chemical properties of wheat-lupine flour blends on cake quality.** American Journal of Food Science and Technology, 2(2), 67–75.
- Raikos V, Hayes H, Ni H. (2020). **Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayon- naise: recipe optimisation and storage stability.** Int. J. Food Sc. Tech. 55 (5), 1935-1942.
- Raymundo, A., Franco, J. M., Empis, J., and Sousa, I. (2002). **Optimization of the composition of low-fat oil-in-water emulsions stabilized by white lupin protein.** Journal of the American Oil Chemists' Society, 79(8), 783–790.
- Resta, D., Boschini, G., D'Agostina, A., and Arnoldi, A. (2008). **Evaluation of total quinolizidine alkaloids content in lupin flours, lupin-based ingredients, and foods.** Molecular Nutrition and Food Research, 52(4), 490–495.
- Rochfort, S., and Panozzo, J. (2007). **Phytochemicals for health, the role of pulses.** In Journal of Agricultural and Food Chemistry (Vol. 55, Issue 20).
- Rodriguez-Ambriz, S. L., Martinez-Ayala, A. L., Millan, F., & Davila-Ortiz, G. (2005). **Composition and functional properties of Lupinus campestris protein isolates.** Plant Foods for Human Nutrition, 60(3), 99-107

- Rosell, C. M., Preedy, V. R., and Watson, R. R. (2011). **The science of doughs and bread quality aspects In: Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention**. Academic Press.
- Ruiz-López, M. A., Barrientos-Ramírez, L., García-López, P. M., Valdés-Miramontes, E. H., Zamora-Natera, J. F., Rodríguez-Macias, R., Salcedo-Pérez, E., Bañuelos-Pineda, J., and Vargas-Radillo, J. J. (2019). **Nutritional and bioactive compounds in Mexican Lupin beans species: A mini-review**. *Nutrients*, 11(8), 1785.
- Sakanaka, S., & Tachibana, Y. (2006). **Active oxygen scavenging activity of egg-yolk protein hydrolysates and their effects on lipid oxidation in beef and tuna homogenates**. *Food Chemistry*, 95(2), 243-249.
- Sallam, K. I., and Samejima, K. (2004). **Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage**. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie. Food Science and Technology*, 37(8), 865-871.
- Sathe, S. K. (2016). **Beans: Overview. In Encyclopedia of Food Grains** (pp. 297-306).
- Satriawan, T. U., Evanuarini, H., & Thohari, I. (2022). **Physicochemical quality of low fat mayonnaise using whey protein concentrate**. *E3S Web of Conferences*, 335, 00021.
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M.-A., Roy, S. L., Jones, J. L., & Griffin, P. M. (2011). **Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens**. *Emerging Infectious Diseases*, 17(1), 7-15.
- Scharff, R. L. (2012). Economic burden from health losses due to foodborne illness in the United States. *Journal of food protection*, 75(1), 123-131.
- Schloß, S., Wedell, I., Koch, M., Rohn, S., and Maul, R. (2015). **Biosynthesis and characterization of ¹⁵N₆-labeled phomopsin A, a lupin associated mycotoxin produced by Diaporthe toxica**. *Food Chemistry*, 177, 61-65.
- Sedláková, K., Straková, E., Suchý, P., Krejcarová, J., and Herzig, I. (2016). **Lupin as a perspective protein plant for animal and human nutrition - A review**. *Acta Veterinaria Brno*, 85(2), 165-175.

- Severino, D., Dias, H. V., Roque, M. F., and Esteves, M. C. (2011). **Benefícios do Tremoço-Mito ou Realidade Rev.** Port. Diabetes, 6, 126–128.
- Shinn, S.E., Proctor, A., Gilley, A.D., Cho, S., Martin, E., Anthony, N.B. (2016). **Effect of feeding CLA on plasma and granules fatty acid composition of eggs and prepared mayonnaise quality.** Food Chem, 197, 57–65.
- Simopoulos, A. P. (2002). **The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedecine and Pharmacotherapie.** Biomedicine and Pharmacotherapy, 56 (8), 365–379.
- Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K., & Singh, N. (2015). **Influence of jambolan (Syzygium cumini) and xanthan gum incorporation on the physicochemical, antioxidant and sensory properties of gluten-free eggless rice muffins.** International Journal of Food Science & Technology, 50(5), 1190–1197.
- Sironi, E, Sessa, F & Duranti, M. (2005). **A simple procedure of lupin seed protein fractionation for selective food applications.** European Food Research and Technology, vol. 221, no. 1--2, pp. 145-50.
- Soetan, K. O., & Oyewole, O. E. (2009). **The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: A review.** African Journal of food science, 3(9), 223-232.
- Sousa, I. M. N., Morgan, P. J., Mitchell, J. R., Harding, S. E., & Hill, S. E. (1996). **Hydrodynamic characterization of Lupin proteins: Solubility, intrinsic viscosity, and molar mass.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44(10), 3018–3021.
- Stanojevic, L. P., Marjanovic-Balaban, Z. R., Kalaba, V. D., Stanojevic, J. S. and Cvetkovic, D. J. (2016). **Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Chamomile Flowers Essential Oil (Matricaria chamomilla L.).** Journal of Essential Oil Bearing Plants, 19 (8).
- Tahmasian, A., Juhász, A., Broadbent, J. A., Nye-Wood, M. G., Le, T. T., and Colgrave, M. L. (2022). **Evaluation of the major seed storage proteins, the conglutins, across genetically diverse narrow-leaved Lupin varieties.** Frontiers in Nutrition

- Trugo, L. C., von Baer, D., and von Baer, E. (2003). **LUPIN**. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (pp. 3623–3629). Elsevier.
- Trugo, L. C., von Baer, E., and von Baer, D. (2016). **Lupin: Breeding**. In Encyclopedia of Food Grains (pp. 325–332). Elsevier.
- Tunland, B. C., and Meyer, D. (2002). **Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): Their physiology and role in human health and food**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 1(3), 90–109.
- Uauy, R., Gattas, V., and Yañez, E. (1995). **Sweet lupins in human nutrition**. World Review of Nutrition and Dietetics, 77, 75–88.
- Uzun, B., Arslan, C., Karhan, M., and Toker, C. (2007). **Fat and fatty acids of white lupin (Lupinus albus L.) in comparison to sesame (Sesamum indicum L.)**. Food Chem. 102, 45–49.
- Van De Noort, M. (2016). **Lupin: An Important Protein and Nutrient Source**. Elsevier Inc.
- Vasilakis, K., and Doxastakis, G. (1999). **The rheology of lupin seed (Lupinus albus ssp. graecus) protein isolate films at the corn oil- water interface**. Colloids and Surfaces B: Biointerferens, 12, 331–337.
- Villalpando-Vargas, F., and Medina-Ceja, L. (2015). **Effect of sparteine on status epilepticus induced in rats by pentylenetetrazole, pilocarpine and kainic acid**. Brain Research, 1624, 59–70.
- Villarino, C. B. J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., and Johnson, S. K. (2015). **The effects of Australian sweet lupin (ASL) variety on physical properties of flours and breads**. Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie .Food Science and Technology, 60(1), 435–443.
- Villarino, C. B. J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., and Johnson, S. K. (2016). **Nutritional, health, and technological functionality of Lupin flour addition to bread and other baked products: Benefits and challenges**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(5), 835–857.
- Visvanathan, R., Madhujith, T., Gamage, A., & Zhang, N. (2020). **Lupin. Pulses: Processing and Product Development**, 169-203.

- Wang, S., Errington, S., & Yap, H. H. (2008). **Studies on Carotenoids From Lupin Seeds.** Proceedings of the 12th International Lupin Conference, February, 198–202.
- Weeraya, K. (2016). **Effect of cultivar and processing on anti-nutritional factors and bioaccessibility of minerals of Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius L.).** westernsydney.
- Whiley, H., and Ross, K. (2015). **Salmonella and eggs: from production to plate.** International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(3), 2543–2556.
- Widerström, E., & Öhman, R. (2017). **Mayonnaise Quality and Catastrophic Phase Inversion.** LUND UNIVERSITY.
- Wiedemann, M., Gurrola-Díaz, C. M., Vargas-Guerrero, B., Wink, M., García-López, P. M., and Düfer, M. (2015). **Lupanine improves glucose homeostasis by influencing KATP channels and insulin gene expression.** Molecules (Basel, Switzerland), 20(10), 19085–19100.
- Yang, S. C., Baldwin, R. E., Stadelman, W. J., and Cotterill, O. J. (1995). Functional properties of eggs in foods (Vol. 4, pp. 405–463). Binghamton: Haworth Press.
- Yorgancilar, M., and Bilgiçli, N. (2014). **Chemical and nutritional changes in bitter and sweet lupin seeds (Lupinus albus L.) during bulgur production.** Journal of Food Science and Technology, 51(7), 1384–1389.
- Zealand, A. N. (2009). **Food Standards Australia New Zealand.**

Abstract

This research was carried out in the Department of Food Sciences laboratories, Faculty of Agriculture, University of Damascus, with the aim of studying the functional, chemical and fatty acid content of sweet lupin powder and its protein isolate and demonstrating their impact on chemical, functional and sensory properties, colour indicators and microbial payload of cupcake and mayonnaise samples. As wheat flour was replaced with increasing proportions of sweet lupin powder (10, 20, 30, 40%) in the manufacture of cupcakes. The results showed that sweet lupin powder had the ability to bind water, oil and emulsify, and the replacement of wheat flour with sweet lupin powder had a significant effect in raising all studied chemical indicators except carbohydrates for cupcake samples at ($p \leq 0.05$), as the percentage of protein and fat increased from (4.55%) and (17.91%), respectively, in the control sample to (12.42%) and (19.46%), respectively, in the sample fortified by 40%. Fatty acids were estimated in sweet lupin oil, and the proportion of oleic fatty acid was (59.45%), which is the predominant fatty acid in sweet lupin oil. Lupin sweet protein was isolated according to the electrical neutralization point method, and the percentage of protein in the isolated was (92.20%). Eggs in mayonnaise were replaced with lupin protein isolate with increasing proportions (25, 50, 75, 100%). The results showed that lupin protein isolate has the ability to bind water, oil and emulsification, The replacement of eggs with lupin protein isolate had a significant effect on the chemical properties of mayonnaise, as the protein content increased from (2.92%) in the control sample to (15.70%) in the sample of 100% lupin protein isolate. Therefore, storing mayonnaise for one month at a temperature of 4°C had a significant effect on the pH number of mayonnaise samples, as its value decreased with increasing storage period in all samples. The statistical analysis showed that there were significant differences in the TBA values, as it increased with increasing duration and decreased with increasing the replacement percentage with lupin protein isolate. The results also indicated that there were significant differences in the viscosity values between the manufactured samples.

Keywords: cupcake, mayonnaise, sweet lupine powder, lupine protein isolate, chemical indicators, functional properties, viscosity.



Syrian Arab Republic
Damascus University Faculty
of agricultural engineering
Department of Food Science

Effect using Lupin Protein Isolate and its Seed Powder on Quality Indicators of cupcakes and Mayonnaise

A research thesis submitted to obtain a master's degree in
the Faculty of Agricultural Engineering

(Department of Food Science)

Prepared by

Eng. Mohamed Abdulkadir Abdalla

Supervision

supervisor

Co-supervisor

Assistant Professor. Rawaa Tlay

Department of Food Science
Faculty of Agricultural Engineering
Damascus University

Professor. Mohamad mohamd

Department of Food Sciences
Faculty of Agricultural Engineering
Damascus University