جامعـــة الموصـــل

كلية الزراعة والغابات

تأثير بعض العمليات ما قبل الخبازة على بعض الصفات النوعية والريولوجية للوف المدعم بفول الصويا

مها عامر ضائع العبيدي

رسالة ماجستير

علوم الأغذية

إشراف

الدكتورة صبيحة حسين الجبوري

أستاذ مساعد

1444هـ 2022 م

تأثير بعض العمليات ما قبل الخبازة على بعض الصفات النوعية والريولوجية للوف المدعم بفول الصويا

رسالة تقدَّمت بها

مها عامر ضائع العبيدي

إلى

مجلس كلية الزراعة والغابات في جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات شهادة الماجستير

في علوم الأغذية

إشراف

الدكتور صبيحة حسين الجبوري

أستاذ مساعد

1444هـ 2022 م

مَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنْبَتَتْ سَبْعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنْبُلَةٍ مِئَةُ حَبَّةٍ وَاللَّهُ يُضَاعِفُ لِمَنْ يَشَاءُ وَاللَّهُ وَاسِعٌ عَلِيمٌ.

سورة البقرة من الآية (٢٦١)

إقرار المشرف

أشهد أن إعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافي في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم الأغذية.

التوقيع:

المشرف: د. صبيحة حسين الجبوري

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

التاريخ : / /2022

إقرار المقوم اللغوي

أشهد أن هذه الرسالة الموسومة بـ" **تأثير بعض العمليات ما قبل الخبازة على بعض الصفات النوعية والريولوجية للوف طحين الحنطة المدعم بفول الصويا** " تمت مراجعتها من الناحية اللغوية وتصحيح ما ورد فيها من أخطاء لغوية وتعبيرية وبذلك أصبحت الرسالة مؤهلة للمناقشة بقدر تعلق الأمر لِسلامة الأسلوب وصحة التعبير.

التوقيع :

الاسم :د. عمار إسماعيل أحمد

المرتبة العلمية: أستاذ مساعد

التاريخ : / / 2022

إقرار رئيس لجنة الدراسات العليا

بناء على توصيتي المشرف والمقوم اللغوي، أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع :

الاسم : د. مازن محمد ابراهيم

المرتبة العلمية: استاذ

التاريخ: / / 2022

إقرار رئيس القسم العلمي

بناء على توصيات التي تقدم بها المشرف والمقوم اللغوي ورئيس لجنة الدراسات العليا أرشح هذه الرسالة للمناقشة.

التوقيع :

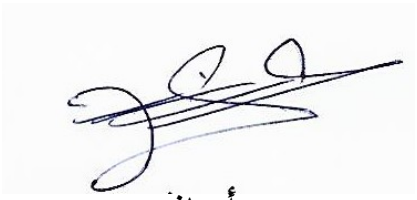
الاسم : د. مازن محمد ابراهيم

المرتبة العلمية : استاذ

التاريخ : / / 2022

قرار لجنة المناقشة

نشهد أننا أعضاء لجنة التقويم والمناقشة قد اطلعنا على الرسالة، وناقشنا الطالبة في محتوياتها وفيما يتعلق بها بتاريخ2022/7/17، ونرى أنها جديرة لنيل شهادة الماجستير في علوم الأغذية.



أستاذ

عبدالله محمد ذنون

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات

رئيس اللجنة

أستاذ مساعد

بسماء سعد الدين شيت

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات

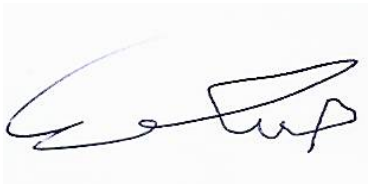
عضواً

أستاذ مساعد

هاني صبار عايد

جامعة الموصل/ كلية علوم الهندسة الزراعية

عضواً



أستاذ مساعد

صبيحة حسين احمد

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات

عضواً ومشرفاً

قرار مجلس الكلية

إجتمع مجلس كلية الزراعة والغابات بجلسته ( ) المنعقدة في / / 2022 وقرر التوصية بمنح طالبة الدراسات العليا **مها عامر ضائع** شهادة الماجستير في علوم الأغذية.

أ.د. علي فاروق المعاضيدي

مقرر مجلس الكلية

أ.د. محمد يونس سليم العلاف

ع. العميد

الإهـــــداء

إلى نبي الرحمة محمد صلى الله عليه وسلم واله' الأطهار وصحابته الأبرار..

إلى أخي الراحل

بسم الله الرحمن الرحيم

وَلَا تَحْسَبَنَّ الَّذِينَ قُتِلُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ أَمْوَاتًا بَلْ أَحْيَاءٌ عِندَ رَبِّهِمْ يُرْزَقُونَ

(الشهيد أحمد أبي براء وتبارك)

سلاماً على روحك الطاهرة ..سلاماً على كل قطرة دم نزلت منك قالها أخي يوماً سأكتب بدمي شهادة ميلادي لأ عيش كما أريد ولن ابالي يموت السفاح ولا يموت الشهيد يبقى حياً كطائر العودة الذي يحلق عالياً فوق السماء ولتملأ الدنيا عويلاً فما البكاء إلا للفقيد ولمِ أكن إلا روحاً عطرة فاضت إلى جنة وخلود

تركت يا أخي وراءك نسيم مسك نسعد برائحته فما أنت إلا جبل شامخ صامد يتحدى كل الصعاب وما أنت إلا شعلة وانتفاضة أِنارت الطريق كنت شمعة نور اضاءت قلوبنا رحمك الله وجعلك في جنة الفردوس العليا

(أمي)

إلى التي يعجز قلمي عن كتابة حرفٍ بحقها وأقف حائراً مكتوفة الأيدي أمام وصفها إلى جذور قلبي وكيان حياتي

(أبي)

إلى من سعى وشقي لأنعم بالراحة والهناء الذي لم يبخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح

الذي علمني أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر

(زوجي)

إلى الذي أفتخر وأتباهى به إلي أجمل مافي حياتي

إلى الذكريات الجميلة في دواخلي الذي أكملت معه المشوار

وأصبح جزءاً لا يتجزء مني الذي ساندني وتحمل معي متاعب الدراسة ودعمه المتواصل لي

الباحثة

شكر وثناء

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه وسلم تسليماً كثيراً.

أما بعد... فإنه يطيب لي ويسعدني وقد أنهيت هذا البحث أن أتقدم بالشكر وثناء لرئاسة جامعة الموصل وعمادة كلية الزراعة والغابات ،وأُتقدم بخالص شكري وعظيم امتناني للسادة الأساتذة الافأضل في رئاسة قسم علوم الأغذية ممن كان لهم الفضل في وصولي الى هذه المرحلة وأتقدم بالشكر لأستاذتي الفاضلة الدكتورة صبيحة حسين أحمد الجبوري لمتابعتها وملاحظاتها وإرشاداتها القيمة ولما بذلته من جهود في سبيل إكمال الرسالة داعياً الباري عزَّ وجلَّ أن يَمُنَّ عليها بدوام الصحة والعافية فجزاها الله عنِّي خير الجزاء. ولايفوتني أن أتوجه بالشكر إلى دائرة تصنيع الحبوب فرع نينوى و موظفي المختبر كافة.

ولايسعني إلا أَن أتقدم بوافر الشكر والثناء والامتنان لرئيس وأعِضاء لجنة المناقشة المحترمين لقبولهم مناقشة رسالتي وإبداء آرائهم وتوجيهاتهم القيمة في إخراج الرسالة بصورة افضل. وشكري لأخواتي وأخص بذكر أختي أم تبارك وبراء وإخواني ولدعمهم المتواصل لي ولكل من ساعدني ومد يد العون لي وساندني وقدم لي النصيحة والمشورة. واوجه شكري وامتناني الخاص لإخوتي (أبو محمد شعلان الخزرجي الذي تكفلني في بداية دراستي).(وأبو سديم إبراهيم السبعاوي الذى كان لي اخاً وسنداً في بداية دراستي وزملائي علي السبعاوي الذى كان له الفضل من بعد الله لي و أستاذ زيد الطائي الذى أمدني بالقوة والتفاؤل وزميلي حبيب ناشد أنت أجمل من أن تصفك الكلمات وأِروع من أِن تحتويك القصائد ، ورفيقتي ايه قصى والمقربة وأختي حنان جمعة التي لم تحرمني من ابتسامتها العذبة ووجها البريء كنتم سنداً لي من بعد عز وجل).

ولكل الأصدقاء وفاءً وإخلاصاً لي كل من سهل طريقي إلى النجاح واعتذاري الى كل من غاب عن العقل ولكنه في القلب حاضر ممن كان له دور كبير في إتمام رسالتي.

الباحثة

الخلاصة

أجريت هذه الدراسة للتعرف على تأثير بعض العمليات ما قبل الخبازة على بعض الصفات النوعية والريولوجية للوف المدعم بفول الصويا وذلك بتدعيم طحين حنطة صنف إباء99 بطحين فول صويا المنبت والمنقوع صنف جيزة ودراسة تأثيرها في الصفات الريولوجية والحسية للوف.

بينت نتائج تقدير التركيب الكيميائي لطحين فول صويا المنبت والمنقوع وطحين الحنطة بنسب استبدال 10 و20% بأن نسبة رطوبة الحنطة بلغت 7.83%، في حين بلغت نسبتها في طحين فول الصويا المنبت 3.55% و5.26% على التوالي اما المنقوع 3.22 و 4.17% على التوالي، اما نسبة البروتين فقد بلغت في طحين الحنطة 11.96% وبلغت نسبة البروتين في طحين فول الصويا المنبت 11.86 و 13.81 %على التوالي اما المنقوع 11.73 و13.55%على التوالي وكانت نسبة الدهن لطحين الحنطة إباء99 قيد الدراسة 2.33 % اما نسبته في طحين فول الصويا المنبت فكانت 14.21 و16.33 % على التوالي اما المنقوع 13.11 و 14.23% على التوالي، في حين كانت نسبة الرماد في طحين الحنطة 1.2% وبلغت نسبته في طحين فول الصويا المنبت6.37 و 7.02%على التوالي اما المنقوع فكانت 3.38 و3.55%على التوالي ايضا. كانت نسبة الكاربوهيدرات لطحين الحنطة 76.68% وبلغت نسبتها في طحين فول الصويا المنبت 64.01 و57.58%على التوالي اما المنقوع فكانت 68.56 و64.5% على التوالي. بينت نتائج التركيب الكيميائي ارتفاع في نسبة الرطوبة والبروتين والرماد والدهن في أثناء التنبيت وانخفاض نسبة الكاربوهيدرات لطحين البذور المنبتة.

أظهرت نتائج تقدير حامض الفايتك لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع والمتخمر بنسب استبدال 10و20% ان نسبة حامض الفايتك في طحين الحنطة إباء99 قيد الدراسة25.9 ملغم/100غم، وارتفع مستواه في طحين فول الصويا المنقوع وبلغ 4.67 و9.35 ملغم/100على التوالي مقارنة مع طحين فول صويا المنبت الذي كان 3.90 و7.80 ملغم/100غم على التوالي، في حين انخفض مستواه في طحين فول الصويا المتخمر وبلغ 0.005 و0.001 ملغم/100غم على التوالي .

ادت إضافة طحين فول الصويا المنبت بنسب الإضافة 10 و20% إلى تحسين بعض الخواص الريولوجية اذ امتاز طحين الحنطة المستبدل بنسبة 20% من فول صويا المنبت بأعلى امتصاصية للماء مقارنة مع العينة القياسية والمضافات الأخرى إذ بلغت 75.1%، في حين كان وقت الوصول وزمن النضج وقت المغادرة لطحين الحنطة المستبدل بنسبة 10% من طحين فول صويا المنبت

2.00 ، 7.28 ،5.32 دقيقة على التوالي وكانت أقرب ما يكون لعينة طحين الحنطة إذ لوحظ زيادة وقت الوصول بزيادة نسب الاستبدال، كما ارتفعت قيمة وقت المغادرة بين العينة القياسية والمضافات المذكورة . بينت النتائج انه لم تكن هناك فروق معنوية واضحة بين العينة القياسية والمضافات بالنسب المذكورة في وقت ثبات العجينة مقارنة بالمستبدلة بطحين الحنطة بنسبة 10% من طحين فول الصويا وبلغت درجة التدهور لعجين طحين الحنطة 108 Fu وارتفعت الدرجة عند اضافة طحين فول الصويا المنبت بنسبة 10 و 20% بفارق معنوي قليل إذ بلغت 111 و116 Fu على التوالي، أما عند إضافة فول صويا المنقوع بنسبة 10 و20% فكانت الدرجة 103 و101 Fu على التوالي.

بَّينت نتائج الأميلوكراف انخفاض درجة حرارة التهلم لطحين الحنطة المستبدل بنسبة 10 و20% من فول الصويا المنقوع إذ بلغت 75.6 و75.5مْ على التوالي مقارنة مع طحين الحنطة التي بلغت 75.25مْ، في حين ارتفعت الدرجة لطحين الحنطة المستبدل بنسبة 20% من فول الصويا المنبت وبلغت 75.45مْ، وأظهر طحين الحنطة المستبدل بنسب 10 و20% مع فول الصويا المنبت أقل لزوجة قصوى إذ بلغت 827 و557 BU على التوالي مقارنة مع عجينة طحين حنطة المستبدل بفول الصويا المنقوع اذ بلغت 1383 و 1087على التوالي.

اشارت النتائج حصول ارتفاع معنوي في حجم اللوف المنتج من طحين الحنطة والطحين المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10 و20% والتي بلغت 325 و310 سم3 على التوالي وانخفض عنها معنوياً حجم قالب اللوف المصنع من طحين المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10 و20% اذ بلغت 289 و 268 سم3 على التوالي مقارنة بالعينة القياسية التي ارتفع فيها حجم اللوف المصنع الى463 سم3. أما بالنسبة لوزن اللوف المصنع من طحين الحنطة المستبدل بنسبة 20% من فول الصويا المنبت ارتفع معنوياً عن طحين ذاته بنسبة استبدال 10% وطحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10 و20% والعينة القياسية إذ بلغ 170.00 سم3. في حين ارتفع الحجم النوعي للوف المنتج من طحين الحنطة معنوياً عن طحين الحنطة المنقوع والمنبت بنسبة استبدال 10و20 % إذ بلغ3.455 سم 3 /غم .

أوضحت نتائج التقييم الحسي للوف أن طحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت لم تختلف معنوياً عن لوف طحين الحنطة إذ كان المصنع منه عند إضافة 20%من فول الصويا المنبت أكثر تقبلاً من قبل أعضاء لجنة التقييم عن نسبة الإضافة 10%. أظهرت نتائج دراسة صفات التجلد أن قوة التشرب في عالق اللب المائي لطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة

20%عن الطحين ذاته بنسبة 10% وعن طحين فول الصويا المنقوع بنسبة استبدال 10 و20% وطحين الحنطة اذ بلغت 1.33 في بداية الخزن و ارتفعت مع تقدم مدة الخزن48 و 72ساعة إذ بلغت 1.47و1.82 على التوالي، أما حجم الراسب في عالق اللب المائي لطحين حنطة المستبدل بطحين فول صويا المنبت بنسبة 20 % بلغت 32 في بداية الخزن اما عند 48 و 72ساعة كانت 29 و 24 والتي ارتفعت معنوياً عن طحين الحنطة والطحين المستبدل بفول الصويا المنبت بنسبة استبدال 10% والمنقوع في كلا الاستبدالين .

ثبت المحتويات

التسلسل	الموضوع	الصفحة
	الخلاصة العربية	أ-ج
	ثبت المحتويات	د- ط
	ثبت الجداول	ي
	ثبت الملاحق	ل- م
1	الفصل الاول : المقدمة	1-2
2	الفصل الثاني : استعراض المراجع	3
1-2	الحنطة Wheat	3
2-2	التركيب الكيميائي للحنطة	3-6
3-2	فول الصويا	6-7
1.3-2	الأهمية الاقتصادية لفول الصويا	7
4-2	التركيب الكيميائي لبذور فول الصويا	7-11
1.4.2	الزيت	7
2.4.2	الرطوبة	8
3-4-2	البروتين	8-9
4-4-2	النشأ	9-10
5-4-2	الرماد	10
6-4-2	الكاربوهيدرات	10-11
5.2	الأهمية التغذوية والصحية لفول الصويا	11-12
6.2	تأثير فول الصويا في تجلد المخبوزات	12-14
7.2	تأثير إضافة طحين فول الصويا في صفات عجينة الخبز	15-16
8.2	حامض الفايتك	16 -18
9.2	تأثير المعالجات التي تجرى على بذور فول الصويا لتقليل نسبة حامض الفايتك	19

التسلسل	الموضوع	الصفحة
1.9.2	عملية النقع	19
2.9.2	عملية الإنبات	20-21
3.9.2	عملية التخمير	22-23
10.2	الخواص الريولوجية	23
1.10.2	الفارينوكراف	23-25
2.10.2	الأميلوكراف	25-26
3.10.2	الأكستنسوكراف	26-27
11-2	اختبار نوعية الخبز المختبري (اللوف Loaf)	27-28
3	المواد وطرائق العمل	29
1-3	المواد الكيميائية والأجهزة المستعملة	29-30
1.1.3	الأجهزة والمعدات المستعملة	29-30
2.1.3	المواد الكيميائية المستعملة	30
	المخطط العام للبحث	31
2-3	الحنطة وفول الصويا المستعملان ومصادرهما	32
3.3	الطحن المختبري	32
1.3.3	تهيئة نماذج طحين الحنطة	32
4-3	الاختبارات الفيزيائية للحنطة وفول الصويا	33
1.4.3	وزن الف (1000) حبة	33
2.4.3	الوزنة النوعي (وزن الهيكتوليتر Hectoliter)	33
5-3	الاختبارات الفيزيائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا	33
1.5.3	تقدير الكلوتين الرطب	33-34
2.5.3	تقدير الكلوتين الجاف	34
3.5.3	تقدير لون الطحين	34

التسلسل	الموضوع	الصفحة
4.5.3	اختبار الترسيب	34
5.5.3	اختبار بلشنكي	35
6-3	الاختبارات الكيميائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا	35
1.6.3	تقدير نسبة الرطوبة	35
2.6.3	تقدير نسبة البروتين	35
3.6.3	تقدير نسبة الرماد	36
4.6.3	تقدير نسبة الدهن	36
5.6.3	تقدير نسبة الكاربوهيدرات	36
7-3	حامض الفايتك	36- 37
1.7 -3	استخلاص حامض الفايتيك لعينات النموذج	37
2.7.3	طريقة النقع	37
3.7.3	طريقة الانبات	38
4.7.3	طريقة التخمير	38
8.3	تقدير الصفات الريولوجية	38
1.8.3	اختبار الاميلوكراف	38
2.8.3	اختبار الفارينوكراف	38-39
3.8.3	اختبار الاكستينسوكراف	39-40
9-3	اختبارات الخبيز	41
1.9.3	اعداد الخبز المختبري (اللوف)	41
2.9.3	حساب الحجم النوعي والتقويم الحسي للخبز المختبري	42
3.9.3	التقييم الحسي للخبز المختبري(**Loaf**)	42
10-3	الفحوص المستعملة في متابعة تجلد الخبز	42
1.10.3	تقدير قوة التشرب في اللب	42

التسلسل	الموضوع	الصفحة
2.10.3	تقدير حجم الراسب في عالق اللب المائي	43
11-3	التحليل الإحصائي	43
4	النتائج والمناقشة	44
1. 4	الخواص الفيزيائية للحنطة وبذور فول الصويا	44
1.1.4	اختبار وزن الف حبة للحنطة	44
2.1.4	الوزن النوعي (الهيكتوليتر)	44
2-4	الخصائص الفيزيائية لطحين الحنطة وطحين المستبدل بطحين فول الصويا	45
1.2.4	درجة اللون لطحين الحنطة وطحين فول الصويا	45
2.2.4	الكلوتين الرطب	45
3.2.4	الكلوتين الجاف	46
4.2.4	اختبار الترسيب	47
5.3.4	اختبار بلشنكي	47
3-4	التركيب الكيميائي لطحين الحنطة وطحين فول الصويا	48
1.3.4	الرطوبة	48
2.3.4	البروتين	49
3.3.4	الدهن	49
4.3.4	الرماد	50
5.3.4	الكاربوهيدرات	50
4-4	تقدير حامض الفايتيك لطحين الحنطة وطحين فول الصويا	51−52
5.4	الخصائص الرولوجية	52
1.5.4	اختبار الفارينوكراف	52
1.1.5.4	نسبة امتصاص الماء	52−53
2.1.5.4	وقت الوصول	53-45

التسلسل	الموضوع	الصفحة
3.1.5.4	وقت النضج	54
4.1.5.4	مدة ثبات العجينة	55
5.1.5.4	وقت المغادرة	55
6.1.5.4	درجة التدهور	56
7.1.5.4	رقم الفارينوكراف	56-57
2.5.4	اختبار الأميلوكراف	57-58
3.5.4	اختبار الاكستنسوكراف	58-61
6-4	اختبارات التخبيز	61
1.6.4	نوعية الخبز المختبري (اللوف)	61
1.1.6.4	حجم اللوف	61-62
2.1.6.4	وزن اللوف	62
3.1.6.4	الحجم النوعي (النفاشية)	63
2.6.4	الخواص الحسية للخبز المختبري (اللوف)	63
1.2.6.4	المظهر الخارجي	63-64
2.2.6.4	المظهر الداخلي	65-66
7.4	نتائج فحوص التجلد لخبز (اللوف)	67
1.7.4	نتائج قوة التشرب في اللب	67-68
2.7.4	نتائج حجم الراسب في عالق اللب المائي	68-70
5	الاستنتاجات والتوصيات	71
1-5	الاستنتاجات	71
2-5	التوصيات	72
6	ثبت المصادر	73-92
1-6	المصادر العربية	73-74

التسلسل	الموضوع	الصفحة
2-6	المصادر الأجنبية	75-92
	الملاحق	93-105

ثبت الجداول

التسلسل	الموضوع	الصفحة
1-3	الأجهزة والمعدات المستعملة	29-30
2-3	المواد الكيميائية المستعملة	30
3-3	مكونات الخبز المختبري	41
1-4	الخواص الفيزيائية للحنطة وبذور فول الصويا	44
2-4	الخواص الفيزيائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع	46
3-4	التركيب الكيميائي لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع	48
4-4	محتوى حامض الفايتك لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع والمتخمر	51
5-4	الصفات المقاسة بجهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من فول الصويا المنبت والمنقوع	53
6-4	الصفات المقاسة بجهاز الاميلوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من فول الصويا المنبت والمنقوع	58
7-4	الصفات المقاسة بجهاز الاكستينسوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من فول الصويا المنبت والمنقوع	59
8-4	الاختبارات النوعية للخبز المختبري (اللوف) لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع	62
9-4	الخواص الحسية (التقييم الحسي) لنوعية الخبز المختبري المصنع من طحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بذور فول الصويا المنبت والمنقوع	66

التسلسل	الموضوع	الصفحة
4-10	تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع في قوة تشرب لب الخبز المخزن عند درجة حرارة 25م°.	68
4-11	تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع في حجم الراسب (سم3) في عالق اللب المائي للخبز المخزن عند درجة حرارة 25م°.	69

ثبت الملاحق

رقم الملحق	العنوان	الصفحة
1	خبز اللوف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا (حالة النقع)	93
2	خبز اللوف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا(حالة الإنبات)	93
3	مقطع من خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة وطحين فول الصويا	94
4	مخطط حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين الحنطة القياسية	94
5	مخطط حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا القياسية	95
6	مخطط حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المنقوع	95
7	مخطط حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المنبت	96
8	مخطط حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المتخمر	96
9	مخطط جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة –اباء 99	97
10	مخطط جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%	97
11	مخطط جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%	98
12	مخطط جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%	98
13	مخطط جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%	99
14	مخطط جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة– إباء 99	99
15	مخطط جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%	100

رقم الملحق	العنوان	الصفحة
16	مخطط جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%	101
17	مخطط جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%	101
18	مخطط جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%	102
19	مخطط جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة- إباء 99	102
20	مخطط جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%	103
21	مخطط جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%	103
22	مخطط جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%	104
23	مخطط جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%	104
24	استمارة التقييم الحسي للصفات الخارجية والداخلية للخبز القياسي (اللوف)	105

الكلمات	قائمة المختصرات	الصفحة
High performance liquid chromatography	HPLC	37
Part Per million	PPM	37
Brabender unit	B.U	39
Grain Trade Austratian	G TA	44

المقدمة Introduction

تعد الحنطة من الحبوبَ الأساسية المنتجة في العالم كما أنها تستهلك بشكل كبير خاصة في أوروبا في صناعة المخبوزات ، يصنع العجين أساسًا من طحين الحنطة المكرر نظرًا لخصائصه اللزجة المرنة التي تنتج في الغالب من شبكة الكلوتين على الرغم من أن الخبز المنتج من طحين الحنطة يحتوي على مصدر طاقة عالٍ Guardianelli وأَخرون (2019)، إذ تشكل منتجاتها جزءاً كبيراً من الوجبات اليومية ومن خلالها يتم تأمين العناصر الغذائية والكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات لجسم الإنسان وتدخل في صناعة الخبز والعجائن وعلى الرغم من أهِميتها التغذوية إلا أنِه توجد بعض عوامل مضادات التغذية المحدودة مثل حامض الفاتيك Hexaphosphate inositol وتشكل الفاتينات1-3 %من الوزن الجاف للحبوب والبقوليات ويوجد في البذور الزيتية والنقل ويتركز في الطبقات الخارجية للحبوب (Nissar وأَخرون،2017). بين Buddricko واخرون (2014) و Vodnarو Călinoiu (2018) ان حامض الفاتيك مادة مخلبة نشطة له القدرة على الارتباط بالعناصر الثنائية التكافؤ مثل الحديد والكالسيوم والمغنسيوم والزنك مما يجعل هذه العناصر غير قابلة للامتصاص ويقلل الاستفادة الجسم منها وله القدرة على الارتباط بجزء من البروتين مما يجعله غير قابلة للهضم داخل الجسم . وقد تجرى بعض العمليات على الحبوب والبقوليات منها طحين فول الصويا لغرض تقليل حامض الفايتك وهي عملية الإنبات أو النقع أو التخمير، أذ يعمل الإنبات على تحفيز وتنشيط أنزيم الفايتيز الموجود مما يؤدي إلى هدم حامض الفايتك اثناء الإنبات ويقلل من العوامل المسببة لسوء الهضم والغازات في البقوليات Marti وأَخرون(2017)، في حين يؤدي نقع البذور في الماء قبل الطهي الي تقليل محتواها منه وبالتالي تحسين القيمة الغذائية Yaqoob وأَخرون (2018).

تحتل نبات العائلة البقولية المرتبة الثانية وتعد من أهم المصادر البروتينية إذ تحتوي بذورها على ما يقارب 18–40%من البروتين والعديد من العناصر المعدنية مثل الكالسيوم والحديد والفوسفور والبوتاسيوم وبعض فيتامينات مثل B1 وB2 ونسبة عالية من الألياف، كما تحتوي على هورمون الاستروجين (ايسوفلافون) ونسبة عالية من الكاربوهيدرات تصل 58.2% (Luliana واخرون، 2012). اكتسبت البقوليات أهمية كبيرة في تصنيع الأغذية نظراً لقيمتها الغذائية العالية، فضلا عن انها غنية بالألياف إذ تسهم في خفض كثافة الطاقة وتقليل استجابة نسبة السكر في الدم ومصدر جيد

للبروتين (Wu وآخرون، 2019). بشكل عام ، تحتوي البقوليات على أقل من 5% من الطاقة كدهن باستثناء الحمص وبذور الترمس وفول الصويا اذ تحتوي على اقل من15−47% من الدهن.

تعد المكملات الغذائية ذات أهمية بسبب زيادة الوعي الغذائي بين المستهلكين (Pawar واخرون، 2016) وتساهم مع البقوليات والحبوب في تلبية احتياجاتهم فضلا عن امكانية تدعيم المنتجات المخبوزة بها. اذ امكن تدعيم طحين الحنطة بالطحين الغني بالبروتين في المنتجات الغذائية من أجل تكملة البروتين في النظام الغذائي والتغذية ولذلك يتم التوجه لإنتاج خبز خاص مصنوع من طحين الحبوب الكاملة مع إضافات صحية أخرى عرف هذا النوع من الخبز بالخبز الصحي أو الخبز المعدل، ويعد فول الصويا واحداً من أهم مصادر الإضافات للخبز، كونه من أهم المحاصيل الزيتية والبروتينية في العالم إذ يحتوي على 30- 50% بروتين بينما يحتوى بروتين الحنطة على 11.5% وهو مصدر جيد للأحماض الأمينية الضرورية للإنسان، كما أن بروتين الصويا يحتوي على كمية بروتين تعادل أربع أضعاف محتوى القمح، وأربع أضعاف محتوى البيض و12ضعفاً محتوى الحليب، كما يحتوي على3%من الليسيتين، وهو غني بالكالسيوم والفوسفور والفيتامينات (Joel و Umaru ،2011).

هدفت الدراسة إلى ما يأتي:

1− تدعيم طحين الحنطة بإضافة 10و20%من طحين فول الصويا ودراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والريولوجية للخبز المركب.

2− دراسة تأثير بعض العمليات التطبيقية كالنقع والانبات والتخمير لبذور فول الصويا على حامض الفايتك وعلى الخبز النتائج المدعم بفول الصويا .

3− تصنيع خبز اللوف المدعم بطحين فول الصويا وتقييمه حسياً.

استعراض المراجع

1-1: الحنطة

تعد الحنطة *Triticum aestivum L.* أحد المحاصيل الأساسية في العالم من حيث الاستهلاك ومن أهم السلع الغذائية الضرورية التي يعتمد عليها عدد كبير من سكان العالم، ولذلك فهي من محاصيل الحبوب الرئيسة ذات الأهمية من الناحية الاقتصادية(Dziki و Hassoon، 2019) وتستعمل في إنتاج منتجات غذائية عدة مثل الخبز المسطح وحبوب الافطار والعكرونة بسبب احتواءه على نسبة عالية من البروتين(الكلوتين) فضلاً عن انها مصدراً جيداً للفيتامينات ومنها مجموعة فيتامين B والألياف الغذائية والعناصر المعدنية وغيرها(Ledaskar وآخرون، 2018)، إن أصناف الحنطة المختلفة في تزايد مستمر مع انتشار استخدامها لتصنيع منتجات غذائية متعددة، فضلاً عن صناعة الخبز وهو المنتج الأساس إلا أنه توجد أصناف تصلح لصناعة الخبز وأصناف أخرى تكون أكثر ملاءمة لصناعة المعجنات(الخطيب، 2014)،

أشار Deora (2018) إلى أن المركبات ذات القيمة الغذائية العالية تتركز في النخالة والاليرون والتي لاتزال عادةً عند عمليات الطحن، لذا فان طحين الحنطة يعود بالفائدة للمستهلك، وان غناها ببروتين الكلوتين اعطاها صفات اللزوجة والمطاطية الفريدة كونها تحتوى على أجزاء الحبة جميعها وأضاف Johnston وآخرون (2019). إلى أن الحنطة من المنتجات الغذائية الغنية ببروتين الكلوتين الذي يعطي صفات اللزوجة والمطاطية الفريدةَ لكونها تسمح بحجز غاز ثاني أوكسيد الكاربون CO_2 في أثناء عمليتي التخمير والخبازة .

2−2 تركيب حبة الحنطة Wheat Kernel Composition

تتكون حبة الحنطة من ثلاثة أجزاء رئيسة هي: الأغلفة والسويداء والجنين وتصنف إلى القوة اللازمة للسحق الى الحنطة الصلبة والحنطة الطرية، كما يمكن تصنيفها اعتماداً على اللون إلى حمراء وبيضاء، كذلك يمكن تصنيفها اعتماداً على موسم الزراعة إلى حنطة ربيعية وحنطة شتوية. يتكون الغلاف الخارجي لحبة الحنطة من عدة طبقات تشكل الغلاف الثمري والذي يمثل نحو 12% من وزن الحبة والذي يرتبط بثلاث طبقات لتكون الغلاف البذري والطبقة الوسطى التي تحوي على الصبغات. أما الطبقة الداخلية فيربط الغلاف البذري بالبشرة الخارجية وتتصل بطبقة سميكة أحادية الخلية هي الأليرون وتمثل الطبقة النهائية الداخلية التي تطوق نواة الحنطة بالكامل وتغطي السويداء النشوية والجنين . تمتاز طبقة الأليرون باحتوائها على نسبة عالية من الإنزيمات والفيتامينات

(Ehmke، 2017) تشكل السويداء نحو85٪ من وزن النواة وهي الطبقة الداخلية للحنطة وتكون محاطة بطبقة الأليرون والتي تكون غنية بالبروتينات والنشا والأنزيمات والتي تؤدى دوراً حيوياً في عملية الإنبات اذ يخزن نحو72% من البروتين الكلي في السويداء وهذا بدوره يزيد من القيمة الغذائية لطحين الحنطة (Ledaskar وآخرون،2018). ويعد جنين البذرة الجزء الأخير من حبة الحنطة ويتكون من اتحاد الجزء الذكري مع الانثوي الذي يحوي على البروتين والسكريات مثل السكروز والرافينوز ويشكل نحو2.5−3.5٪ منها، ويحوي ايضاعلى الدهون والفيتامينات والإنزيمات، وهو عضو تخزين يساعد على نمو النبات(Hoseney، 1986).

البروتين protein

يعد المحتوى البروتيني للحبوب صفة نوعية تتأثر بشدة بظروف البيئة كما يعد أحد المقاييس الأساسية في جودة الحنطة المعتمدة بشكل أساسي على العوامل الوراثية الخاصة بالصنف وتقسم حسب قابلية الاستخلاص والذوبان في المذيبات المختلفة الى الألبومين الذي يعد اصغر بروتينات الحنطة القابلة للذوبان في الماء و الكلوبيولين غير القابل للذوبان في الماء لكنه قابل للذوبان في المحاليل الملحية، فضلاً عن الكلوتينين والكليادين اللذان يعدان من البروتينات المعقدة المخزونة في الحنطة ذات الوزن الجزيئي المرتفع يكون الكليادين قابلاً للذوبان في ايثانول ذو تركيز70-90%، في حين يكون الكلوتينين قابلاً للذوبان في الحامض المخفف. اوقد تقسم بروتينات الحنطة الى بروتين كلوتيني وبروتين غير كلوتيني(Islam واخرون،2019). تحتوي بروتينات الحنطة على الأحماض الامينية مثل الكلوتامين والبرولين ويميزها بقدرتها على تكوين التكتلات البروتينية بارتباطها مع بعضها وكذلك الارتباط الهيدروجيني بين مناطق السلاسل الببتيدية للكلوتين والكلوتامين التى تحتوي على مجاميع الهيدروكسيل وبذلك تكسب العجينة خواص الالتصاق والقدرة على التماسك (Camerlengo وآخرون،2020).

تعد البروتينات المسؤولة بشكل أساسي عن تشكيل عجينة ذات ثباتيه عالية في أثناء مرحلة التكوين، فضلاً عن أنها تعد مقياساً أساسياً لتحديد جودة الخبيز، وأستنتج Pawa وآخرون(2016) أن نسبة البروتين في طحين الحنطة لمعاملة السيطرة كانت 11.96% وارتفعت إلى 27.14 % بإضافة طحين فول الصويا بنسب مختلفة إلى طحين الحنطة وأن أضافة طحين فول الصويا حسن من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخواص التغذوية للمنتج.

النشا starch

يعد النشا المكون الأكثر وفرة في سويداء حبوب الحنطة وتتباين كميته في الحبوب بين 60-75%، من وزن الحبة، وهو مركباً مستقراً كيميائياً مقارنة بالمركبات العضوية الأخرى ويتكون أساساً من بوليمرين الأميلوز والأميلوبكتين ويكون الأمليوز بهيئة سلاسل غير متفرعة تتكون من ارتباط وحدات من الكلوكوز باصرة كلايكوسيدية نوع (1-4) α ونسبته في النشا 10-30%، ويميل الاميلوز الى الارتباط مع اليود وتكوين معقدات لونية معه وله ايضا القدرة على تكوين معقدات مع الأحماض الدهنية والمركبات القطبية مثل كحول الأمايل (Hasjim واخرون،2013)، في حين يتكون الاميلوبكتين من ارتباط وحدات الكلوكوز بآصرة كلايكوسيدية نوع (1-4)α غير متفرعة ترتبط بها سلاسل قصيرة بمناطق التفرع بآصرة (1-6) α، إذ يكون معقدات مع الأيودين والكحول وبعض الدهون(Singh واخرون،2010).

الدهن Lipids:

يعد دهن حبوب الحنطة مصدراً للفيتامينات الذائبة فيه والتي تلعب دوراً مهم في التحكم في الخواص الريولوجية للعجين فضلاً عن تأخير ظاهرة التجلد في الخبز. وعلى الرغم كون الدهون مكونات ثانوية لطحين الحنطة الا أنها تعد ذات تأثير كبير في جودته(Min واخرون،2017)، فضلاً عن تأثيره في حجم الأرغفة والمنتوجات المخبوزة لكن يُعتقد لها تأثيرات غير مباشرة من خلال الارتباط بشبكة الكلوتين وتزيتها (Salt،2018). وتأثيرات مباشرة من خلال تثبيت بنية خلايا الغاز التي تتشكل في أثناء خلط العجين وتتوسع في أثناء التخمير، وأن هذا ناتج عن وجود دهون نشطة في السطح البيني بين الهواء والسائل الذي يحيط بفقاعات الغاز ويمنع اندماجها بشكل مباشر(Janssenواخرون ،2018). تتكون نسبة الدهن في طحين الحنطة3.22% من الوزن الجاف الكلي، وقد تحتوي الدهون على عدة أحماض دهنية رئيسة منها: الأوليك والبالمتيك واللينوليك (Narducci وآخرون،2019).

الرماد Ash

يعد الرماد أحد المؤشرات المهمة في تحديد جودة واستعمال طحين الحنطة إذ يتكون الرماد الناتج من الطحن من عناصر معدنية رئيسة هي الكالسيوم 13% الفسفور 45% البوتاسيوم 38% والمغنيسيوم 3% كما توجد عناصر معدنية أخرى مثل النحاس والحديد إذ تصل نسبتها الى 1% Cardoso وآخرون، (2019). وقد ذكر Czaja واخرون ،(2020) وان الرماد يعد مؤشراً قوياً درجة نقاوة الطحين وكفاءة عملية الطحن التي يتم تحديدها عن طريق معرفه محتوى الدقيق من الرماد المرتبط بشكل رئيسي مع كميه النخالة في حبة الحنطة ومعدل استخلاصه في اثناء الطحن، إذ الخبز المصنوع من الطحين بمحتوى رماد عالٍ يميل إلى اللون الداكن.

3-2 فول الصويا soybean

ينتمي محصول فول الصويا *Glycine max* إلى العائلة البقولية Fabaceae ويعد من المحاصيل الغذائية والصناعية المهمة على المستوى العالمي. يصنف على انه من البذور الزيتية اذ يحتوي على نحو20٪ زيت و 40% بروتين خام و5% معادن. كما تعد مصدراً للكالسيوم والحديد وحامض الأسكوربيك (محمود واخرون،2017) ويعدمن البروتينات النباتية المتميزة لاحتوائه على الأحماض الأمينية الأساسية (Mirrahimi واخرون، 2010) .

تعد الحبوب والبقوليات جزءاً مهماً في نظام الحمية الغذائية وتوفر ما يقرب ثلثي السعرات الحرارية والبروتينات اللازمة لمعظم سكان العالم، فهي مصدر رئيس للعناصر الغذائية والمواد الكيميائية النباتية Phytochemical ولاسيما أنه تم استهلاكها كحبوب كاملة (Xu و Wu، 2019) وتخضع معظم الحبوب لأنواع ومستويات مختلفة من المعالجات والعمليات التصنيعية بعد تنظيفها وتنقيتها للحصول على منتجات نهائية صالحة للأكل ومستساغة (Rebello وآخرون،2014) .

ان بذور البقوليات مصادر مهمة للطاقة والبروتين في أجزاء كثيرة من العالم، سواء في تغذية الحيوان أو الإنسان ومع ذلك وتحتوى البقوليات على مواد غير مرغوب فيها وهي العوامل المضادة للتغذية.اذ تعد معالجة البقوليات بالحرارة تقنية سريعة لتقليل أو تعطيل مضادات التغذية (خليفة وآخرون ،2019)، ويحتوي فول الصويا على مكونات غير مرغوب فيها مثل مثبطات التربسين المسماة بومان – بيرك التي تحد من استعماله اذ تؤثر في هضم البروتين(kaushik واخرون،2010) يتواجد حامض الفايتك (الفيتات) في فول الصويا بتراكيز تصل إلى2.3٪ من الوزن الجاف للحبوب. وهذا

جعله يعمل كمادة مخلبة للمعادن ، فضلاً عن كونه أحد مضادات الأكسدة الفعالة . وتعمل الفيتات في خفض مستويات الكوليسترول وكعامل مضاد للسرطان.

1.3.2 الاهمية الاقتصادية لفول الصويا

استعمل فول الصويا لإنتاج البذور التي تؤكل من قبل الإنسان بصورة طازجة أو محمرة أو جافة، كما تحصد البذور لاستخلاص الزيت واستعمال المتبقي منها كسماد للنبات أو كغذاء للحيوانات واستعملت بعد خلطها مع بعض النباتات الأخرى لمعالجة بعض الامراض مثل مرض القلب والكبد والمعدة(الأنصاري واخرون،2019). ولقد ازدادت أهمية هذا المحصول بدرجة كبيرة نسبياً لاستعمالاتها التطبيقية في مجالات الصناعات الغذائية .

4-2 التركيب الكيميائي لبذور فول الصويا

1.4.2 الزيت: Soybean Oil

يستخرج من فول الصويا زيت ونسبته تتراوح بين18-22%حسب الأصناف وظروف الإنتاج، يتراوح رقمة اليودي بين100-140 (Doblado–Maldonado واخرون،2012) . ذكر Oboh واخرون،(2010) إن نسبة الزيت في بذور فول الصويا المنقوعة بلغت 21.4 غم/ 100 غم، اما نسبة زيت في فول الصويا المنبتة بلغت 29.5 غم/100غم(Akinoso و Makinde، 2014) . وقد زاد محتوى الدهون الخام في طحين فول الصويا في عمليات اخرى مثل تحميص البذور اذ بلغت نسبة الدهون في الطحين الناتج منها 20%–38%، في حين بلغت النسبة ذاتها في الطحين الناتج من البذور غير المحمصة13%–20% وقد يكون هذا نتيجة لغسل المكونات القابلة للذوبان، مما تسبب في تركيز الدهون فيه في الوقت نفسه تسبب تحميص البذور في زيادة غير معنوية في محتوى الدهون فيها بنسبة11%، ويحتوي فول الصويا على نسبة قليلة من الدهون المشبعة ونسبة عالية من الدهون غير المشبعة ويعد زيته من الزيوت الرئيسة المستعملة في انتاج زيوت الطهي والتي تمتاز باحتوائها على كمية كبيرة من الليسيثين فضلاًعن السيفاليد (poudel وآخرون ،2019) .

2.4.2 الرطوبة Moisture

تقدر الرطوبة في الحبوب والبقوليات عن طريق حساب الوزن المفقود في أثناء الخزن والتصنيع وفي أثناء عمليات الاستلام والتسليم (Agume واخرون،2017) وتعد نسبة الرطوبة 14%مناسبة للخزن بشكل عام، في حين ارتفاعها الى 16% أو أكثر يؤدي إلى خفض مدة الخزن ، فضلاً عن تأثرها في جودة الحبوب والبقوليات (Hoseney ،1986).

أشار Ayo واخرون، (2014) إلى أن طحين الصويا يحتوي على كمية أكبر من إجمالي المواد الصلبة الجافة الكلية مع خصائص استحلاب عالية مقارنة طحين الحنطة بسبب المحتوى الرطوبي المنخفض للحبوب.

3.4.2 البروتين protein

تتراوح نسبة البروتين في بذور فول الصويا بين 44 –46% حسب الصنف، اذ أنه مصدراً رئيساً للبروتين الذي يدخل في صناعة الأعلاف المختلفة للحيوانات نظراً لاحتوائه علي أحماض امينية أساسية، كما يستعمل في صناعة أغذية الأطفال والجبن وأنواع اللحوم المصنعة والمخبوزات (محمود واحمد،2017).

ويعد محتوى الحبوب من البروتين كماً ونوعاً ذا أهمية في تصنيع منتجات مقبولة لدى المستهلكين مثل الخبز والمعكرونة والبسكويت(Johnston وآخرون،2019). على الرغم من احتواء فول الصويا على نسبة عالية من البروتين إلا أنه يحتوى أيضاً على مستويات عالية من مثبطات الأنزيم البروتيني الذي يمكن أن يمنع الهضم ، فضلاً عن تأثير طحينه ذو المحتوى البروتين القابل للذوبان في ظروف المعاملة مثل النقع، اذ قد ينخفض من 29.0 الى4.0 غم/100غم، وهذا يعني أن البروتينات الذائبة قد انخفضت بنسبة 96 الى35% وقد يؤثر الانخفاض في البروتينات القابلة للذوبان في ظروف التخمير نتيجة لاستعمالها في نمو الكائنات الحية الدقيقة. بينوا Agume واخرون،(2016) أن زيادة في البروتينات القابلة للذوبان في أثناء تخمير طحين فول الصويا كان نتيجة لإزالة البلمرة من خلال التحلل المائي الأنزيمي، اذ يتراوح محتوى البروتين في فول الصويا المنقوع بين1.1– 2.1 غم/100غم، وقد تبين أن معالجة بذور فول الصويا في عملية النقع فقط هو الذي أثر بشكل كبير في محتوى البروتين(Son و Lee ،2013) .

أظهر طحين فول الصويا المنقوع محتوى بروتيني أقل، وقد أسهم فقدان بروتينات فول الصويا القابلة للذوبان في أثناء ظروف المعالجة مثل النقع في انخفاض محتوى البروتين الكلي في

طحين فول الصويا بنسبة 23٪، في حين ارتفع المحتوى ذاته في طحين فول الصويا المنبت لمدة ثلاثة ايام على التوالي بنسبة 41.3 و42.2 و 43.4 غم/100غم على التوالي وأكد ذلك Kaushik وآخرون (2010).أن البروتين يزداد مع زيادة عدد أيام الانبات، وتعزى الزيادة في البروتين إلى استعمال الكربوهيدرات كمصدر للطاقة.أبلغ كل من Han وBaik (2012) ان بروتينات فول الصويا متكاملة غذائياً لأنها تحتوى على الأحماض الأمينية كافة التي يحتاجها الجسم وأضاف Obeleagu وOnyeka، (2013) أن زيادة جودة البروتين في طحين فول الصويا يرجع الى احتوائه على الحامض الأميني اللايسين .

4.4.2 النشا starch

يعد النشا من المكونات الأساسية في الحبوب والبقوليات إذ إن زيادة نشاط الإنزيمات مثل الفا-أميليز تعمل على تحلله بدرجة عالية مما يؤثر سلباً في جودة المنتج النهائي (Gawlik-Dziki،2019). تكون نسبة النشا قليلة في طحين فول الصويا إذ تصل إلى3%من تركيب الطحين (Casper و Atwell ، 2014).

ذكرOboh واخرون(2010) أن لزوجة النشا لا تتغير بظروف المعاملة بالتسخين بشكل كبير بسبب تفاعل النشا مع الدهون مقارنة بمحتواها المنخفض من النشا عند المعاملة بالنقع اذ بلغت نسبته 0.99 غم/ 100غم (Kaushik وآخرون،2010). وأضافAgume واخرون، (2016) انه عند نقع حبوب فول الصويا بنسب مختلفة 6 و10و13 و20 و25 % على التوالي ، انخفضت نسبة الانتفاخ الى 35% من بذور فول الصويا عند 13 و25%، وقد يُعزى سبب الانتفاخ في الغالب إلى وجود النشا الذي يتفاعل مع مكونات أخرى مثل البروتينات والدهون، في حين ان تقليل الانتفاخ ناتج عن تدمير حبيبات النشا وبنية البروتينات من خلال التحلل المائي الأنزيمي الناتج عن الكائنات الحية الدقيقة للروابط الببتيدية والكلايكوسيدية.

أشارYou(2016) أن حبوب فول الصويا المنبتة تعمل على زيادة نشاط إنزيمات الأميليز الذي يحلل النشا (الأميلوز والأميلوبكتين) إلى سكريات بسيطة ومنها الكلوكوز والمالتوز ونسبة قليلة من الدكسترين ونتيجةً لزيادة نشاط هذه الإنزيمات فإنها تحدث زيادة هضم النشا والسكريات البسيطة في القناة الهضمية عند تناول الحبوب المنبتة وتتراوح نسبة النشا في فول الصويا المنبت 1.17 غم/ 100غم(Kaushik واخرون،2010). اذ ذكر Lemmens واخرون (2019) أن السكريات المتكونة في أثناء الإنبات تستعمل مصدراً للطاقة ولا يكون تأثير الإنبات مقتصرا على محتوى النشا

فحسب، بل يؤثر أيضًا في الخصائص الغذائية التي لا يمكن تقييمها على محتواها وحده وعلى قابليته للهضم إذ يمكن تصنيف النشا على أنَه نشا سريع وسهل الهضم ومقاوم للأَنزيم إذلا يتم هضمه في الأمعاء الدقيقة ويتم تخميره بوساطة بكتيريا القولون لتوفير الطاقة لخلايا القولون ويسمى النشا المقاوم.

5.4.2 الرماد Ash

يعد الرماد أحد المؤشرات الرئيسة لجودة طحين الحبوب و يتكون الرماد الناتج من الطحين من مركبات معدنية مثل الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والحديد والزنك والنحاس، الفوسفور 45% والبوتاسيوم38% والمغنيسيوم 3% والكالسيوم 13% والتي تمثل العناصر الرئيسة الموجودة في الرماد ، (Bucsella وآخرون،2016) في حين العناصر الأخرى تصل إلى 1%. يتراوح محتوى الرماد في فول الصويا المنقوع من 3.48 –3.55 غم/ 100غم ،أما رماد فول الصويا المنبت فيتراوح بين 7.02-0.37 غم/ 100غم Kaushik وآخرون(2010).

6.4.2 الكاربوهيدرات Carbohydrates

يحتوي فول الصويا على نسبة كربوهيدرات تتراوح بين 15-54.4% وهو مقياس لكيفية تأثير الأطعمة في ارتفاع نسبة السكر في الدم بعد تناول الوجبة، هذا المعدل المنخفض جعل فول الصويا مناسبًا لمرضى السكري لاحتوائه على كمية من الألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان (Kumari و Gujjaiah ،2013) ان الكربوهيدرات الرئيسة في فول الصويا هما السكروز والرافينوز اللذان تبلغ كمياتهما فيه 4.91 و1.22غم/100غم على التوالي (Agume واخرون ،2016) .

ركزت العديد من الأبحاث على التغيرات التي تحدث في الحبوب المنبتة ولا سيما تحسن الأيض للبوليمرات المعقدة مثل النشا ، كما درست التغيرات الكبيرة في محتوى معظم محاصيل الحبوب من الكاربوهيدرات(Megat واخرون،2016) ، وأجريت دراسة على اللوبياء وفول الصويا والباقلاء المنبتة وأظهرت النتائج الى ان هذه التغيرات تعود إلى فعالية الإنزيمات المحللة للنشأ مثل الفا–اميليز ويمكن تصنيف غالبية كربوهيدرات فول الصويا على أنها ألياف غذائية (Bellaio واخرون ،2013).اذ يتراوح محتوى الكربوهيدرات في فول الصويا المنقوع 22.8-27.9 غم/100 غم والمنبت 90.00-93.34 غم/100غم (Kaushik وآخرون ،2010). وقد يتأثر محتوى الكربوهيدرات

القابل للذوبان في طحين فول الصويا بظروف المعالجة مثل عملية النقع إذ انخفض محتوى الكاربوهيدرات القابل للذوبان من10.6الى3.4غم/100غم (Gaglio واخرون ،2020).

5-2 الاهمية التغذوية والصحية لفول الصويا

تعّد البقوليات ثاني أهم مصدر غذائي بعد الحبوب من حيث القيمة الغذائية في جميع أنحاء العالم ويمكن عدها بديلاً من اللحوم كونها من المنتجات غير المكلفة اقتصادياً إذ تحتوي 20– 40% بروتينات و60% سكريات وألياف غذائية5 -37% دهن ومنخفضة في نسبة الدهون وخالية من الكولسترول مثل فول الصويا(Alhommada واخرون، 2021)، كما تستعمل في مجال تدعيم طحين الحنطة بسبب ارتفاع محتواها من البروتينات فهي تساعد على تحسين المحتوى من الأحماض الأمينية الأساسية ورفع القيمة الغذائية الكلية، كذلك تتميز بفوائدها الصحية المتعددة والتي تدخل في مجالات التغذية العلاجية، فضلاً عن أنها تدخل في إعداد كثير من المنتجات المخبوزة التي تناسب جميع المراحل العمرية مثل الخبز وذلك بغرض رفع القيمة الغذائية للمنتج من حيث محتواها من البروتين خاصة للأطفال والحوامل والرضع التي تحتاج زيادة نسبة البروتين المستهلك **و** فول الصويا غني بالإيسوفلافون التي تسهم بشكل خاص في النشاط البيولوجي.

يعود أصل فول الصويا إلى بلدان شرق آسيا ويصنف على أنه أحد الأصناف الأكثر استهلاكًا في العالم من البقوليات ويعد عنصرًا مهمًا يدخل في الكثير من المنتجات فهو من الأصناف الغذائية المهمة للصحة لكونه مصدرًا للبروتين(Sherif،2013). إن تعزيز القيمة الغذائية لمنتجات محاصيل الحبوب والبقول مثل فول الصويا والحنطة والرز جعلتها تمتلك خصائص وظيفية ، فضلاً عن رفع مستوى جودتها والتي تعد من المتطلبات المهمة للحياة المتطورة لمعظم سكان العالم (Burchenko واخرون،2018) وتعد الوجبات الخفيفة ذات أهمية للكثير من المستهلكين لاحتوائها على سعرات حرارية كافية وقيمتها الغذائية العالية، لذا انتشرت بشكل واسع وتشمل الوجبات الخفيفة المنتجات التي يكون مكونها الأساس هي محاصيل الحبوب ولكونها منخفضة في قيمتها الغذائية (Rodríguez-Miranda واخرون،2010)، أمكن أضافة مكونات عالية القيمة الغذائية مثل فول الصويا على الرغم من احتواءه على عدداً من مضادات التغذية مثل مثبطات التربسين، لكن استعمال درجة حرارة عالية و لمدة قصيرة كانت كافية للتأثير عليها، فضلاً عن إسهامه في حل العديد من

المشاكل الصحية وبذلك أمكن استعمال هذا النوع من محاصيل الحبوب في انتاج انواع من الاغذية في مختلف دول العالم(Pawar واخرون،2016) .

تعد البقول مصدراً مهماً للبروتينات وباقي العناصر الغذائية وهي شائعة الاستعمال بسبب فوائدها الصحية مثل الحد من أمراض القلب التي يتعرض لها الشريان التاجي والأشخاص الذين يعانون من زيادة في نسبة الكوليسترول(Bardosono و Sunardi، (2020) اذ يعد فول الصويا مصدراً جيداً لمضادات الأكسدة مثل الايسوفلافون والفيتامينات بما في ذلك فيتامينK1 ، وحامض الفوليك والثيامين والمعادن مثل النحاس و المنغنيز والفوسفور، كما أنه غني بالعديد من المركبات النباتية النشطة بيولوجيا مثل حامض الفايتك (Sherif، 2013) الذي يتواجد في جميع بذور النباتات، ويقلل من امتصاص المعادن مثل الزنك والحديد. ويمكن تقليل مستويات هذا الحامض عن طريق نقع أوغلي الحبوب أو تنبتها أو تخميرها (Prakash و Oghabaei،2016). بشكل عام تختزل العناصر الغذائية جميعها في الطبقة الخارجية للبقوليات والحبوب وكذلك المكونات المرتبطة مع الألياف بما في ذلك حامض الفايتك، وبعض مثبطات الأنزيمات مثل مثبط أنزيم التربسين (Trypsin Inhibitor) والعناصر المعدنية وبعض الفيتامينات والسبب يعود إلى الاختلافات في التركيب الكيميائي لها فضلاً عن اختلاف تقنيات الطحن. ويستعمل طحين فول الصويا في العديد من المنتجات الغذائية كمكمل غذائي(Hu وآخرون،2020) ومنتجات الصويا الغنية بالبروتين التي يمكنها أن تقلل من تركيزات الكوليسترول الكلي والبروتينات الدهنية منخفضة الكثافة والدهون الثلاثية إذا تم تناولها بدلاً من البروتين الحيواني. أثبتت Jayachandran (2019) فعالية منتجات الصويا المخمرة في التخفيف من آثار مرض السكري وضغط الدم واضطرابات القلب والمشاكل المتعلقة بالسرطان الذي جعلها تكتسب اهتمامًا كبيرًا وازدياد الطلب عليها مقارنة بالمنتجات غير المخمرة.

2-6 تأثير فول الصويا في تجلد المخبوزات

يمتاز الخبز الناتج بعد إنتاجه مباشرةً بصفات حسية مرغوبة مثل النكهة المقبولة والقوام الطري، وأن تجلد الخبز هي مجموعة من التغيرات الفيزيائية والكيميائية المتتابعة التي تحدث عند الخزن والتي تؤدي إلى فقدان في الخصائص الحسية مما يعني فقدان الطزاجة وزيادة الصلابة (Ehmke،2017)

إن الخبز المتجلد هو الخبز الذي مضى عليه مدة زمنية من الخزن تحت ظروف غير ملائمة مثل درجة الحرارة، لذا تحدث هذه الظاهرة عند اخراجه من الفرن وتركه لفترة او عند خزنه تحت درجة حرارة التبريد وهذا يؤدي إلى تبلور الاميلوز، وتصلب وتفتت في لب اللوف عند حفظه في درجة حرارة 4 مْ،

وقد أشار Hoseney (1986) إلى أن الاميلوبكتين يبدأ بالارتداد Retrogradation داخل جزيئات النشا بعد تصلب اللب وأكد عدد من الباحثين أن التجلد يحدث نتيجة تغيرات فيزيائية في المكون الأساس مثل انخفاض الذوبانية Solubility والتصلب Firming وارتداد النشا Retrogradation وتبلوره Crystallization وقابلية امتصاص الماء Absorptive Capacity Water وحدوث تغيرات أخرى في اللب مثل خصائص النسجة Textural Properties والخشونة Harshness (Marti واخرون،2017). ويمر النشا بعدة تغيرات فيزيائية خلال مرحلة الخبازة وعند خزن المنتوج، إذ تبدأ حبيبات النشأ بالانتفاخ وتبدأ عملية الجلتنة ويتعرض الأميلوز إلى خروج قسم منه إلى الفراغات البينية للحبيبات وفي ذات الوقت فإن الأميلوز الفردي الحلزوني (غير المتبلور) سوف يتحرر من الحبيبات النشوية، وعند الخزن تحت درجة حرارة التبريد فإن الاميلوز سيتعرض للارتداد Retrogradation مما يؤدي إلى تكون الشكل الحلزوني المزدوج الذي بدوره يكون هلاماً في تلك الفراغات مما يعرض الخبز للتصلب (Giannone واخرون ،2016).

أما فيما يخص الأميلوبكتين فيبدأ بإعادة تكوين السلاسل الحلزونية المزدوجة (structure Double helical) وكلما تقدم عمر المنتوج فإنه يتبلور ويعطي الصلابة النشوية للحبيبات المنتفخة وبسبب ذلك فإن اللب سيمتاز بالصلابة وأن تأخر ظاهرة ارتداد النشا يعود إلى نشاط انزيمات α−amylases الذي من يقلل ارتداد الأميلوبكتين ويقلل من درجة صلابة اللب. أكد Fadda وآخرون(2014). اذ ذكر أن بيات الخبز Staling هو أحد أسباب الخسارة الكبيرة لمنتجات الخبيز في العالم وأن المكونات الأخرى مثل البروتين والسكريات المتعددة غير النشوية لها دور مهم في هذه الظاهرة . فقد بين Besbes وآخرون(2016) أن طحين الحنطة أدى إلى التجلد في خبر القوالب ، في حين استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا أدى إلى زيادة مدة حفظ المخبوزات من خلال خفض معدل التجلد وتقليل تبخر الماء. إذ ان الأساس في حدوث ظاهرة التجلد هي التحولات التي تحدث في ترتيب النشا الذي يمثل جزءاً كبيراً من الرغيف، إذ أن النشا يوجد في حالة ألفا، في حين ترك الرغيف مكشوفاً فإن النشا يتحول من حال ألفا إلى حالة بيتا التي فيها لا يتمكن النشا من الاحتفاظ بالرطوبة وبذلك يفقد الرغيف جزءاً من رطوبته وجفافه فيما بعد وتفتته وتغير طعمه، وقد يرافقها دكانة لون اللب، وقد يعود السبب إلى التغير البطيء في النشا الذي يعرف بظاهرة تراجع النشا، وتعد هجرة الرطوبة من أهم العوامل التي تؤثر في ظاهرة البيات للخبز مما تؤدي إلى فقدان في خصائصه الحسية للخبز وجفاف المنتجات وتدهور نوعيتها، وتحدث هجرة الرطوبة عن طريق انتقال الماء للمعقدات الصلبة

وبخار الماء عبر الفراغات، ومن ثم تنتقل من الفتات أو اللب إلى القشرة، وبعدها إلى الجو الخارجي بسبب الاختلافات في ضغط بخار الماء .

درس Marti وآخرون(2017) تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا في ظاهرة التجلد للخبز وبنسب 10 و20% وخزنها تحت درجة حرارة الغرفة لمدة 1و3 و6 يوم، ووجدوا ان نسبة التدعيم 10 و20% من طحين فول الصويا قللت من ثباتيه لب الخبز مقارنة بمعاملة السيطرة، في حين لم يحدث فرق في طزاجة ورطوبة اللوف عند خزنه لمدة 2 ساعة بعد اتمام عملية الخبازة (Besbes وآخرون،(2016) ، اذ تحدث عمليات انتقال الطور وتعديل نسيج الخبز خلال الساعات الأولى بعد الخبز، وتؤثر إعادة بلورة الأميلوز بشكل إيجابي على تصلب بنية الفتات في حين يكون تبلور الأميلوبكتين، الجزيء الكبير الثاني المسؤول عن جزء النشا في الطحين على مدى فترة أطول من الأيام (Copetti و Garcia، 2019). وتعد عملية التراجع هذه مسؤولة أيضًا عن إعادة توزيع الماء على المستوى الجزيئي إذ إن إعادة بلورة النشا تكون مصحوبة بزيادة تكوين الأشكال البلورية من النوع B وتكون قادرة على تجميد المزيد من جزيئات الماء أكثر من البلورات من النوع A ومن ثمّ تتم إزالة الماء من شبكة الكلوتين مما يؤدي إلى قوام أقل مرونة وثباتًا. تحدث المزيد من عمليات هجرة الماء على مستوى البنية الكلية إذ يتم تبادل الماء داخل اللب الرطب والقشرة الجافة وفقًا للاختلافات في ضغط البخار بين الفتات والقشرة حتى يتم الوصول إلى توازن الكتلة (Salas-Mellado و Coelho،2015). إن إضافة ليسيثين الصويا ادى إلى تقليل التجلد التي يمكن تفسيرها من خلال قدرتها على تحسين انحباس الهواء. كما أن خزن العينات لخبز فول الصويا التي تحتوي على محسنات بنسبة 10% جعلته أقل صلابة وان التفاعلات التي تحدث بين ليسيثين فول الصويا و النشا وهي حصول عملية الامتزاز على المركبات المعقدة التي تمنع النشا من امتصاص الماء من شبكة الكلوتين في أثناء عملية التخبيز، فضلاً عن احتمالية تأثير الليسيثين في توزيع الرطوبة بين البروتين وجزئية النشا. يؤدي انخفاض كمية الماء التي يمتصها النشا إلى توفير كمية من الماء لترطيب الكلوتين مما يسهم في تأخير التجلد، إذ إن بروتينات فول الصويا المسماة Glycinin تفتقر إلى الشدة لذا إضافة بروتينات فول الصويا إلى خلطة الخبز تؤدي إلى تجفيف الكلوتين إلا أنها تمتاز بقوة ربط الماء مما يرفع نسبة امتصاص الطحين إلى الماء، ان ارتفاع نسبة البروتين في طحين فول الصويا المحتوى على الحامض الأميني اللايسين جعله يستعمل في تدعيم المنتجات الغذائية ومنها المخبوزات (Ciudad-Mulero وآخرون، 2020

7-2 تأثير إضافة طحين فول الصويا في صفات عجينة الخبز

تصنف الحبوب ضمن الموارد الغذائية الأولية في جميع أنحاء العالم وتمثل الحنطة حبوبًا أساسية منتجة في العالم كما أنها تستهلك بشكل كبير ويصنع العجين أساسًا من طحين الحنطة المكرر نظرًا لخصائصه اللزجة المرنة التي تنتج في الغالب من شبكة الكلوتين (الكليادين والكلوتينين). على الرغم من أن الخبز المنتج من طحين الحنطة يحتوي على مصدر طاقة عالٍ (Tecanteو Matignon ، 2017).

ويعد طحين الحبوب ذا فوائد عدة بشكل عام وفي صفات العجينة على وجه الخصوص، فقد ذكرت العديد من البحوث التأثيرات المفيدة في صفات عجينة الخبز والتي من ضمنها خصائص الخلط وقوة الكلوتين، إذ إن طحين فول الصويا يعمل على رفع القيمة الغذائية للخبز وتحسين تركب لب الخبز وإعطاء القوة له(Kornelia وآخرون،2018). فقد ذكر Xu و Wu،(2019) إن استعمال طحين الحبوب والبقوليات المنبتة ذات فائدة أكثر من غير المنبتة في خفض وقت التخمير ودرجة حرارة تخمير العجين نتيجة لزيادة نشاط الخميرة بسبب زيادة السكريات البسيطة الناتجة بفعل الإنزيمات والتي يزداد نشاطها بفعل الإنبات، وهذا يؤدي بدوره الى اختزال كمية السكر المضاف للعجينة من دون تأثيرات سلبية في المنتج النهائي .

أن استعمال طحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا من شأنه أن يخفض وقت الخلط للعجين بنسبة 10% وزيادة عمل الخميرة نتيجة للسكريات البسيطة الناتجة بفعل إنزيم الفا–أميليز الذي يعمل على تحلل النشا لينتج عنه السكريات اللازمة لعمل الخميرة التي بدورها تزيد من غاز التخمر، فضلاً عن كون طحين فول الصويا مصدراً غنياً بنشاط انزيمات الأميليز والبروتييز واللايبوكسيجينيز الذي يضاف لقصر اللون في طحين الحنطة (Richter وآخرون،2014).

ذكر Shahraki وآخرون (2013) . في دراستهم التي أجروها أن استبدال أو تدعيم طحين الحنطة بنسبة مختلفة من طحين فول الصويا قد حسن من صفات الجودة والنوعية مع نسجه جيدة وخصائص تغذوية عالية. ولقد تمكن بعض الباحثين من استعمال طحين فول الصويا بنسب استبدال 10% و20% مع طحين الحنطة في تصنيع خبز اللوف ذات نوعية ملائمة وأضاف Patrascu وآخرون (2016) ان اضافة طحين فول الصويا والذرة والرز إلى طحين الحنطة بنسب معينة أدى إلى حدوث تغيرات في الصفات الريولوجية والحسية للخبز. ويمكن استعمال طحين فول الصويا واضافته بنسب مختلفة لطحين الحنطة لتصنيع الخبز ذي حجم نوعي أكبر وخصائص افضل للنسجة وأن طحين فول

الصويا أكثر ملاءمة في تصنيع الخبز يسبب زيادة ثباتيه العجين وانخفاض ارتداد النشا ويعتمد لون المنتج النهائي على خصائص التصنيع وكذلك على الصنف، لأن دقيق الصويا يحتوي على كمية كبيرة من البروتين ، فإنه يحتوي أيضًا على العديد من الفيتامينات A و B و K والمعادن مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والفوسفور والبوتاسيوم، وذكر Obeleagu و Onyeka (2013) أنه يمكن استعمال الطحين المركب لمحاصيل الحبوب والبقول المختلفة بما في ذلك فول الصويا والذرة والحنطة والعدس في إنتاج الخبز إذ إنه يحتوي على نسبة منخفضة من السكر ونسبة عالية من الألياف بسبب التحلل المائي لمعقدات النشا ومحتوى منخفض من الدهون ونسبة عالية من البروتين.

8-2 حامض الفايتك Phytic acid

يعد حامض الفايتك من المواد المخزونة الاساسية للنبات وهو المصدر الرئيسي للفوسفور، اذ يتكون من ارتباط حلقة المايواينوسيتول مع ستة مجاميع من حامض الفوسفوريك ويرمز له (TP_6) وتحوي محاصيل الحبوب والبقول على مستويات عالية من الفايتات(Nissar وآخرون،2017).اذ يتوافر في محاصيل الحبوب مثل الحنطة والشعير وفول الصويا والفول السوداني ويتأثر محتواه بظروف النمو وعمليات النقع والإنبات والتخمر وطرائق التحليل وفترة خزن الغذاء الذي يتم تحليله ويخزن على هيئة فسفور والذي يعد مهماً في إنتاج الطاقة وتكوين الهيكل التركيبي والبنائي لأغشية الخلية(Jenkinsوآخرون، 2010).

يتواجد حامض الفايتك في القشور الخارجية كما في حبوب القمح والأرز ويكون مرتبطاً بالبروتينات كما في البقوليات ويتمركز في الجنين ونسبة ضئيلة في الاندوسبيرم ، كما في الذرة الصفراء والبيضاء، فضلاً عن تواجده بنسبة ضئيلة في الطحين الأبيض وترتفع نسبته مع ارتفاع نسب الاستخلاص (Jacela وآخرون،2010). تختلف أنواع الحبوب في محتواها من إنزيم الفايتيز، اذ تحتوي الحبوب الناضجة من الشعير والحنطة على محتوى عالٍ من الأنزيم ، في حين يحتوى الشوفان والارز والذرة على محتوى أقل (Madsen وBrinch - Pedersen ، 2019) .

يستعمل حامض الفايتك في مجالات عديدة منها صيدلانية وغذائية وغيرها فهو يعمل على حفظ الصبغات الطبيعية في النباتات وفي المشروبات والمنتجات الغذائية مثل صبغة الانثوسيانين، ويمنع الاسمرار في الثمار وله فعالية مضادة للأكسدة إذ يمنع تكوين الجذور الحرة، ويمنع نمو الأحياء

المجهرية ويمنع تكون حصى الكلى ويمنع تسوس الأسنان ويخفض من مستوى السكر والكوليسترول في الدم ويمنع أمراض السرطان (Norazalina واخرون ،2011) .

قام Aguilera واخرون(2013) بتحليل طحين فول الصويا المنبت والمنقوع ووجدوا كمية من فوسفات الانيوستيول مما يثبتَ أن الإنبات يؤثر بشكل إيجابي في كونه عامل مضاد للتغذية بنسبة تصل إلى70%. إذ يتم التخلص من القدرة المخلبية للفيتات خلال الإنبات وبذلك يتم الاستفادة من المعادن المستهلكة في النظام الغذائي بشكل أفضل، يعزى الانخفاض في حامض الفايتك في الغالب إلى تنشيط أنَزيم الفايتيز الداخلي .

ان حامض الفايتك Phytic acid مادة مخلبية تقلل من امتصاص المعادن مثل الكالسيوم والحديد والزنك والمغنيز، ووجوده في كثير من النباتات يؤثر سلباً في القيمة الغذائية وذلك من خلال اتحاد مع بعض الايونات الموجبة الشحنة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والزنك والنحاس والحديد والبوتاسيوم لتشكيل أملاح غير قابلة للذوبان، ومن ثمّ فإنه يؤثر في التوافر الحيوي لهذه العناصر وقابلية امتصاصها وهضمها. اذ يشكل الحامض الفايتك نسبة 2% في حبوب فول الصويا مرتبطاً مع البروتينات وتزداد كميته بشكل سريع خلال نمو وتطور البذور تختلف حسب نوع الحبوب وتتباين نسبتها ضمن تركيب الحبة إذ يوجد في السويداء Endosperm الرز والقمح بنسبة 80% اي في الجزء النشوي ويتواجد في الجزء البروتيني بنسبة 10% وفي غلاف الحبة بنسبة10%. أما في جنين الذرة فنسبته88 %وفي الاندوسبرم 3%وفي الطبقات الخارجية10%، وتشكل الفيتات 1-3% من الوزن الجاف للحبوب والبقوليات والجوز وتوجد بتراكيز منخفضة في الجذور والدرنات والخضروات (Arendt و Hübne ،2013).

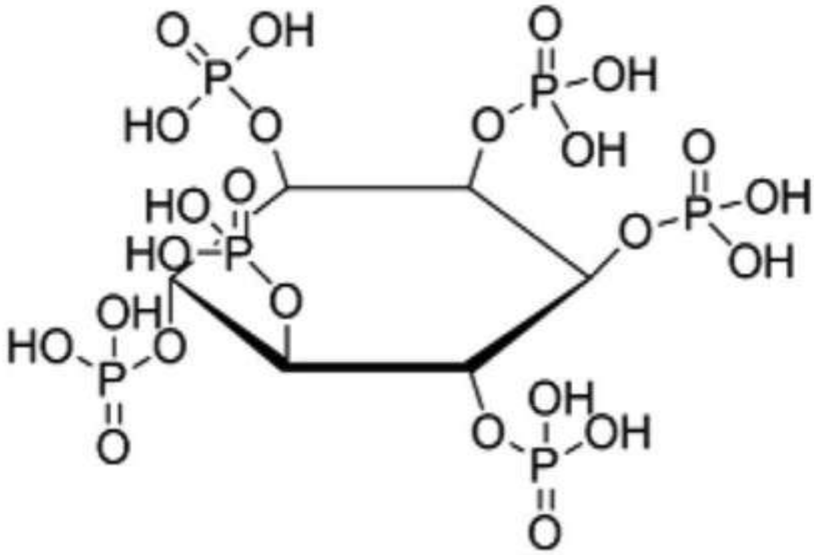
أوضح Mousa و Al-Kharkhi (2021) أن حامض الفايتك يتوافر في عدد من محاصيل الحبوب مثل الحنطة والذرة والشعير والشيلم وغيرها، والبقول مثل الفستق وفول الصويا، يقوم النبات بخزن الفوسفات على هيئة فسفور وكذلك العناصر المعدنية اللازمة لإنتاج الطاقة اللازمة والضرورية لعمل جدار الخلية، وأشار Lemmens وآخرون (2018) إلى أن استعمال العمليات الطبيعية مثل النقع Soaking والإنبات Sprouting المسيطر عليها والمعاملة الحرارية ضمن شروط محددة يسهل امتصاص العناصر المعدنية في الجهاز الهضمي. وأوضحوا

Gupta وآخرون(2015) ان سبب انخفاض التوافر الحيوي للعناصر المعدنية في الإنسان الى انخفاض نشاط أنزيم الفايتيز الذي يحلل حامض الفايتك في القناة الهضمية ، لذلك وتم تطوير طرائق

عدة لخفض الحامض المذكور في الأغذية وتحسين القيمة الغذائية للحبوب مثل طرق النقع والإنبات والتخمير.

وجد Lemmens وآخرون(2018)عدة عوامل مؤثرة وملائمة لنشاط أنزيمات الفايتيز Phytases منها درجة الحرارة والاس الهيدروجيني، لذا فإن زيادة درجة الحرارة خلال الإنبات والنقع ينتج عنها ارتفاع في فعالية أنزيم الفايتيز عن الدرجة المثلى لتحلل الفايتات.

أشار Luo وآخرون(2014) إلى أن تقنيات المعالجة الطبيعة غير الصناعية مثل الإنبات والنقع والتخمر تخفض مستوى الفايتات وتحسن القيمة الغذائية للبقول.



الشكل(2-1) التركيب الكيميائي لحامض الفايتك (Matos و Daneluti ، 2013).

9-2 تأثير المعالجات التي تُجرى على بذور فول الصويا لتقليل من نسبة حامض الفايتك

1.9.2 عملية النقع Soaking process

ان نقع الحبوب هو الخطوة الأولى في عملية الإنبات، من الممكن أن يؤدي النقع إلى تغييرات العوامل التي تؤثر في توافر المعادن. كما انه يقلل من حامض الفايتك في معظم البقوليات لأن يتم تخزينه في شكل قابل للذوبان في الماء نسبيًا مثل فيتات الصوديوم (Vellingiriو Hans، 2010) وقد يؤدي النقع أيضاً إلى إزالة البوليفينول، وتخضع معظم الحبوب لأنواع ومستويات مختلفة من المعالجات والعمليات التصنيعية بعد تنظيفها وتنقيتها ثم نقعها للحصول على منتجات نهائية صالحة للأكل ومستساغة. اذ أن عملية نقع البذور في الماء تؤدي إلى التخلص من كميات كبيرة من حامض الفايتك وتعد هذه الطريقة فعالة لتقليل من كميته إلى حد كبير والحد من تأثيراته السلبية (Rebello وأخرون،2014). إذ يتم نقع حبوب فول الصويا لمدة 1-3 أيام ويتم خلالها تنشيط الأحياء المجهرية، إذ يؤدي الطحين الناتج إلى تحسين الجودة الغذائية وقد يختلف باختلاف وقت النقع وان ويلاحظ عند المقارنة بين سعة امتصاص الماء وزيت فول الصويا، انه لم تتغير سعة امتصاص الزيت في حالة النقع فضلاً عن ذلك كانت قدرة طحين فول الصويا على ربط الزيت والاحتفاظ به أقل مقارنة بالقدرة على ربط الماء والاحتفاظ به. بشكل عام، أدى النقع لمدة 48 ساعة إلى تقليل قوة الانتفاخ بنسبة 35٪ كانت قيم الانتفاخ 1.3- 2.0 سم3/غم وقد يُعزى الانتفاخ في الغالب إلى النشا (Agume واخرون،2017) ولكنه يتفاعل مع مكونات أخرى مثل البروتينات والدهون. قد ينتج تقليل الانتفاخ عن تدمير حبيبات النشا وبنية البروتينات من خلال التحلل المائي الأنزيمي الناتج عن الكائنات الحية الدقيقة للروابط الببتيدية والكلايكوسيدية (Cáceres وآخرون،2017). بشكل عام تؤثر عملية نقع الحبوب وصنفها في تكوين الإنزيمات ونسبة نشاطها أكدYaqoob وآخرون (2018). قد تجري عدداً من التقنيات مثل النقع وغيرها لزيادة درجة تقبل المستهلك للحبوب والبقوليات، فضلاً عن الطحين المركب المصنع منها، والغرض تشجيع عملية انبات الحبوب تُجرى عملية نقعها بالماء وتحدث خلالها عدة تفاعلات بايوكيميائية نتيجة نشاط مختلف أنواع الأنزيمات والتي تؤدي إلى تحسن في القيمة الغذائية(Saetung وMoongngarm، 2010) لذلك ازداد الطلب على المنتجات الغذائية ذات الخصائص الوظيفية المعززة للصحة وقد أثبتت البحوث أن إجراء عمليات النقع أوغلي الحبوب أو تنبيتها من شأنه أن يوفر احتياجات السكان من الأغذية المعززة للصحة لما فيها من مركبات مفيدة، فضلاً عن كونها غيرمكلفة ومستدامة(Cáceres وآخرون،2017).

2.9.2 عملية الإنبات germination process

يعد الإنبات إحدى الطرائق التي من شأنها أن تحسن القيمة الغذائية والخصائص الحسية نتيجةً لانخفاض محتوى الحبوب المنبتة من مضادات التغذية مثل حامض الفايتك (Oghbaei و Prakash ،2016). أن ظروف الإنبات المسيطر عليها تعمل على تحسين الخصائص الحسية النهائية وزيادة الخصائص الوظيفية لمنتجات الخبيز مثل خبز اللوف (Richter وآخرون، 2014). كما يعد الإنبات من التقنيات الاقتصادية التي لها فوائد صحية في القيمة الغذائية لزيادة محاصيل الحبوب والبقول مثل زيادة محتوى طحين الحنطة وطحين فول الصويا واختزال مستوى حامض الفايتك (Moongngarm و Saetung ،2010)، تكون عملية الإنبات لبذور فول الصويا تحت ظروف مسيطر عليها من درجة الحرارة والضوء والرطوبة والاوكسجين(Liu وآخرون، 2017)، كما أن هذه الظروف تكون متطلباتها أقل كلفة وأكثر فاعلية لتحسين القيمة الغذائية لمحتويات الحبوب.

اشار Barrozo وآخرون (2014) إلى أنه من المهم تحديد درجة حرارة ورطوبة الهواء الملائمة للتجفيف وذلك لغرض اختيار أفضل طريقة للتجفيف والظروف المناسبة لها للحفاظ على صفات الجودة للحبوب المنبتة. إن درجة حرارة الهواء ورطوبته المستعملة في التجفيف مهمة في تحديد الاستعمالات النهائية للحبوب (Yuan واخرون،2016 و Dziki وآخرون،2019)، ويعمل الأنزيم الموجود في الحنطة مثل ألفا–أميليز الذي يزداد نشاطه بعد الإنبات على تقليل استعمال محسنات الأنزيم التي تضاف بشكل شائع للمخبوزات عن طريق استعمال التدعيم لطحين فول الصويا بطحين الحنطة بنسب مختلفة والتي تقلل من ظاهرة التجلد للخبز، لأن الإنبات المسيطر عليه يؤثر إيجاباً في نشاط الأنزيمات، كما يعمل على زيادة نشاط اللايبيزات التي تعمل على زيادة محتوى الطحين من الكليسيريدات الاحادية والثنائية، (Marti وآخرون،2017). كما درس Tian وآخرون، (2018) تأثير الإنبات في المراحل المبكرة من فاعلية مضادات الأكسدة والتركيب الكيميائي للحبوب المنبتة، إذ أثبتوا أن الإنبات زاد من القيمة الغذائية لطحين الحبوب المنبتة، وقد يعزى سبب زيادة الفوائد الصحية لطحين الحبوب إلى مختلف العناصر الغذائية مثل الفيتامينات والعناصر المعدنية والالياف النباتية. وأوضح Baranzelli وآخرون، (2018) أن الإنبات يعمل على انخفاض في نسبة امتصاص الماء من العجين ويعمل على زيادة نشاط البروتييزات بعد الإنبات التي تعمل على تحلل الأواصر الببتيدية بين الحوامض الأمينية وبالتالي حدوث تحلل جزئي للشبكة الكلوتينية وزيادة لزوجة العجين وانخفاض في وقت الخلط وثباتية العجينة. Finnie (2019) إلى أن الزيادة المفرطة في نشاط البروتييزات يمكن

أن يؤدي إلى تحلل بروتينات الكلوتين، فضلاً عن حصول انخفاض في ثباتيه العجين، كما ذكر Cardon وآخرون (2020) أن الإنبات أثر في مدة ثباتيه العجين الناتج من طحين الحنطة المدعم بطحين الصويا المنبتة وغير المنبتة. كما أن عملية إنبات الحبوب والبقوليات ادى إلى تحليل حامض الفايتك ذاتيا وذلك عن طريق استهلاك جنين الحبوب للفوسفات الموجودة في الحامض والتي تعد مصدراً غذائياً في عملية الإنبات، فضلاً عن أن عملية الإنبات تعمل على خفض مستويات مثبطات التربيسين وحسن من الخصائص الوظيفية لمضادات الأكسدة Antioxidant (Nkhata وآخرون، 2018)، اذ أوضح Bellaio وآخرون(2013) أن الإنبات في ظروف مسيطر عليها حسن من نسجة اللب وحجم اللوف.

أوضح Cardone وآخرون(2020) في دراستهم التي أجروا فيها عملية الإنبات في ظروف مسيطر عليها تحت درجة حرارة 20 م° ورطوبة نسبية 90% لمدة48 ساعة، أن البروتينات الموجودة في الحبوب والبقوليات كانت قادرة على التجمع، كما ان الإنبات ادى إلى زيادة قابلية التمدد للبروتين وكذلك العجين وبالتالي زيادة حجم اللوف الناتج بسبب زيادة إنتاج غاز CO_2، فضلاً عن زيادة طراوة اللب بعد الخزن تحت درجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة وزيادة محتواه من بعض الفيتامين مثل فيتامين B وفيتامين C وحافظت على محتوى العناصر المعدنية مثل الكالسيوم والحديد وحسّنت من قابلية الهضم للبروتينات (Martinez وآخرون،2011) .

ذكر Richter واخرون (2014) أن زيادة نشاط الإنزيمات مثل α-amylase الذي يعمل على تحلل النشا عن المستوى الملائم والمقبول يمكن أن يؤدي إلى انخفاض في حجم الخبز المختبري (اللوف) وانخفاض درجة ثباتيته. وأكد Nkhata وآخرون (2018) أن زيادة نشاط الأميليزات تؤدي إلى زيادة نسب السكريات الناتجة والتي تعتمد على عدة عوامل منها مدة الإنبات (Laxmi وآخرون،2015) وتعتمد الصفات النهائية لمنتجات بذور فول الصويا المنبتة على ظروف الإنبات وظروفه من درجة الحرارة وسرعة التجفيف(Johnston وآخرون، 2019).

3.9.2 عملية التخمير Bollrot process

تعد إحدى العمليات التصنيعية التي تؤدي إلى تقليل من حامض الفايتك وأن تحليله في أثناء تخمير الحبوب، إما يحدث بسبب أنزيم الفايتيز الداخلي الموجود أصلاً في الحبوب أو بفعل الفايتيز الخارجي الذي تفرزه الكائنات المجهرية (ساهي وآخرون، 2014)، وأن تأثير التخمير في محتوى حامض الفايتك يعتمد بنسبة كبيرة على أنزيم الفايتيز المنتج بوساطة الكائنات المجهرية كالخمائر والفطريات وبكتريا حامض اللاكتيك عن الأنزيمات الموجودة في الحبوب والبذور ويعمل التخمير على تحسين الخصائص الحسية والفيزيائية والكيميائية للمنتجات القائمة على فول الصويا (Anastasio وآخرون،2010) وعامل التخمير مسؤول عن إطلاق الغاز ويساعد في تمدد وتحسين الخواص الحسية للخبز (Sakandar وآخرون،2019) . يمكن استعمال نوعين من عوامل التخمر خميرة الخبز والعجين المخمر في حين يتم إنتاج النوعين المذكورين وتسويقهما على المستويات الصناعية، اذ ان العجين المخمر عبارة عن خليط من طحين وماء وملح (Pontonio وآخرون،2017) الذي يتم تخميره عن طريق بكتيريا حامض اللاكتيك والخمائر التي تتكاثر بشكل طبيعي، ويوثر في هذه العملية التركيب الكيميائي والإنزيمي للطحين ودرجة الحرارة و محتوى الماء والوقت وحلت عمليات التخمير السريعة بخميرة الخبز تقريبًا محل استعمال العجين المخمر. ويعتمد انخفاض حامض الفايتك في أثناء التخمير على ظروف التخمير مثل الوقت والرطوبة ودرجة الحرارة وpH اللازم لعمل انزيم الفايتيز الذى يخفض أملاح حامض الفايتك اذ يشكل معقدات ويؤدي إلى تحرير الفوسفات وزيادة ذوبان العناصر المعدنية (Kumral،2015) وأن أنواع أُخرى من الخبز منها خبز الجاباتي أو شاباتي الهندي تكون فيه عملية التخمير مسؤولة عن النسجة الاسفنجية والمطاطية (Mir وآخرون، 2014). إذ تعزز عملية التخمير من قابلية هضم الخبز بسبب وجود البروبيوتيك، وتحسن توافر العناصر الغذائية وهذا يؤدي الى التقليل من حامض الفايتك الذي يرتبط بالعديد من العناصر الغذائية ويضعف امتصاصها، ويحتوي بعض أنواع الخبز الخالي من الكلوتين مثل طحين فول الصويا على طحين مكرر يحتوي على نسبة عالية من الألياف والسكريات، وتصنع عجينة طحين الحبوب المدعمة بطحين نوع من البقوليات بعد خلطه بالماء والخميرة ومواد أخرى محسنة مثل طحين فول الصويا لإنتاج منتوج ذات قيمة غذائية بفعل مجموعة من العمليات الكيميائية والتقنية والحيوية في أثناء مراحل العجن والتخمر والخبز(Ziobro وآخرون،2013) .

بين الربيعي (2014) في دراسته عن تأثير الاحياء المجهرية في حامض الفايتك، أن خميرة الخبز يمكنها أن تحليل الفوسفات الموجودة ضمن تركيب الحامض عن طريق التخمير. يكون تأثير خميرة الخبز في تحسين الخواص الريولوجية للعجين، إذ تعمل على تحطيم جزيئات الفوسفات الموجود في حامض الفايتك. الذي يتواجد في البقوليات ومنها فول الصويا اذ يتحد في الحبوب الكاملة مع بعض المعادن الموجودة في الأمعاء لتكوين فيتات غير قابلة للذوبان ويتم تدميره عن طريق إنزيم الفايتيز الذي يتم تنشيطه في الخميرة (Hammood و Nasser، 2019).

يستعمل طحين فول الصويا في صناعة الخبز كأحد المضافات على طحين الحنطة، بسبب افتقاره إلى النشا والكلوتين اذ يعمل طحين فول الصويا على تسهل فرد العجين ويزيد من ارتفاع العجينة أثناء الخبز، فضلاً عن رفع القيمة الغذائية وزيادة نسبة من البروتين ، ان حامض الفايتيك مكوناً غير مرغوب في الغذاء ويمكن التخلص منه كلياً أو جزئياً اثناء عمليات التصنيع الغذائي عن طريق عملية التخمر وتخزين الأغذية نتيجة للتحلل الإنزيمي للفيتات بوساطة انزيم الفايتيز والذي يكون شائعاً في المواد النباتية وخصوصاً في البذور والحبوب، وان وجوده في البقوليات في صورة قابلة للذوبان في الماء، جعل نقع البذور قبل طهيها او انباتها يقلل من محتواها من الحامض الذي يتحلل عند الإنبات كما تقوم الأنزيمات الموجودة في الخميرة بالقضاء على معظم حامض الفايتك خلال عملية الخبز (singh واخرون، 2010).

10-2 الخواص الريولوجية

تستعمل عدة أنواع من الأجهزة لتقييم نوعية البروتين والنشاء والتي تعتمد على مبدأ العجن كأجهزة الفارينوكراف والاميلوكراف والاكستنسوكراف لتقيم ملائمة نوعية أداء الأصناف المختلفة للمنتج النهائي.

1.10.2 الفارينوكراف Farinograph

يعد جهاز الفارينوكراف من الأجهزة التي تعتمد في تقييم نوعية الحبوب ومنها الخصائص الريولوجية للعجين خاصة بما يتعلق بنوعية البروتين، و من الاجهزة المهمة والأكثر شيوعاً في الاستخدام حول العالم والنتائج تكون مؤشرات للصيغة التقديرية لكمية الماء المطلوبة لعمل العجين ولمعالجة تأثير المكونات في خصائص الخلط ومتطلبات مزج الطحين والماء ويعمل على تحديد

العجين وخصائص الكلوتين من عينة الطحين من خلال قياس مقاومة العجين لشفرات الخلاط في اثناء الحركة (Banu واخرون،2011) .

أوضح Baranzelli وآخرون،(2018) أن إضافة فول الصويا بنسب استبدال10 و20% إلى طحين الحنطة أدى إلى انخفاض امتصاص الطحين للماء مع زيادة نسبة طحين فول الصويا المضاف، كما بلغت نسبة امتصاص الماء لطحين الحنطة 56.59% لأن فول الصويا المنبتة تعمل على خفض النسبة المئوية لامتصاص الطحين للماء تدريجياً مع تقدم مدة الإنبات إذ انخفضت من61.3% في طحين الحنطة إلى 56.2 و57.5 و59.9% على التوالي عند مدة نقع 24 و48 و72 ساعة على التوالي ، ويعود انخفاض نسبة امتصاص الماء من العجين الى الانبات (Cardone وآخرون،2020). كما عزى السبب (Hoseney 1986) إلى زيادة نشاط البروتييزات بعد الإنبات إذ تعمل على تحلل الأواصر الببتيدية بين الحوامض الأمينية وتحلل جزئي للشبكة الكلوتينية وزيادة لزوجة العجين وانخفاض في وقت الخلط وثباتيه العجينة وهذا يدل على ضعف في قوة العجين.

ذكر Liu واخرون (2017) أن نسبة استبدال طحين فول الصويا المنقوع بطحين الحنطة لتصنيع الخبز أظهر انخفاضاً في وقت الخلط وزيادة نسبة الامتصاص للماء وزيادة الإنتاجية و إطالة مدة الصلاحية Shelf-life وتحسن في الخصائص الحسية للمنتوج النهائي(Patrascu وآخرون، 2016). يمكن استعمال أيضاً طحين فول الصويا المنبتة وإضافته بنسب محددة لطحين الحنطة لتصنيع الخبز ذي حجم نوعي أكثر وخصائص أفضل للنسجة وأن طحين فول الصويا المنبتة أكثر ملائمة في تصنيع الخبز بسبب انخفاض قوة البروتين وزيادة ثباتيه العجينة في القالب عند الخبز وانخفاض ارتداد النشا وزيادة المستوى او النسبة التي يبدأ فيها النشا بالجلتنة ، أوضح Poudel وآخرون (2019) أن تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبتة بنسب مخفضة أحدث تأثيرات مفيدة في زيادة قوة العجين وتحسينه نتيجة زيادة فعالية أنزيم اللايبيز واللايبوكسيجينيز.

أثبت Hoseney، (1986) أن هذه الأنزيمات تزيد من قوة العجين وقد تنخفض قوته عند استعمال نسب عالية من طحين الحنطة وقد يعود السبب إلى زيادة فعالية الأنزيمات بشكل مفرط ومنها الأميليزات والبروتييزات(Baranzelli وآخرون،2018).

ذكر Yangوآخرون(2020) أنه عند زيادة نسبة الإضافة من بذور فول الصويا المطحونة إلى طحين الحنطة 2.5% فإن قابلية امتصاص الماء للعجين تنخفض، وقد يكون سببها زيادة تركيزات المركبات الكيميائية وعلى الرغم من أن طحين فول الصويا غني بالمعادن والألياف ولكن محتواه

الزيتي مرتفع وانخفاض قدرة الطحين للاحتفاظ بالماء وكذلك نسبة الاضافة من طحين فول الصويا تعمل على تقليل وقت الوصول إلى العجين الذي يعد مؤشراً على قدرة ترطيب جزئيات الطحين وأن وجود المواد الدهنية في طحين فول الصويا مسؤولة عن وقت الوصول وثباتيه العجين. ويعود الاختلاف في السلوك الريولوجيه والكفاءة أو قابلية التصنيع للعجن إلى التباين في كمية ونوعية بروتينات الحنطة إن دراسة الخصائص الريولوجية للعجين التي تعطي فكرة كافية عن مواصفات الكلوتين.

أشار Barros وآخرون (2010) إلى أن مؤشر الكلوتين يعرف بأنه نسبة الكلوتين الرطب المتبقي على المنخل بعد إجراء عملية الطرد المركزي اذ كلما ارتفعت قيمته زادت قوة الكلوتين.

2.10.2 الاميلوكراف : Amylograph

يستعمل جهاز الاميلوكراف لقياس درجة حرارة جلتنه العجين ولتقدير نشاط الأميليز في درجات الحرارة العالية وتحديد خصائص النشأ (Huang وآخرون،2010). أصبحت ريولوجية العجين لها قدر كبير من الاهتمام في صناعة الحبوب، مع الأخذ في الاعتبار تأثيرها، في جودة المنتجات المخبوزة وأن مدى اللزوجة القصوى المناسبة لتصنيع الخبز القياسي يتراوح بين 400−600 B.U(Lee و Campanella، 2013 و Agume واخرون،2017).

لاحظ Zhou وآخرون(2018) انه عند إضافة طحين فول الصويا الى طحين الحنطة بنسب 10 و20% ادي الى ارتفاع اللزوجة عند درجة حرارة 85 مْ وانخفضت عند50 مْ بعد 20 دقيقة من التعرض الحراري للعجين، قد يكون الانخفاض في قيمة الاميلوكراف أيضاً مسؤولاً عن انخفاض صلابة الخبز مع زيادة مستويات طحين فول الصويا.

ذكر Marti وآخرون (2017) ان تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا أدى إلى انخفاض تصلب لب الخبز عند خزنه نتيجةً لنشاط أنزيم ألفا−أميليز، وخفض من نسبة الرطوبة فيه وأن التحسن الحاصل في طزاجة اللب عند خزن الخبز لمدة 6 ايام يعود إلى نشاط الإنزيمات المحللة للنشا والبروتين.

جاءت في دراسة أشار لها Marti وآخرون (2017) إلى أن تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا بنسبة1.5 %حافظ على طزاجة لب الخبز عند الخزن، إذ يعمل الإنبات على زيادة نشاط الأنزيمات مثل ألفا−أميليز الذي يعمل على زيادة تحلل النشا، كما يحدث تحلل للأواصر الببتيدية في

البروتين. وقد تمت دراسة تأثير بروتينات طحين فول الصويا على عجينة الحنطة من قبل Yildirim-Mavis وآخرون (2019) اذ لاحظوا ان اضافة طحين الصويا أعطى خصائص اللزوجة المرنة لعجين الحنطة من خلال شبكة الكلوتين، قد يكون نتيجة دمج البروتينات المختلفة التي اثرت سلبياً في خصائص الخبز. يوفر دمج طحين الصويا ثباتيه للرغوة وإمكانية الاحتفاظ بالرطوبة والتحول إلى الهلام وأنشطة الاستحلاب ومن خلال روابط -s-s- ويوفر مرونة لمنتجات الخبز (Omedi واخرون، 2016) .

أثبتت دراسة حديثة أن أنزيم β-glucosidase يمكن أن يزيد بشكل فعال محتوى aglycone لمنتجات فول الصويا. من الجوانب التي يجب تحليلها من خلال صنع خبز وخاصية العجين المجمد بعد التخزين والتي يمكن وصفها بشكل فعال من خلال الريولوجية Yang واخرون، 2020)، اذ يؤدي كلوتين الحنطة الدور الأساس في إضفاء صفة الطزاجة والنسجه الناعمة لُلب ويتفاعل الكلوتين مع الماء ليكون شبكة ليعطي صفة اللزوجة والمطاطية (Visco-elasticity) للعجين الملائمة لمعظم منتجات الخبيز، تم تقديم خصائص اللزوجة المرنة للعجين عند 30 درجة مئوية في جميع تركيزات طحين الحنطة وفول الصويا الثلاثة (الدُفعات A و B و C) من خلال التخمير وان محتوى الرطوبة لخلطات العجينة لها قدرات امتصاص مختلفة للماء وكان محتوى الماء لكل دفعة هو نفسه في كل تجربة(Hashemi واخرون،2019) .

3.10.2 اكستنسواكراف Extensograph

يستعمل جهاز الاكستنسوكراف في تقييم قوة العجين ومراقبة التغيرات في خصائص العجين على مدى فترة طويلة ولتحديد أنواع الطحين الحنطة المختلفة. تعود الخصائص الريولوجية للعجين إلى تركيبة المكون من حبيبات النشا التي نسبها 75–80% والمحاطة بشبكة بروتينية ثلاثية الأبعاد وان بروتينات التخزين الفريدة من نوعها الموجودة في الحنطة مسؤولة عن خصائص مقاومة العجين للشد والمطاطية ولها ارتباط إيجابي مع حجم الرغيف، اذ وجد Voineaوآخرون،(2020) عند دراستهم على تأثير إضافة طحين فول الصويا على خواص طحين الحنطة ان نسبة المطاطية في العينة A بلغت 6.78 %، وفي العينةB بلغت 7.78% وفي العينةC بلغت78% التي تختلف باختلاف الأصناف، اما بالنسبة لمتوسط المطاطية للعجين فقد ارتفعت بشكل معنوي في جميع المقارنات إذ بلغت 40 و50 و94 ملم على التوالي. وكانت العلاقة عكسية ما بين المطاطية والمقاومة لاحتواء

الكلوتين على الكليادين والكلوتينين في تركيبه وأن الكلوتينين مسؤول عن مقاومة العجين، في حين يسهم الكليادين في المطاطية ولكن المهم هو العلاقة ما بين الكليادين والكلوتينين.

بيّن Richter وآخرون (2014) انه عند إضافة فول الصويا بتراكيز مختلفة ومرتفعة زادت قابلية المطاطية ومقاومة المطاطيةB.U مقارنة مع العينة القياسية، وقد يعود السبب إلى حدوث زيادة في نشاط أنزيم ألفا–أميليز والذي يحلل النشا إلى السكريات اللازمة لإكمال عملية التخمر بفعل الخميرة وإنتاج الغاز مما يعمل على زيادة قابلية العجين على احتجاز غاز التخمر وزيادة الحجم النوعي .

11-2 اختبار نوعية الخبز المختبري (اللوف Loaf)

يعد الخبز من أفضل المخبوزات استهلاكاً في معظم دول العالم ويختلف بشكل كبير في أنواعه وتركيبه الغذائي، فقد اهتم عدد من الباحثين بزيادة الفوائد الصحية له، لذا فإن استبدال طحين الحنطة بطحين البقوليات ومنها فول الصويا والرز كان له أهمية كبيرة في هذا المجال، لذا فقد ركزت البحوث على تأثير استعمال طحين الحبوب المنبت في تصنيع الخبز، لأن الإنبات يتضمن عدداً من التغيرات الكيميائية (Charoenthaikij واخرون،2010) و Xu و Wu، 2019). يتكون الخبز من طحين الحبوب مثل الحنطة أو البقوليات مثل فول الصويا والملح والمكونات الثانوية الأخرى (DeVuyst وآخرون، 2014) .

ان طحين الحنطة مكوناً أساسياً ومفيداً في صناعة الخبز كونه يحوي على عدد من مضادات الأكسدة ويزيد من التوافر الحيوي للعناصر المعدنية ، فضلاً عن خصائصه الوظيفية (Finnie وآخرون،2019) ان سبب استعمال طحين الحنطة في صناعة الخبز، لاحتواءه على العديد من مضادات الأكسدة والعناصر المعدنية، فضلاً عن خصائصه الوظيفية وقلة كلفتة، اذ امكن إضافته بنسبة 100% مع استبدال بطحين فول الصويا بنسب قليلة لتعزيز القيمة الغذائية وتقوية الكلوتين وزيادة مدى فعالية أنزيم الاميليز ورقم السقوط الذيً يعد مهماً لمعرفة مدى ملائمة الطحين للخبز، ويمكن استعمال طحين فول الصويا وإضافته بنسب محددة الى طحين الحنطة لتصنيع الخبز ذي حجم نوعي أكثر وخصائص أفضل للنسجة، وأن طحين فول الصويا المنبت أكثر ملائمة في تصنيع الخبز بسبب انخفاض قوة البروتين وزيادة ثباتيه العجين وانخفاض ارتداد النشا(Patrascu وآخرون2016).

واكد Shin وآخرون (2013) إن الإنبات والمعاملات الأولية لطحين فول الصويا وكذلك طحين الرز المنبت قبل الخبز أعطى خبزاً خالياً من الكلوتين ومفيداً للصحة مع حجم لوف ونسجة ونكهة أفضل مقارنةً بالخبز المصنع من طحين فول الصويا غير المنبت.

ذكر Obeleagu و Onyeka (2013) أنه يمكن استعمال الطحين المركب لمحاصيل الحبوب والبقول المنبتة المختلفة بما في ذلك فول الصويا في إنتاج الخبز والذي يمكن استعماله كغذاء متكامل وصحي إذ إنه يحتوي على نسبة منخفضة من السكر ونسبة عالية من الألياف بسبب التحلل المائي لمعقدات النشا، ومحتوى منخفض من الدهون(Banu وآخرون،2011) .

مواد العمل وطرائقه : Mawadu Aleamal Watarayiquh

3-1 الأجهزة المستعملة والمواد الكيميائية:

3-1-1 المعدات والأجهزة المستعملة :

استعملت الأجهزة والمعدات الآتية والمجهزة من الشركات المبينة إجراء كل منها:

الجدول (3-1) الأجهزة والمعدات المستعملة

ت	اسم الجهاز	الاسم الإنكليزي	النوع والمنشأ
1	الاكستنسوكراف	Extensograph-E	Brabender (Germany
2	جهاز اختبار الفارينوگراف	Farenograph	Brabender (Germany)
3	جهاز الأميلوكراف	Amylograph	Brabender (Germany)
4	جهاز طرد مركزي	Macrocentrifuge)	Hettich universal-Japan
5	جهاز غسل الكلوتين	Glutamic System	Perten Instruments (Swiss)
6	جهاز سوكسوليت	Soxhlet Apparatus	Okon (Singapore)
7	جهاز وزن ألف حبة	Estimated thousand kernel weight	(Seed Counter Computer de Grains) chopin(France)
8	حاضنة	Incubator	Memmert (Germany)
9	حمام مائي	Water bath	USA,Sartorius stedim
10	فرن الترميد	Muffle furnace	Precia Mamert (Germany)
11	مجفف	Dryer	Heidelberg-England
12	مطحنة مختبرية	Laboratory Milt	Sokany (China)
13	ميزان كهربائي حساس	Sensetive electric balance	Sartorius-stedim (USA)
14	فرن كهربائي االهزاز الكهربائي	Electric Oven (Electric Shaker)	Memmert (Germany) Jasco (Japan)
15	جهاز المطياف الضوئي لقياس حامض الفايتيك	Spectrophotometer (HPLC)	Apel PP-303-Japan
16	عجانة منزلية	Home Mixer	Kenwood (Japan)

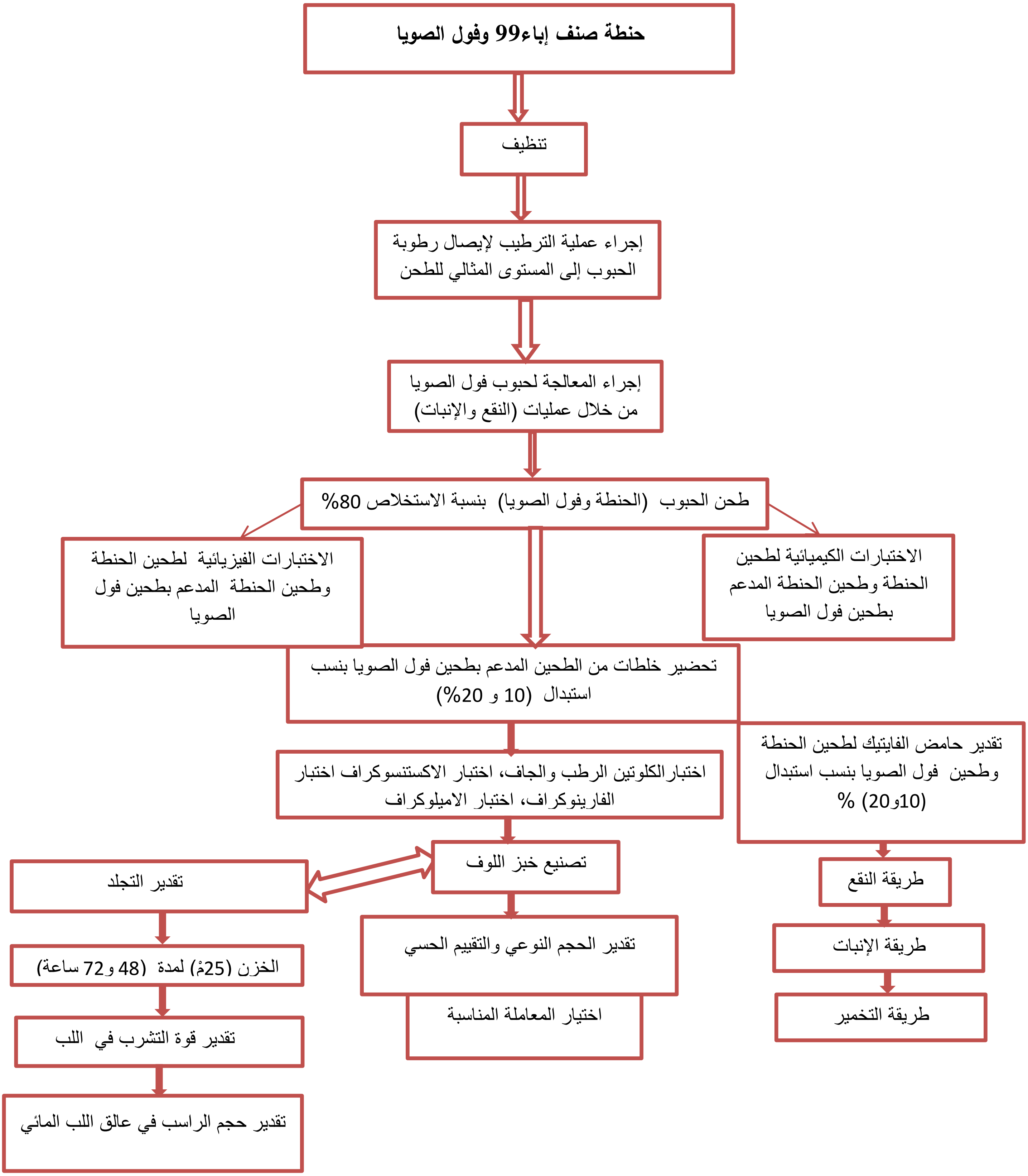
ت	اسم الجهاز	الاسم الإنكليزي	النوع والمنشأ
17	مجفف خاص للكلوتين	Glutork	Hubei ، Bonnin (China)
18	جهاز الوزن النوعي(هيكتولتر)	Specific weight	Granomat(Germang)
19	جهاز قياس لون الطحين	Stak color	Sokany(Germany)
20	جهاز تقدير البروتين	Kjeldahl Equipment Automatic	Hubei , Bonnin (China)

3-1-2 المواد الكيميائية المستعملة :

الجدول (3-2) المواد الكيميائية المستعملة قيد الدراسة.

ت	المادة	الصيغة او الاسم الانكليزي	الشركة المجهزة
1	ماء مقطر	Distilled water	قسم السيطرة النوعية (IRAQ)
2	حامض الفايتك	$C_6H_{18}O_{24}P_6$	DEMO S.A
3	هكسان	Hexane C_6H_{14}	Bio-rad (England)
4	حامض الهيدروكلوريك	Hydrochloric acid(HCI)	(Bio-rad (England
5	حامض الفورميك	Formic acid (HCOOH)	Bio-rad (England)
6	ميثانول	Methanol (CH3OH)	Fluka (Switzerland)
7	حامض اللاكتيك	Lactic acid C3H6O3	Musashino
8	كبريتات لوريل الصوديوم	Sodium Dodecyl Sulfate ($Na\ C_{12}\ H_{25}\ SO_4$)	Bio-rad (England)
9	محلول الاينوسيتول	Inositol solution	Inositol (China)
10	فايتات الصوديوم	Sodium phytate $C_6H_6Na_{12}O_{24}P_6$	DEMO S.A

المخطط العام للبحث:



يبين الشكل (3−1) مخططاً لمراحل خطة البحث

2-3 الحنطة وفول الصويا المستعملين ومصادرهما

تم الحصول على حنطة ناعمة صنف إباء 99 من دائرة البحوث الزراعية / نينوى للموسم الزراعي2021-2022، واستعملت في الدراسة عينات من فول الصويا وتم الحصول عليها من الأسواق المحلية لمحافظة نينوى .

3-3 الطحن المختبري

1.3.3 تهيئة نماذج الطحين

تم طحن عينات الحنطة وحبوب فول الصويا بالطريقة نفسها وتضمنت ثلاث مراحل وعلى النحو الآَتي :

1.1.3.3 الترطيب

أجريت عملية الترطيب للحنطة وفول الصويا لغرض تعديل نسبة الرطوبة فيها للحصول على نسبة رطوبة14% وهي النسبة المطلوبة والمناسبة للطحين وتم حساب كمية الماء اللازم أضافتها إلى البذور وكما في المعادلة الأتية:

كمية الماء المضافة(مل) = وزن الحبوب (رطوبتها النهائية – رطوبتها الاولية)

100 – رطوبتها النهائية

حفِظَت العينات في قناني بلاستيكية محكمة الغلق مُزِجَ محتوياتها لضمان توزيع الرطوبة فيها بشكل متجانسُ وتركت لمدة 24 ساعة لغرض التكييف مع التقليب.

2.1.3.3 الطحن

طحنت عينات الحنطة وعينات فول الصويا باستعمال المطحنة الكهربائية مختبرية نوع Labaratory mill.

3.1.3.3 جمع عينات الطحين

جمعت عينات الطحين وطحين فول الصويا الناتجين من مراحل الطحن السابقة ومررت من خلال منخل بدرجة8xxx للحصول على طحين الحنطة وطحين فول الصويا ذي حبيبات ناعمة قطرها أقل من 180 ما يكرون، إذ تم حساب نسبة الاستخلاص على وفق المعادلة الأتية:

الاستخلاص% = وزن الطحين المتحصل عليه

(وزن البذور+ وزن الماء) × 100

ثم حفُظِت عينات كل من طحين الحنطة وطحين فول الصويا في أكياس من البولي أثيلين محكمة الغلق وبدرجة حرارة 4 مْ ولحين إجراء الاختبارات.

3-4 الاختبارات الفيزيائية للحنطة و فول الصويا :

1.4.3 تقدير وزن الف حبة Estimated thousand kernel weight

قد روزن الف حبة لعينة حبوب الحنطة وبذور فول الصويا باستعمال جهاز (Estimated thousand kernel weight) فرنسي المنشأ وتم حساب وزن ألف حبة على وفق المعادلة الآتية :

الوزن الف حبة = وزن مئة حبة × 10

2.4.3 الوزن النوعي Specific weight

قدر الوزن النوعي لعينة حبوب الحنطة وبذور فول الصويا باستعمال جهاز Granomat الماني المنشأ والذي يقيس وزن نصف لتر 500سم3 / كغم من بذور البقول المدروسة .

$$\text{الوزن النوعي (كغم/ هيكتولتر)} = \frac{\text{وزن نصف لتر} \times 2 \times 10}{1000}$$

3-5 الاختبارات الفيزيائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا

تم تقدير نسبة الكلوتين الرطب والجاف باستعمال طريقة AACC (2000) والمرقمة (38−12A).

1.5.3 تقدير الكلوتين الرطب Determination of wet gluten

1- تم وضع بعض قطرات من الماء المقطر فوق المنخل البولستر88 ميكرون الخاص بكأس الجهاز لترطيبه.

2- وُزنت عينة 10غم من الطحين ووضعت في الكاس الخاص بالجهاز.

3- تمت اضافة 4.8 مل من محلول ملح الطعام 2% إلى العينة مع مراعاة عدم إضافتها مباشرة فوق العينة لمنع تطايرها بل أُضيفت على جدران كأس الجهاز الحاوي على العينة.

4- وضع الكأس في مكانه الخاص في الجهاز وتم مزج العينة بالماء من خلال خطاف الجهاز مدة 20 ثانية وبدأ غسل العينة بالماء المقطر الحاوي على 2% ملح الطعام وبدرجة حرارة 25 مْ لمدة 5 دقائق .

5- قلبت العينة كمياً إلى كاس آخر للجهاز يحتوي على منخل Polyamide قطر فتحاته 840 ميكرون للتخلص من بقايا النخالة في العينة بعد الغسل مدة 3 دقائق أخرى لتصبح كمية ماء الغسل 265 مل.

6- أُجري الطرد المركزي وبسرعة 6000 دورة / دقيقة للتخلص من الماء العالق بالعينة مدة 4 دقائق

7- قدرت كمية الكلوتين الرطب من خلال المعادلة الآتية :

% الكلوتين الرطب = وزن الكلوتين الرطب × وزن العينة (10غم)

2.5.3 تقدير الكلوتين الجاف Determination of Dry gluten

تم تجفيف الكلوتين الرطب الكلي بوساطة المجفف الخاص بجهاز Glutork على 150 مْ مدة 4 دقائق، وتم حساب الكلوتين الجاف من خلال المعادلة الاتية :

% الكلوتين الجاف = وزن الكلوتين الجاف × وزن العينة (10غم)

3.5.3 تقدير اللون Color appreciation

قدر لون الطحين استناداً إلى الطريقة المذكورة في الدليل المرفق بجهاز (Stake Color) وبتسلسل IV، إذ حضر معلق من 30 غم من طحين و50 مل ماء مقطر، وتم مزج المعلق مدة 45 ثانية وتم قياس اللون من خلال مدة لا تتجاوز93 ثانية .

4.5.3 اختبار الترسيب Sedimentation test

أُستعملت الطريقة التي ذكرها Guttieri وآخرون (2004) اذ تم أخذ 1غم من الطحين المار عبر المنخل لا يزيد قطر فتحاته على 600 ميكرون ووضع في أنبوب اختبار مدرجة حجمها 25 مل وأضيف إليه 10 مل ماء مقطر ثم رج لمدة 15 ثانية وترك مدة دقيقتين بعدها رج افقياً أربع مرات وتكررت هذه الخطوة (رج واستراحة) أربع مرات، بعد ذلك أضيف 10مل من محلول (SDS) Sodium Dodecy Sulfate 2.5% إلى مزيج الطحين والماء رجت الأسطوانة أربع مرات وتركت مدة دقيقتين كّرَرت هذه العملية ثلاث مرات ثم أضيف 5 مل حامض اللاكتيك 1.1% رج المزيج أربع مرات وكررت الخطوة بعد 2، 4 ، 6 دقائق، ثم تركت الأسطوانة مدة 20 دقيقة وأخذت قراءة حجم الراسب .

5.5.3 اختبار بلشنكي Pelshenke test

استعمل هذا الاختبار لتقدير مدة التخمر لطحين الحنطة على وفق الخطوات المذكورة في AACC (2000) المرقمة (51-52) ، وأساس هذا الاختبار هو حساب الوقت الذي تستطيع فيه كرة العجين تحمل ضغط غاز التخمر أي قوة العجينة، اذ حضر معلق خميرة الخبز Saccharomyces cerevisiae الذي احتوى كل6 مل ماء منه على0.2 غم خميرة جافة، ثم وزن 10غم طحين وأضيف إليه محلول الخميرة وتم عجنه بصورة جيدة ثم شكل بشكل كرة وضعت الكرة في حمام مائي بدرجة حرارة 30 مْ ثم وضعت في الحاضنة في درجة الحرارة نفسها، وسجل الوقت (دقيقة) من بدء صعود كرة العجين على السطح إلى أن تفتت كرة العجينة وغطس ثلثاها الى قعر الإناء .

6-3 الاختبارات الكيميائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا

1.6.3 تقدير نسبة الرطوبة Moisture determination

تم تقدير الرطوبة كما جاء في AACC (2000) والمرقمة 15-44 A باستعمال الفرن على درجة حرارة 135 م° مدة ساعة وتم احتسابها على وفق المعادلة الآتية :

$$\text{رطوبة \%} = \frac{\text{(وزن العينة قبل التجفيف – وزن العينة بعد التجفيف)}}{\text{وزن العينة قبل التجفيف}} \times 100$$

2.6.3 تقدير نسبة البروتين Protein determination

تم تقدير كما جاء في AACC(2010) والمرقمة (30-40). بهضم العينة بحامض الكبريتيك المركز وتقدير نسبة البروتين بالاعتماد على نسبة النتروجين والمضروب يعامل التحويل

بروتين% = النتروجين %× عامل التحويل

علماً ان عامل التحويل لحنطة 5.7 وفول الصويا 6.5

3.6.3 تقدير نسبة الرماد Ash Determination

نسبة الرماد قديرة باستعمال طريقة (Basic Method for Ash) كما جاء في AACC (2010) المرقمة 1−8 ،اذ تم وزن 10غم من العينة ووضعها في فرن الترميد نوع Precia الفرنسي بدرجة حرارة 550°م لمدة 24 ساعة .

الرماد % = وزن الجفنة مع العينة بعد الحرق – وزن الجفنة فارغة ×100

وزن العينة

4.6.3 تقدير نسبة الدهن Fat determination

تم تقدير كما جاء فيAA CC (2000) باستعمال الطريقة المتقطعة (سوكسليت) واستعمال الهكسان كمذيب. بدرجة غليان 40-60 مْ وتم احتسابه على وفق المعادلة الآتية :

الدهن % = وزن الدورق مع الدهن بعد الاستخلاص – وزن الدورق فارغ قبل الاستخلاص × 100

وزن العينة

5.6.3 تقدير نسبة الكاربوهيدرات Carbohydrates determination

تم تقدير نسبة الكاربوهيدرات على وفق ما ذكره Nwosu واخرون (2014) وعلى وفق المعادلة الاتية :

الكاربوهيدرات % = 100 − (الرطوبة %+ بروتين % + رماد %+ دهن %)

7-3 تقدير حامض الفايتك Determination of Phytic acid

قدر حامض الفايتيك لعينات طحين الحنطة وطحين فول الصويا بجهازHPLC تبعاً للطريقة التي ذكرها Lehrfeld (1989) اذ أستخدم في الطور المتحرك المثيانول وحامض الفورميك 5% بنسبة 77:23على التوالي ومعدل الجريان 1.2مل/ دقيقة وابعاد العمود C18 - OSD ،4.5 ملم × 25 سم واستعمال كاشف UV-210nm.

1.7.3 طريقة استخلاص حامض الفايتك

تم وزن 0.5 غم من الطحين مع 10مل من 0.5 عياري من حامض الهيدروكلوريك ومزجهما لمدة (1-3) دقيقة، بعد ذلك أجري الطرد المركزي إذ استخدمت سرعة 15000 دورة / دقيقة لمدة 15دقيقة، فصل من الراشح (1-5) مل باستعمال 20 مل من الماء وصب في العمود، بعدها غسل بـ10 مل من 0.05 عياري من حامض الهيدروكلوريك وحقن في جهاز HPLC، اذ كان العمود محتوي على محلول الاينوسيتول، أزيل بعدها بـ2 مل من 2 عياري حامض الهيدروكلوريك، وأزيل جزء من الاينوسيتول عن طريق تجفيفه بجهاز المبخر الدوار تحت درجة حرارة 40 مْ، بعدها ازيل الجزء المتبقي منها عن طريق أخذ 1مل منها وأجري لها الطرد المركزي على سرعة 14000 دورة / دقيقة لمدة 3 دقيقة، فصل الراشح للأنموذج وحقن في جهاز HPLC، وتمت عملية التشخيص لتركيز حامض الفايتيك في طحين الحنطة وطحين بذور فول الصويا في حالات النقع والانبات والتخمير عن طريق مقارنة زمن احتجاز المادة القياسية (فايتات الصوديوم) مع أقرب زمن مطابق لها في الأنموذج. وتم حساب تركيز حامض الفايتيك بوحدات ppm للعينات بالمعادلة الآتية:

$$\text{تركيز النموذج} = \frac{\text{تركيز المادة القياسية} \times \text{مساحة النموذج}}{\text{مساحة المادة القياسية}} \times \frac{\text{التخفيف}}{\text{وزن النموذج}}$$

2.7.3 طريقة النقع

تم اعتماد طريقة Azeke واخرون(2011) إذ تم أخذ500غم من بذور فول الصويا ونظفت بعناية وفرزت لإزالة الشوائب منها للحصول على بذور نظيفة ثم نقعت في الماء حتى تشبعت البذور بالماء خلال مدة 48 ساعة عند درجة حرارة 25 مْ بمعدل (w\v) (ماء 1:5 بذور) وتم تجفيفها في فرن كهربائي ذي تيار هوائي مدور في درجة حرارة 60 مْ إلى أن جفت البذور التي تم طحنها وحفظها في أكياس بولي أثيلين محكمة الغلق وعلى درجة 4 مْ .

3.7.3 طريقة الانبات

تم اعتماد طريقة AACC (2000)، اذ بعد عملية نقع بذور فول الصويا، أجريت عليها عملية الإنبات، بفرش البذور في صواني بلاستك على شكل طبقة واحدة بعد فرش تلك الصواني بقطعة قماش من الستيريش او الأكريلك وضعت الصواني في الحاضنة على درجة حرارة 25 مْ تحت الظلام لمدة 3 أيام تم رش الحبوب بالماء المقطر كل24 ساعة، وتم تقليب الحبوب ثلاث مرات في

اليوم منعاً لنمو الاعفان وبعد انتهاء مدة الإنبات جففت البذور في فرن كهربائي على درجة حرارة 60 مْ من ثم أجريت عملية ازالة الجذور المنبتة وطحنها بالطاحونة الكهربائية وحفظت العينات في الثلاجة لحين الاستعمال .

4.7.3 طريقة تخمير العجينة

تم اعتماد طريقة ساهي وآخرون(2014) باستعمال طريقة تخمير العجين والتي تمت بإضافة نسبب الاستبدال10 و20%من طحين فول الصويا مع نسبة الاستخلاص الطحين 80% وتمت العملية بخلط مكونات العجينة التي هي طحين و ملح و سكر و خميرة الخبز وتمت إضافة الماء حسب قراءة الفارينوكراف لِإمتصاصية الطحين للماء وترك العجين المتكون ليتخمر ذاتياً تحت ظروف تخميريه (درجة حرارة 30 مْ، ورطوبة 75%) لمدة 4 ساعات.

8-3 تقدير الصفات الريولوجية Rheological properties determination

1.8.3 اختبار الاميلوكراف Amylograph

أُجري اختبار الاميلوكراف على وفق الطرقة المذكورة في AACC(2000). والمرقمة 12- 22 باستعمال جهاز Amylograph-E ألماني المنشأ والمزود من شركة Brabender فقد تم مزج 80غم من الطحين مع 450 مل ماء مقطر على أساس رطوبة 14% مع التحريك مدة نصف دقيقة ثم سكب المعلق في وعاء جهاز الاميلوكراف وقيست درجة حرارة التهلم عند بداية الزيادة الحادة في اللزوجة عن الخط القاعدي في أثناء رفع درجة حرارة المعلق من 30−95 م° مع زيادة 1.5 مْ/ دقيقة وتمت قراءة اللزوجة القصوى بوحدة قياس برابندر Brabender unit في منتصف قمة المنحني .

2.8. 3 اختبار الفارينوكراف: Farinograph test

أُجري اختبار الفارينوكراف على وفق ما ذكر في AACC (2000) والمرقمة 21-54 باستعمال جهاز Farinograph_E وبحوض يتسع 300 غم، عدلت درجة الحرارة إلى 30 مْ ووضع 300غم من الطحين بمحتوى رطوبي 14% في حوض العجن، ملئت السحاحة الخاصة بالجهاز بالماء المقطر وبدرجة حرارة 30 مْ، وخلط الطحين على سرعة 63 دورة/ دقيقة مدة دقيقة واحدة ، بعدها أضيفت كمية من الماء من السحاحة الخاصة بالجهاز بحيث تساوي50% من وزن طحين واستمرت عملية الخلط والعجن حتى تمام تسجيل القراءة المبدئية للفارينوكراف، وأعيدت التجربة مرة أخرى لمعرفة القراءة

صحيحة له وحساب كمية الماء اللازمة لذلك من خلال القراءة التصحيحية التي تم الحصول عليها من الجهاز، مع معرفة المعايير الآتية من منحنى الفارينوكراف

1.2.8.4 امتصاص الطحين للماء: Water absorption هي كمية الماء مل بدرجة حرارة 30 مْ التي يحتاجها الطحين لكي يصل إلى قوام العجين الناضج B.U 500.

2.2.8.3 وقت الوصول للقوام: Arrival time هو الزمن بالدقائق من إضافة الماء إلى الطحين لحين وصول العجينة لخط B.U500.

3.2.8.3 وقت نضج العجينة: Development time هو الزمن بالدقائق من إضافة الماء حتى أعلى قمة على المنحنى البياني.

4.2.8.3 درجة ثبات العجين: Donhg stability مقاومة العجين لعملية العجن وهو الزمن بالدقائق ابتداءً من وصول المنحنى إلى خط المقاومة B.U 500 حتى نزوله من هذا الخط.

5.2.8.3 معامل العجن الحرج: Mixing Tolerance Index هو الفرق في وحدة البرابندر من اعلى نقطة في المنحنى إلى بعد 10–20 دقيقة من منطقة النضج.

6.2.8.3 زمن التدهور: Decline Time هو الزمن بالدقائق من اضافة الماء إلى حين خروج المنحنى عن خط B.U.500 ويساوي زمن الوصول + زمن الثباتية.

3.8.3 اختبار الاكستينسوكراف: Extensograph test

أُجري الاختبار على وفق الطريقة المذكورة في AACC (2000) والمرقمة 54-10 باستعمال جهاز Extensograpg-E الماني المنشأ المجهز من شركة Brabender إذ تم استعمال جهاز الاكستنيسوكراف ثلاث مدد تحضين45 و90 و135 دقيقة واستعمل جهاز الفارينوكراف المذكور سابقاً في فقرة اختبار الفارينوكراف لتحضير عينة الاكستينسوكراف، وضعت 300غم من عينة الطحين رطوبة 14% في حوض عجانة الفارينوكراف وأضيفت كمية الماء نفسها اللازمة للامتصاص لكل عينة مطروحا منها 2%ومذابا فيها 2% ملح طعام نقي على حساب وزن الطحين. عجنت المكونات مدة دقيقة واحدة بعدها أعطيت فترة راحة للعجينة في حوض العجان مدة 5 دقائق ثم استمر العجن مدة دقيقتين باستعمال سرعة63 دورة/ دقيقة أخذت العجينة من حوض العجان، ثم قسمت الى قطعتين وكان وزن كل واحد منهما 150غم وضعت كل قطعة في وحدة التكوير Rounder الملحقة بجهاز الاكستنسوكراف والتي تدور فيها العجينة 20 دورة وتقف ذاتياً، بعدها وضعت العجينة المكورة في وحدة التشكيل الأسطواني وتم نقلها إلى الحامل الخاص بها والذي سبق دهنه قليلاً بزيت الطعام، لمنع

التصاق العجينة وضع الحامل الخاص للعجينة في حجرة الراحة (التحضين) الخاصة بالجهاز ذات الرطوبة النسبية 70–80% والمعدلة درجة حرارتها الى30 مْ بوجود أُخدود يحتوي على كمية من الماء المقطر بداخله وبدرجة الحرارة نفسها.

أجريت أول عملية شد للعجينة في الجهاز بعد45 دقيقة من الحضن وسجل الاكستنسوكراف الخاص بها بعد ذلك اخذت العجينة من الجهاز وشكلت مرة ثانية ووضعت في حجرة التحضين مدة 45 دقيقة أخرى بالظروف البيئية نفسها والتي سبق ذكرها وهكذا أجريت عملية الشد مرة ثانية وثالثة إذ سُجّلت الاكستينسوكرافات على مدد 45 و90 و135 دقيقة بعد عملية العجن وذلك بغرض معرفة التغيرات التي تطرأ على صفات العجين بعد مدد التحضين الثلاثة. وتم الحصول على المعايير الآتية من المنحني :

1.3.8.3 مطاطية العجين Dough Extensibility : ويمثلها طول Length المخطط (ملم).

2.3.8.3 مقاومة المطاطية Resistance to Extensibility: ويمثلها الارتفاع Height وتقاس .B.U على بعد 5 سم من نقطة بداية المنحني .

3.3.8.3 المقاومة/ المطاطية : وهو حاصل قسمة مقاومة اللدانة للعجينة على لدانة العجينة .

4.3.8.3 المساحة أو الطاقة Energy or area : تمثلها المساحة للمخطط وتقاس بوحدة سم^2.

9-3 اختبارات الخبيز Baking Tests

1.9.3 اعداد الخبز المختبري (اللوف) Loaf

أُستعملت طريقة المرحلة الواحدة (Straight dough method) على وفق الطريقة المذكورة في AACC(2000) والمرقمة (10-10) لتحضير الخبز المختبري Loaf مع إجراء تعديل لنسب عدد من مكونات الخلط وعلى النحو الآتي :

الجدول (3-3) مكونات خبز اللوف المختبري Loaf

المكونات	الكمية (غم)
الطحين	100
الخميرة	2
السكر	5
الملح	2
الماء	وأضيفت كمية الماء إلى كل معاملة على وفق الامتصاصية المسجلة في جهاز الفارينوكراف بنسبة (61-64)% وبدرجة حرارة 30 مْ.

مُزجَت المكونات لتحضير خلطات الطحين المدعم بطحين فول الصويا بنسب (10 و20 %) وأضيفت إلى حوض العجانة ، مزجت جيداً لتكوين العجينة. واضيفت كمية الماء (مل) لكل معاملة على وفق الامتصاصية المقدرة بجهاز الفارينوكراف بدرجة حرارة 30 مْ وتم خلطها لمدة ثلاث دقائق للحصول على عجينة متماسكة وبعد ظهور علامات انتهاء مرحلة العجن والمتمثلة بنظافة جدران حوض العجن وعدم وجود تكتلات وامكانية تشكيل العجين ثم تكوير العجينة ووضعت في أوعية وتركت لتخمر على درجة حرارة30 مْ ورطوبة نسبية80 –85%. وكانت مدة التخمير الأولي45 دقيقة ثم جرت عملية طرد الغازات بعملية عجن سريعة 7- 10 ثانية، بعدها أعيدت العجينة إلى التخمير النهائي بالظروف نفسها المستعملة ولمدة 15 دقيقة، ثم شكلت العجينة ووضعت في قوالب قياسية تم طلاؤها بطبقة خفيفة من الزيت وأعيدت للتخمير النهائي ثم تم شواء النماذج بفرن كهربائي بدرجة حرارة 210 مْ ولمدة 20-22 دقيقة ثم اخرجت القوالب وترك خبز اللوف ليبرد.

2.9.3 حساب الحجم النوعي للخبز المختبري.

تم وزن الخبز المختبري وقيس الحجم بطريقة إزاحة بذور السلجم (Seed displacement) وحسب الحجم النوعي (الحجم/الوزن)، وتم ملء أسطوانة سعة 1000 مل من البذور ثم فُرِّغت ووضعت عينة اللوف في البيكر، ثم تم وضع البذور إلى إن امتلأت بعدها تم التخلص من البذور الزائدة وجُمعت وُوضِعَت في أسطوانة مدرجة سعة 1000 مل وقيس الحجم سم^3 .

3.9.3 التقييم الحسي للخبز المختبري Loaf

تم معرفته الصفات الخارجية والداخلية للخبز المختبري من خلال التقييم الحسي لخبز اللوف المصنع طبقاً للطريقة الموضحة AACC (2000) على وفق الدرجات المحددة في استمارة التقييم التي مجموعها 100 درجة .

10-3 الفحوصات المستعملة في متابعة تجلد الخبز:

1.10.3 تقدير قوة التشرب في اللب :

قدرت قوة التشرب في اللب حسب الطريقة المتبعة Schoch and Prench (1947) والمذكورة من الجيلاوي(2017) مع إجراء بعض التحوير، وذلك بوزن 2غم لب ووضعه في انبوبة طرد مركزي وأضيف إليها 10مل ماء مقطر ومزجت المحتويات جيداً لمدة 30 دقيقة ،ثم وضعت الانبوبة في جهاز الطرد المركزي على سرعة 3000× g (التعجيل) لمدة 5 دقائق وبعد انتهاء الوقت تم التخلص من الراشح ثم تم وزن الانبوبة المعلومة الوزن مسبقاً مع الراسب وتم حساب قوة التشرب على النحو الآتي:

قوة التشرب = $B/ D - (A+ B)$

إذ أن :

A = وزن انبوبة الطرد المركزي و B= وزن العينة و D = وزن الراسب مع الانبوبة

2.10.3 تقدير حجم الراسب في عالق اللب المائي:

قدر حجم الراسب في عالق اللب المائي على وفق الطريقة المتبعة Schoch and Prench (1947) والمذكورة من الجيلاوي (2017) مع إجراء بعض التحوير، وذلك بوزن 5غم لب ووضعه في اسطوانة مدرجة وأضيف إليها 50مل ماء مقطر ومُزجت المحتويات لمدة 15 دقيقة ثم تُركت لمدة ساعتين ونصف لحين ترسيب محتويات اللب جميعها وصفاء لون الراشح، بعد ذلك سجل حجم الراسب بالسنتمتر المكعب .

11-3 التحليل الاحصائي Statistical Analyses:

تم تحليل البيانات احصائيا على وفق نظام التصميم العشوائي الكامل (CRD) Complete Randomized Design باستعمال Statistical Analysis System للتحليل الاحصائي (SAS، 2010) واختبرت المعاملات المتعدد المدى باختبار دنكن وعند مستوى احتمال ($P\leq0.05$) إذ تم تمييز هذه المعاملات المختلفة معنوياً بأحرف هجائية مختلفة (عنتر،2010) .

النتائج والمناقشة Results and Discussion

4 -1: الخواص الفيزيائية للحنطة وبذور فول الصويا

1.1.4وزن ألف حبة Thousand kernel weight

يُبين الجدول(4-1) أن وزن الألف حبة لحنطة إباء بلغت 36.15 غم ، في حين بلغت وزن الألف حبة لفول الصويا كانت 12.62 غم ويختلف وزن الألف حبة تبعاً لاختلاف حجم الحبوب وكثافة المادة النشوية في الأندوسبيرم للأصناف المختلفة في الحبوب. اتفقت هذه النتائج مع ما وجده Dekić وآخرون (2017)، وأشار عبد المولى (2013) إلى أن وزن الألف حبة للحبوب يجب أن يكون أعلى من 30غم لكي يكون مناسباً اقتصادياً لإنتاج الطحين على وفق المواصفات المرغوبة.

الجدول(4-1): الخواص الفيزيائية للحنطة وبذور فول الصويا

الخواص الفيزيائية / المحصول	وزن ألف حبة (غم)	الوزن النوعي (كغم / هيكتولتر)
الحنطة	36.15 أ	78.40 أ
فول الصويا	12.62 ب	76.60 ب

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال (0.05)

2.1.4 الوزن النوعي (الهيكتولتر) : Specific Weight Hectoliters

عادة ما يرتبط الوزن النوعي مع حاصل الطحين ومدى امتلاء الحبوب إذ يعد الوزن النوعي مقياس للكثافة الظاهرية ومؤشراً على جودة الحبوب وهو من الفحوصات المهمة في تدريج وتصنيع الحبوب ويعبر الوزن النوعي كغم / هيكتولتر (Mullan و Cato، 2020). تبين نتائج الجدول (4-1) أن الوزن النوعي للحنطة قيد الدراسة بلغ 78.40 كغم/هيكتولتر، أما الوزن النوعي لفول الصويا، فقد بلغ 76.60 كغم/ هيكتولتر، وقد يعزى انخفاض الوزن النوعي للأصناف المختلفة للحبوب لاختلاف حجم الحبوب الصفات الوراثية (الفكيكي، 2012).

2-4 : الخواص الفيزيائية للحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع

1.2.4 درجة اللون لطحين الحنطة وبذور فول الصويا المنبت والمنقوع

تبين نتائج في جدول (4-2) أن درجة اللون لطحين الحنطة 6.88 وارتفعت الدرجة ذاتها عند إضافة فول الصويا المنقوع بنسبة استبدال 20% وبلغت9.05، في حين انخفضت عنها درجة اللون عند إضافة طحين فول صويا عند نسبة الاستبدال نفسها وبلغت 8.75 وقد انخفضت الدرجة عند نسبة الاستبدال 10 % سواء عند اضافة طحين فول الصويا المنقوع او المنبت بلغت 7.73 لكليهما. يستنتج من ذلك ان درجة اللون ازدادت عند اضافة طحين فول الصويا المنقوع والمنبت مقارنة بطحين الحنطة، ربما يعود السبب الى اختلاف لون البذور وزيادة نسبة الرماد والالياف فيها. اتفقت النتائج مع ما توصل اليه Zapotoczny وآخرون (2016) .

2.2.4 الكلوتين الرطب Wet Gluten

أظهرت النتائج في الجدول (4-2) الى ارتفاع نسبة الكلوتين الرطب معنوياً في طحين الحنطة بلغت 21.66 % مقارنة بطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع كما يلاحظ انخفاض معنوي عند مستوى احتمال ($P\leq 0.05$) في نسية الكلوتين الرطب لطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت وبنسب الاستبدال 10 و20% إذ بلغت 20.76 و20.55 % على التوالي، في حين انخفضت النسبة ذاتها في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسب الاستبدال 10 و20% التي بلغت20.64 و19.80% على التوالي. ان طريقة تقدير الكلوتين الرطب في طحين الحنطة والطحين المستبدل بطحين فول الصويا تعطي مؤشراً لنوعية الطحين وجودته، أوضحت النتائج أن أعلى نسبة للكلوتين الرطب كانت في طحين الحنطة وقلت هذه النسبة عند استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع ، وأن سبب الزيادة القليلة في محتوى الكلوتين لطحين الحنطة قد تعود إلى تغيرات بسبب تحلل البروتينات بفعل الأنزيمات التي ادت الى تكوين مجاميع محبة للماء زادت من قابليته على الامتصاص، اتفقت هذه النتائج مع ما توصله اليه (Ma وآخرون، 2015) .

3.2.4 الكلوتين الجاف Dry Gluten

أوضحت النتائج في الجدول (4-2) أن أعلى نسبة للكلوتين الجاف كانت في طحين الحنطة إذ بلغت 7.42%، كما يلاحظ من الجدول نفسة وجود فرق معنوي عند مستوى احتمال ($P\leq 0.05$) في نسبة الكلوتين الجاف وبين الجدول نفسه أن نسبة الكلوتين الجاف لطحين الحنطة كان مرتفعاً معنوياً عن باقي العينات المستبدل فيها طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع اذ بلغ 7.42% وانخفضت نسبة الكلوتين عنها معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت وبنسبة استبدال 10% وبلغت 6.89%، كما انخفضت تدريجياً النسبة ذاتها في طحين الحنطة المستبدل في طحين فول الصويا المنبت عند نسبة استبدال 20% والمنقوع عند نسبة استبدال 10و20% و بلغت 6.80 و6.72 و6.60 %على التوالي. وقد يعود السبب الى الانخفاض في الكلوتين الذى ادى إلى التحلل المائي للروابط أو ضمن السلاسل لبروتينات الكلوتين (الكليادين والكلوتينين) أوعن طريق كسر الأواصر ثنائية الكبريتيد S-S للحوامض الأمينية السيستين والسيستئين، وبذلك يسهم في انخفاض مدة استقرار العجين، لذا فإن الإنبات يسبب التحلل المائي لشبكة الكلوتين ويضعف من قوة الكلوتينين والكليادين وتنخفض ثباتيتهما خلال عملية الخلط لمدة طويلة اتفقت النتائج مع ما توصله اليه Baranzelli وآخرين (2018) .

الجدول (4-2): الخواص الفيزيائية لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع

الخواص الفيزيائية / العينات	درجة اللون	الكلوتين الرطب %	الكلوتين الجاف %	رقم الترسيب (ml)	بلشنكي (دقيقة)
طحين الحنطة	6.88 د	21.66 أ	7.42 أ	17.33 أ	86.30 أ
فول الصويا المنبت 10%	7.73 ج	20.76 ب	6.89 ب	13. 45 ج	46.50 د
فول الصويا المنبت 20%	8.75 ب	20. 55 د	6.80 ج	13. 67 ب	57.70 ب
فول الصويا المنقوع 10%	7.73 ج	20.64 ج	6.72 د	13.11 د	42.30 هـ
فول الصويا المنقوع 20%	9.05 أ	19.80 هـ	6.60 هـ	13.00 هـ	54.30 ج

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال (0.05)

4.2.4 رقم الترسيب Sedimentation Number

بينت النتائج في الجدول (4-2) وجود فروق معنوية في رقم الترسيب عند مستوي ($P\leq 0.05$) بين طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا بنسب الاستبدال10 و20% المنبت والمنقوع وطحين الحنطة، إذ لوحظ ان رقم الترسيب كان مرتفعاً معنوياً في طحين الحنطة وبلغ 17.33 مل وانخفض عنه في المعنوية في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال 20% اذ بلغ 13.67 مل، في حين انخفض رقم ذاته معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال 10% وبلغ 13.45مل، وان اقل رقم ترسيب كان في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسب الاستبدال10 و 20% إذ بلغ 13.11 و13.00 مل على التوالي، قد يعزى سبب ارتفاع رقم الترسيب لطحين الحنطة وانخفاضه مع زيادة نسبة الإضافة بطحين فول الصويا المنقوع مقارنة بالمنبت الى تخفيف كمية الكلوتين. تطابقت هذه النتائج مع عبد الوهاب (2021).

5.2.4 اختبار بلشنكي Pelshenke Test

أشارت نتائج الجدول (4-2) إلى وجود فروق معنوية عند مستوى احتمال($P\leq 0.05$) لقيمة اختبار بلشنكي إذ يتضح ان قيمة بلشنكي لطحين الحنطة 86.30 دقيقة كما يلاحظ ارتفاع معنوي في قيمة بلشنكي لطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت وبنسب الاستبدال 20% اذ بلغت 57.70 دقيقة وانخفض عنه معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع وبنسبة استبدال 20% اذ بلغ 54.30 دقيقة، في حين انخفضت قيمة بلشنكي معنوياً في طحين فول الصويا المنبت والمنقوع وعند نسبة الاستبدال 10% اذ بلغت46.50 و42.30 دقيقة على التوالي، ان انخفاض وقت كره العجين عند استبدال طحين الحنطة بنسبة 10 و20 % بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع يعود الى انخفاض محتوى الكلوتين الذى يزداد مع زيادة نسبة الإضافة، إذ يعطي هذا الاختبار تقديراً لقوة الخبز وارتباط بكمية الكلوتين اتفقت النتائج مع عبد الوهاب (2021).

3.4 التركيب الكيميائي لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع

1.3.4 الرطوبة Moisture

تعد نسبة الرطوبة عاملاً محدداً لنوعية الطحين إذ يعد المحتوي الرطوبي العامل المؤثر والمحدد لمدة الخزن وتأثيره في نمو الكائنات المجهرية والتفاعلات غير المرغوبة والحيوية (Deman وآخرون،1999) . تبين النتائج في الجدول (4-3) أن نسبة الرطوبة لطحين الحنطة المستعملة كانت 7.83% أما نسبة الرطوبة في طحين فول الصويا المنقوع بنسب الاستبدال 10 و20% فقد كانت 3.22 و4.17%على التوالي وقد زادت هذه النسبة في طحين فول الصويا المنبت بنسب الاستبدال 10و20% إلى 3.55 و5.26%على التوالي، إذ إن النتائج اتفقت Ayo واخرون (2014). أوضح التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند ($P\leq 0.05$) في محتوى الرطوبة كل من طحين الحنطة وطحين فول صويا المنبت والمنقوع، إذ يعزى اختلاف الرطوبة إلى الظروف البيئية المحيطة فضلاً عن الطرائق التحليلية المستعملة.

الجدول (4-3) :التركيب الكيميائي لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع

التركيب الكيميائي / العينات	الرطوبة %	البروتين %	الدهن %	الرماد %	الكاربوهيدرات
طحين الحنطة	7.83 أ	11.96 ج	2.33 هـ	1.2 هـ	76.68 أ
فول الصويا المنبت 10%	3.55 د	11.86 د	14.21 ج	6.37 ب	64.01 د
فول الصويا المنبت 20 %	5.26 ب	13.81 أ	16.33 أ	7.02 أ	57.58 هـ
فول الصويا المنقوع 10%	3.22 هـ	11.73 هـ	13.11 د	3.38ج	68.56 ب
فول الصويا المنقوع 20 %	4.17 ج	13.55 ب	14.23 ب	3.55 د	64.5 ج

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال (0.05)

2.3.4 البروتين Protein

تعد نسبة البروتين ذات اهمية كبيرة لارتباطها بالصفات الريولوجية والتصنيعية وكمعيار لنوعية الطحين، فضلاً عن كونه أحد المقاييس الأساسية في جودة الحنطة المعتمدة بشكل أساسي على العوامل الوراثية. اذ التحليل الاحصائي المشار اليها في الجدول(4-3) أن نسبة البروتين في طحين الحنطة المستبدل فيه طحين فول الصويا المنبت و المنقوع كانت مرتفعة معنوياً عند نسبة استبدال20% لكليهما وبلغتا13.81 و13.55% على التوالي عن طحين الحنطة بمفرده الذى بلغ 11.96 %، في حين انخفضت نسبة البروتين معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع في نسبة استبدال10% وبلغت 11.86 و11.73% على التوالي. وهذا يعني ان نسبة البروتين زادت اثناء عملية الإنبات والنقع عند نسبة استبدال الاعلى مقارنة بنسبة الاستبدال الاقل، بسبب اختلاف نسب الكميات المضافة حسب خطة الدراسة وزيادة تكوين بعض الأحماض الأمينية والببتيدات، اتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليهPawar وآخرون (2016) وAtlaw وآخرون (2018) .

3.3.4 الدهن Fats

يوضح الجدول (4-3) أن نسبة الدهون الكلية لطحين الحنطة المدروسة كانت 2.33% هذه النتائج متوافقة مع ما ذكره Narducci وآخرون(2019). أوضحت نتائج التحليل الاحصائي الموضحة في الجدول ذاته أن نسبة الدهن في طحين فول الصويا المنبت والمنقوع كانت مرتفعة معنوياً عند نسبة استبدال 20% إذ بلغت16.33 و14.23%على التوالي، في حين انخفضت في كلا العينتين عند نسبة استبدال الاقل 10% وبلغت14.21 و13.11 %على التوالي. وقد يعود ارتفاع نسبة الدهون عند الاستبدال الاعلى 20 %عن10% الى الاختلاف النسب المستبدلة حسب خطة الدراسة. ويلاحظ من الجدول ذاته ان نسبة الدهن في طحين فول الصويا المنقوع اقل من المنبت وكان هذا واضحاً في نسبة الاستبدال 10%، ربما يعود السبب الى التحلل المائي الانزيمي بفعل الاحياء المجهرية للروابط الببتيدية، اتفقت النتائج مع ما توصل اليه Cáceres واخرون (2017) وFarooqui وآخرون (2019) .

4.3.4 الرماد Ash

تستعمل نسبة الرماد بوصفها دليلاً على كفاءة عملية الطحن التي تتأثر بكثير من العوامل منها ترطيب الحبوب وكفاءة المطحنة ونوعها وأن زيادة كمية النخالة في الطحين تؤدي إلى رفع محتوى الطحين من الرماد (Banu وآخرون،2011). أوضحت النتائج المبينة في الجدول (4-3) الى وجود فروق معنوية عند مستوى ($P\leq 0.05$) في نسبة الرماد الذى ارتفعت نسبته معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بنسبة 20% بطحين فول الصويا المنبت وبلغت 7.02% وانخفضت عنه في الطحين نفسه وعند نسبة استبدال 10%وبلغت6.37%. انخفضت نسبة الرماد معنوياً في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع وبنسب الاستبدال 10و20% اللتان بلغتا 3.38 و3.55 %على التوالي، ربما يعزى السبب الى تأثير عماية النقع على توافر المعادن وهذا يعني ان عملية النقع قللت من كمية المعادن الموجودة في بذور فول الصويا وبالتالي انتاج طحين منخفض في نسبة الرماد (Vellingiri و Hans ،2010) على رغم من ذلك فان نسبة الرماد كانت مرتفعة في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع عن طحين الحنطة لوحده والذى بلغ 1.2%. وهذا يعني ان نسبة الرماد تختلف باختلاف درجة الاستخلاص(Czaja واخرون، 2020) واتفقت هذه النتائج مع ما ذكره Kaushik وآخرون (2010).

5.3.4 الكاربوهيدرات Carbohydrates

يبين الجدول (4-3) أن نسبة الكاربوهيدرات في طحين الحنطة كانت 76.68% إذ تعد الحنطة مصدراً غنياً بالكاربوهيدرات كما كانت النتيجة مقاربة لما توصل إليهKumar وآخرون، (2011)، أما نسبة الكاربوهيدرات في طحين فول الصويا المنقوع بنسب الاستبدال 10 و20 % فقد كانت 68.56 و64.50 %على التوالي وقد انخفضت هذه النسبة في طحين فول الصويا المنبت بنسب الاستبدال10 و 20% إلى 64.01 و 57.58 %على التوالي، وقد يعزى سبب انخفاض الكاربوهيدرات في البذور المنبتة إلى نشاط أنزيم الأميليز الذى يحلل الكاربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة قابلة للامتصاص (Mabrouki وآخرون، 2015). إذ اتفقت النتائج مع Gaglio وآخرون (2020)، لوحظ ارتفاع طحين الحنطة معنوياً عند مستوى ($P\leq 0.05$) في نسبة الكاربوهيدرات على بقية العينات قيد الدراسة إذ كانت أعلى نسبة للكاربوهيدرات في طحين الحنطة .

4.4 تقدير حامض الفايتك Phytic Acid

يوضح الجدول (4-4) قيم حامض الفايتك في طحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع والمتخمر، وأظهرت نتائج التحليل الاحصائي لمحتوى حامض الفايتيك لطحين الحنطة فروقاً معنوية على مستوى احتمالية ($P\leq 0.05$). أوضح الجدول أن طحين الحنطة كانت نسبة حامض الفايتك فيه25.90 ملغم/100غم وهي أعلى من النتائج التي أشار إليها المحياوي (2018) إذ كانت نسبته 12.90 ملغم/100غم، ويعزى هذا الاختلاف إلى الظروف البيئية ونوع التربة واستعمال الأسمدة واختلاف طريقة التقدير (Nadeem وآخرون، 2010)، كما يلاحظ من الجدول نفسه أن نسبة حامض الفايتك قد ازدادت في طحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال10 و20% بلغت 4.67 و9.35 ملغم /100غم على التوالي مقارنة بنسبة حامض الفايتك لطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10 و20%اذ كانت 3.90 و 7.80 ملغم /100غم على التوالي اتفقت هذه النتائج مع Moongngarm وSaetung(2010) وCáceres وآخرون (2017) وBaranzelli وآخرون(2018).

الجدول (4-4) كمية حامض الفايتك لطحين الحنطة وطحين فول الصويا المنبت والمنقوع والمتخمر

نوع الطحين	تركيز حامض الفايتك ملغم/100غم
طحين الحنطة	25.9 أ
طحين فول الصويا المنقوع 10%	4.67 د
طحين فول الصويا المنقوع 20%	9.35 ب
طحين فول الصويا المنبت 10%	3.90 هـ
طحين فول الصويا المنبت 20%	7.80 ج
طحين فول الصويا المتخمر 10%	0.005 و
طحين فول الصويا المتخمر 20%	0.001 ز

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05)

وقد يعزى انخفاض حامض الفايتك في طحين فول الصويا المنبت الى تحلله ذاتيا بالإنبات عن طريق استهلاك الجنين للفوسفات الموجودة في الحامض والتي تعد مصدراً غذائياً في عملية الانبات (Nkhata وآخرون،2018) ، أما نسبة حامض الفايتك في طحين فول الصويا المتخمر فقد انخفضت معنوياً مع نسب استبدال 10 و20 % والتي بلغت 0.005 و0.001 ملغم/ 100غم على التوالي، وقد يعزى انخفاض طحين فول الصويا المتخمر الى نشاط أنزيم الفايتيز الموجود في البقوليات، كما أن الأنزيمات الموجودة في الخميرة تسهم بالقضاء على معظم حامض الفايتك في أثناء عملية التخمير للخبز (singh واخرون،2010).

5.4 الخواص الريولوجية Rheological Properties

1.5.4 الفارينوكراف Farinograph

تمت دراسة الخواص الريولوجية لعجائن طحين الحنطة المستبدل بنسب استبدال 10 و20% من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع وتأثيرها في معظم قياسات اختبار الفارينوكراف إذ تعد الخواص الريولوجية للعجين مهمة ،لأنها توثر في نوعية المنتج النهائي وفي القابلية الميكانيكية للعجين(Mir وآخرون،2014) كما هو ملاحظ في الجدول (4-5).

1.1.5.4 نسبة امتصاص الماء Water Absorption

يعبر عن نسبة امتصاص الماء بكمية الماء اللازم التي يحتاجها مخلوط الطحين لوصول منحني الفارينوكراف لخط 500 BU. يبين الجدول (4-5) جميع نسب الاستبدال لطحين الحنطة إذ كان امتصاص الماء لطحين الحنطة 68.12% لوحظ حدوث ارتفاع معنوي في معدل امتصاص الماء عند إضافة النسب المستبدلة من طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10 و20%، بلغ معدل امتصاص الماء عند إضافة طحين فول الصويا المنبت بنسبة 10% 69.50% وازداد المعدل ذاته عند إضافة 20% من طحين فول الصويا المنبت لطحين الحنطة إذ بلغت 75.10%، يعزى سبب زيادة نسبة امتصاص الماء بزيادة مستويات إضافة فول الصويا المنبت إلى زيادة نسبة البروتين فيها وزيادة التفاعلات بين الجزيئات والتداخل بين الماء والنشا ولوحظ ارتفاع طحين فول الصويا المنبت بنسبة 20% معنوياً على جميع الإضافات إذ بلغت 75.10% وكانت هذه أعلى نسبة امتصاص للماء التي ساهمت في تحسين الطحين، اتفقت النتائج مع Baranzelli وآخرون (2018). في حين بلغ معدل امتصاص الماء عند إضافة طحين الحنطة المستبدل فيه طحين الحنطة

بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10% إذ بلغ 62.10% وانخفض معدل امتصاص الماء عند نسبة الاستبدال20% من طحين فول الصويا المنقوع لطحين الحنطة إذ بلغت67.00 % .

2.1.5.4 وقت الوصول Arrival Time

يطلق على وقت الوصول المدة من وقت إضافة الماء إلى النقطة التي تلامس بها المنحنى خط 500 B.U محسوبة بالدقائق والتي عندها يكتمل تكوين الشبكة الكلوتينية (الهبيل وآخرون، 2020). أوضحت النتائج في الجدول (4-5) الى وجود فروق معنوية في وقت الوصول عند مستوى ($P\leq 0.05$) بيّن عينات طحين الاستبدال كافة وطحين الحنطة، اذ لوحظ ان اطول وقت كان للعينة المستبدل فيها طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال20 % بلغت2.14 دقيقة وهذه المدة كانت مناسبة لتحسين الطحين المستبدل، في حين كان اقل وقت للوصول الى 500 B.U في العينة القياسية المتمثلة بطحين الحنطة التي بلغت 1.50 دقيقة.

الجدول (4-5): الخواص الريولوجية المقاسة بجهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من فول الصويا المنبت والمنقوع

الخواص الريولوجية الفارينوكراف / نوع الطحين	امتصاص الماء %	وقت الوصول (دقيقة)	وقت النضج (دقيقة)	وقت ثبات العجينة (دقيقة)	وقت المغادرة (دقيقة)	درجة التدهور F.U	رقم فارينوكراف
طحين الحنطة	68.12 أ ب	1.5 هـ	7.25 ب	21.10 أ	5.82 أ	108.00 ج	56.00 أ
فول الصويا منبت 10%	69.50 ب	2.00 ب	7.28ب	20.50 ب	5.32 ب	111.00 ب	54.00 ب
فول الصويا منبت 20%	75.10 أ	2.14 أ	7.37 أ	19.50 هـ	5.12 د	116.00 أ	51.00 د
فول الصويا المنقوع 10%	62.10 د	1.70ح	7.15ج	20. 30 ج	5.24ج	103.00 د	53.00 ج
فول الصويا المنقوع 20%	67.00 ج	1.90ج	7.18ج	21.00 د	5.29ج	101.00 هـ	50.00 هـ

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05)

ولوحظ من الجدول ذاته ان وقت الوصول عند استبدال10و20%من طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنقوع والذى بلغ 1.70 و1.90 دقيقة على التوالي اقل من وقت الوصول لطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت وبنسب الاستبدال نفسها. أوضحت النتائج ازداد وقت الوصول للعجين بزيادة نسب الإضافة من فول الصويا المنبت والمنقوع إلى طحين الحنطة، ويعود سبب تأخر وقت الوصول للعجينة من الطحين المستبدل بنسب الإضافة إلى ارتفاع نسبة الألياف التي تحتفظ بالماء وتعيق بروتين الكلوتين للوصول إلى القوام المطلوب، كانت النتائج متوافقة مع Yangوآخرين (2020) .

3.1.5.4 وقت النضج Ripening Time

يعد وقت النضج للعجينة مؤشراً على اكتمال الشبكة الكلوتينية واكتمال تجانس العجينة وهذا يتطلب اعادة تشكيل مجاميع الأواصر ثنائية الكبريت (الجبوري ،2011). أوضحت النتائج كما مبين بالجدول السابق وجود فروق معنوية في وقت النضج عند ($P\leq 0.05$) بين طحين حنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع ونسب الاستبدال10و20% وطحين الحنطة لوحده، اذ كان طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال 20% مرتفع معنوياً في وقت النضج 7.37 دقيقة وهو الوقت المناسب الذى يحسن من الطحين المستبدل وانخفض عنه وقت النضج في الطحين نفسه عند نسبة استبدال 10% اذ بلغ 7.28دقيقة والذى تساوى في المعنوية مع العينة القياسية المتمثلة بطحين الحنطة والتي بلغت7.25 دقيقة، في حين انخفض وقت النضج في طحين الحنطة المستبدل بنسبة 10 و20 % بطحين فول الصويا المنقوع اذ بلغ 7.15 و 7.18 دقيقة على التوالي واللذان كان متساويان في المعنوية مع بعضهما. من هذا يمكن القول ان وقت النضج ازداد بدرجة طفيفة مع زيادة نسبة الاستبدال، وقد يعزى سبب زيادة وقت الى تقليل كمية كلوتين طحين الحنطة وزيادة نسبة الالياف، فضلاً عن مكونات فول الصويا التي لها القدرة على تقليل الماء المطلوب لإكمال الخلط المتجانس، اتفقت النتائج مع ما وجده Yang وآخرون (2020) .

4 .1.5.4 وقت ثبات العجينة Dough stability Time

عبارة عن الوقت بالدقائق من نقطة ملامسة مؤشر المنحني البياني خط 500 B.U وإلى نقطة مغادرته. بينت نتائج الجدول (4-5) ارتفاع طحين الحنطة معنوياً عند ($P\leq 0.05$) في وقت ثبات العجينة اذ بلغ زمن الثبات21.10 دقيقة الذى لم يختلف معنوياً مع طحين الحنطة المستبدل 20% منه بطحين فول الصويا المنقوع بلغ21.00 دقيقة اذ كان الافضل في تحسين الطحين المستبدل، في حين انخفض زمن الثبات معنوياً في طحين الحنطة المستبدل نسبة 10و20%بطحين فول الصويا المنبت وبلغ 20.50 و19.50 دقيقة وكذلك في طحين الحنطة المستبدل نسبة10%من طحين فول الصويا المنقوع وبلغ 20.30 دقيقة. كما يلاحظ من الجدول ذاته ان زمن الثبات انخفض معنوياً في نسبة استبدال 10 و20% مقارنة بالعينة القياسية المتمثلة بطحين الحنطة يستنتج من هذا ان العلاقة كانت عكسية بين زمن الثبات وزيادة نسب الاضافة اذان بزيادة نسب الاضافة من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع انخفضت قيمة زمن الثبات وانخفاضه هذا يرجع إلى انخفاض محتوى الكلوتين، اتفقت النتائج مع Baranzelli وآخرين(2018).

5.1.5.4 وقت المغادرة Leaving Time

يعكس زمن مغادرة العجين لخط 500 B.U. نتائج زمن ثبات العجين إذ أن العينات التي سجلت أقل زمن استقرار سجلت ذاتها اقل زمن مغادرة نوعاً ما، إذ أشار الجدول (4-5) إلى أن وقت المغادرة لطحين الحنطة كان5.82 دقيقة وانخفضت قيمة وقت المغادرة معنوياً بزيادة نسب استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت إذ كانت قيمة وقت المغادرة عند نسبة استبدال 10% هو5.32 دقيقة وكان هو الوقت القياس للمغادرة وانخفضت قيمته معنوياً عند زيادة نسبة الاستبدال لطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20% إذ بلغت قيمته 5.12 دقيقة، أوضحت النتائج انخفاض قيمة وقت المغادرة معنوياً بزيادة نسب استبدال طحين الحنطة مع طحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10 و20 % إذ بلغت 5.24 و5.29 دقيقة على التوالي، ربما يعود السبب الى انخفاض محتوى الكلوتين الذي يؤدي الى انخفاض وقت المغادرة وكانت النتائج متفقة مع Patrascu وآخرون (2016).

6.1.5.4 درجة التدهور Dgree of Softening

توضح النتائج في الجدول (4-5) وجود فروق معنوية عند ($P\leq 0.05$) بين متوسطات قيم درجة تدهور عجينة طحين الحنطة ومعاملات الاستبدال لطحين الحنطة لكل من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع بالنسب المذكورة إذ أوضحت النتائج في الجدول ان درجة تدهور لطحين الحنطة كانت B.U 108 وازدادت قيمة زمن التدهور معنوياً بزيادة نسبة استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت إذ كانت قيمته عند إضافة 10%من فول الصويا المنبتB.U111 وارتفعت هذه القيمة معنوياً عند زيادة نسبة الاستبدال الى20% بطحين فول الصويا المنبت إذ بلغت قيمة زمن التدهور B.U 116 وانخفضت قيمته معنوياً بزيادة نسبة استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنقوع إذ كانت قيمته عند إضافة 10% من فول الصويا المنقوع B.U103، وانخفضت هذه القيمة عند زيادة نسبة الاستبدال 20% بطحين فول الصويا المنقوع إذ بلغت قيمته B.U 101 .

أوضحت النتائج ان درجة التدهور تتناسب طرديا مع زيادة نسب استبدال طحين الحنطة بطحين بذور فول الصويا المنبت في حين كانت العلاقة عكسية عند إضافة فول الصويا المنقوع، ويعزى سبب زيادة زمن التدهور بزيادة نسب الاستبدال لعدم تحمل العجينة لعملية العجن لمدة طويلة بسبب ضعف الكلوتين فيها، اتفقت النتائج مع Cardon وآخرين (2020) .

7.1.5.4 رقم الفارينوكراف Farinograph Number

يمنح رقم الفارينوكراف درجة التقسيم والدلالة على جودة خصائص العجينة وكلما كانت درجة الفارينوكراف عالية دل ذلك على جودة خصائص العجينة وبالعكس كلما انخفضت جودة العجينة أعطت مؤشراً عددياً منخفضاً لرقم الفارينوكراف (Tian وآخرون، 2018). يبين الجدول (4-5) حصول ارتفاع معنوي في طحين الحنطة معنوياً عند المستوى($P\leq 0.05$) على بقية عينات الاستبدال إذ بلغت قيمة رقم الفارينوكراف لطحين الحنطة 56.00، ويلاحظ من الجدول نفسه أن قيم ذاتها انخفضت كلما زادت نسبة استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع إذ إن أقل قيمة لرقم الفارينوكراف كانت عند نسبة استبدال 20%من طحين فول الصويا المنبت بطحين الحنطة اذ بلغت 51.00. أما عند إضافة طحين فول الصويا المنقوع بنفس النسبة بلغت 50.00 إلى طحين الحنطة فقد بينت النتائج أن أقرب قيمة لرقم الفارينوكراف كان لطحين الحنطة كانت عند نسبة استبدال 10% مع طحين فول الصويا المنبت إذ بلغت قيمته 54.00، أما عند أضافة طحين فول الصويا المنقوع بالنسبة نفسها إلى طحين الحنطة وصل رقم الفارينوكراف الى53.00 إذ أشارت النتائج إلى

انخفاض قيم الفارينوكراف بزيادة نسبة الاستبدال من بذور فول الصويا المنبت والمنقوع، وقد يعزى السبب الى نشاط انزيمات البروتيز التي يعمل على تحلل الاواصر الببتيدية وبذلك يحصل تحلل جزئي للشبكة الكلوتينية(Hoseney، 1986) ، وبذلك يحصل انخفاض امتصاص الطحين للماء الذي يزداد مع زيادة نسبة الاستبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع (Baranzelli وآخرون، 2018) ، توصل الى النتائج ذاتها Tian واخرون (2018).

2.5.4 الأميلوكراف Amylograph

تبين النتائج الموضحة في الجدول (4-6) الى حصول اختلافات معنوية في درجة حرارة التهلم عند مستوى ($P\leq0.05$) بين عينات الاستبدال لطحين الحنطة بطحين فول الصويا بنسبة 10و20% سواء المنبت او المنقوع وعينة طحين الحنطة. اذ كانت اعلى درجة حرارة التهلم في طحين الحنطة المستبدل بنسبة 10% منه بطحين فول الصويا المنقوع بلغت75.60 مْ وانخفضت عنها نفس نوع العينة لكن بنسبة استبدال20% وبلغت فيها درجة حرارة التهلم 75.50 م ، في حين انخفضت درجة حرارة التهلم قليلاً في طحين الحنطة المستبدل فيه نسبة 10 و20%منه بطحين فول الصويا المنبت اذ بلغت75.40 و75.45 مْ على التوالي. وكانت اقل درجة حرارة التهلم في طحين الحنطة والتي بلغت 75.25مْ. يستنتج من النتائج ان زيادة درجة حرارة التهلم بإضافة طحين فول الصويا المنبت اوالمنقوع بالنسب المذكورة تعد صفة ايجابية اذان العلاقة طردية بين درجة حرارة التهلم وحجم رغيف الخبز، بمعنى اخر انه كلما زادت درجة حرارة التهلم زاد حجم رغيف الخبز ، اوضحت النتائج في الجدول ذاته وجود فروق معنوية ($P\leq0.05$) في اللزوجة القصوى للعينات قيد الدراسة إذ لوحظ انخفاض معنوي فيها عند إضافة طحين فول الصويا المنبت والمنقوع عن طحين الحنطة لوحده، إذ بلغت قيمة اللزوجة القصوى لطحين الحنطة B.U1452 وانخفضت عنها القيمة معنوياً عند إضافة طحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%الى طحين الحنطة إذ بلغت B.U1383 وازدادت قيمة الانخفاض الى B.U 1087 عند زيادة نسبة استبدال طحين فول الصويا المنقوع بطحين الحنطة بنسبة 20% وازداد الانخفاض عند إضافة طحين فول الصويا المنبت بنسبة 10و20% إلى طحين الحنطة إذ بلغت 827.00 و B.U557.00 على التوالي ويشير انخفاض اللزوجة القصوى الى ارتفاع فعالية أنزيم الفا أمليز. وهذا يتفق مع ما تم الحصول عليه Zhou وآخرين (2018) .

الجدول (4-6): الخواص الريولوجية المقاسة بجهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع

الخواص الريولوجية / الأميلوكراف / نوع الطحين	درجة حرارة التهلم (مْ)	اللزوجة القصوى B.U
طحين الحنطة	75.25 د	1452.00 أ
فول الصويا المنبت 10%	75.40 ج	827.00 د
فول الصويا المنبت 20%	75.45 ج	557.00 هـ
فول الصويا المنقوع 10%	75.60 أ	1383.00 ب
فول الصويا المنقوع 20%	75.50 ب	1087.00 ج

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05)

3.5.4 الاكستينسوكراف Extensograph

أوضحت النتائج في الجدول (4-7) انخفاض قيم مطاطية عجينة طحين الحنطة بزيادة اوقات الراحة للعجينة إذ انخفضت الى 64 ملم و66 ملم على التوالي عند أوقات الراحة 90 و135 دقيقة على التوالي بعد أن كانت 77 ملم خلال مدة راحة 45 دقيقة .بينت النتائج انخفاض قيم المطاطية للعجين المنتج من طحين فول صويا المنبت المستبدل بطحين الحنطة وانخفضت المطاطية للعجينة مضافة اليها 10% من طحين فول الصويا المنبت وزاد الانخفاض بزيادة أوقات الراحة إذ بلغت63 ملم خلال اوقات الراحة90 و135 دقيقة بعد أن كانت 67 ملم خلال مدة راحة 45 دقيقة كما زاد انخفاض قيم المطاطية بزيادة نسب الإضافة من طحين فول الصويا المنبت بنسبة 20% إلى طحين الحنطة إذ بلغت 59 ملم و63 وملم58 ملم على التوالي في أثناء أوقات الراحة45 و90 و135 دقيقة . يلاحظ من النتائج المشار اليها في الجدول ذاته ان قيمة المطاطية في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة استبدال 20% كان منخفضاً معنوياً لكنه يعد مقارباً في المطاطية من الناحية العملية لطحين الحنطة في اوقات الراحة جميعها وانخفضت المطاطية عنها في نوع الطحين نفسه بنسبة استبدال 10%، هذا يعني ان اضافة طحين الصويا الى طحين الحنطة وبالنسب المذكورة في الدراسة خفض من قيم المطاطية، وقد يعود سبب هذا الانخفاض المعنوي

الملحوظ الى ضعف شبكة الكلوتين نتيجة التخفيف الحاصل لمركب الكلوتين بطحين فول الصويا (الهبيل وآخرون، 2020).

الجدول (4-7) الخواص الريولوجية المقاسة بجهاز الاكستينسوكراف لطحين الحنطة وطحين الحنطة المستبدل بنسب مختلفة من فول الصويا المنبت والمنقوع

الخواص الريولوجية الاكستينسوكراف / نوع الطحين	قيمة الاستبدال	اوقات الراحة (دقيقة)	المطاطية ملم	مقاومة المطاطية B.U	مقاوم المطاطية/المطاطية	مساحة سم2
طحين الحنطة	-------	45 90 135	77 أ 64 د 66 ج	352 ز 728 د 784ج	4.5 ز 11.4 د 11.8ج	45 ك 79 و 84 د
طحين فول الصويا المنبت المستبدل بطحين الحنطة	%10	45 90 135	67 ج 63 د 63 د	411 و 815 ب 793ج	6.1 و 12.6ج 12.3 ج	75 ز 91 ب 90 ب
طحين فول الصويا المنبت المستبدل بطحين الحنطة	%20	45 90 135	59 ك 63 د 58 و	447 هـ 842 أ 819 ب	7.5هـ 13.1 ب 14.0 أ	84 د 89 ج 92 أ
طحين فول الصويا المنقوع المستبدل بطحين الحنطة	%10	45 90 135	65 ج 60 هـ 60 هـ	336 ح 296 ي 131 ل	4.1 ز 4.3 ز 1.8ح	71 ط 73 ح 80 هـ
طحين فول الصويا المنقوع المستبدل بطحين الحنطة	%20	45 90 135	75 ب 63 د 65ج	314 ط 270 ك 115م	4.2 ز 4.3 ز 1.9 ح	67 ي 68 ي 71 ط

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05).

يلاحظ من نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى($P\leq 0.05$) في مقاومة المطاطية بين طحين الحنطة وطحين الاستبدال بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع أوقات الراحة 45 و90 و 135 دقيقة اذ يلاحظ ان قيمة المطاطية في طحين الحنطة كانت 352 B.U في وقت الراحة 45 وارتفعت معنوياً مع زيادة المدة . كما وجد ان اعلى قيمة لمقاومة المطاطية كانت في طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال 20% عند وقت الراحة 90 دقيقة اذ بلغت 842 B.U لكنها كانت منخفضة معنوياً في وقت الراحة 45 دقيقة للطحين نفسه وبلغت 447 B.Uوانخفضت مع زيادة مدة الراحة ، اما عند نسبة استبدال 10% لنفس نوع الطحين يلاحظ ان قيمة المطاطية كانت منخفضة411 B.U في وقت الراحة 45 دقيقة لكنها ارتفعت معنوياً مع زيادة الوقت. ولوحظ ان اقل قيمة للمطاطية كانت في طحين فول الصويا المنقوع المضاف بنسبة 20% الى طحين الحنطة اذ بلغت 115 B.U عند 135 دقيقة لكنها كانت مرتفعة عنها معنوياً في وقت الراحة 45 و90 دقيقة اذ بلغتا 314 و270 B.U على التوالي . كما يلاحظ ان مقاومة المطاطية كانت مرتفعة معنوياً لطحين فول الصويا المنقوع عند نسبة استبدال 10% بلغت 336 B.U في وقت 45 دقيقة وانخفضت معنوياً مع زيادة وقت الراحة 90 و 135 دقيقة ،اذ بلغتا 296 و131 B.U على التوالي.

لوحظ وجود فروق معنوية عند مستوى ($P\leq 0.05$) في قيم نسب المقاومة المطاطية / المطاطية بين طحين الحنطة المستبدل فيه نسبة 10و20% من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع وطحين الحنطة خلال اوقات الراحة، لوحظ ارتفاع قيم نسب المقاومة/المطاطية لعجينة طحين الحنطة إذ بلغت 4.5 و11.4و 11.8 خلال أوقات الراحة 45 و90 و135 دقيقة على التوالي. أشارت النتائج إلى ازدياد قيم نسب المقاومة / المطاطية عند إضافة طحين فول الصويا المنبت وبزيادة نسب الإضافة إذ بلغت قيمتها لطحين الحنطة المستبدل بنسبة 10% من فول الصويا المنبت خلال مدة الراحة 45 دقيقة 6.1 وازدادت هذه القيمة عند استبدال طحين فول الصويا المنبت بطحين الحنطة بنسبة 20% إذ بلغت 7.5 % لمدة الراحة نفسها، أما عند إضافة طحين فول الصويا المنقوع إلى طحين الحنطة فقد انخفضت قيمة المقاومة / المطاطية عند نسب الاستبدال -20 10 % خلال مدة الراحة 45 دقيقة بعد أن كانت مقاومة مطاطية / المطاطية في طحين الحنطة 4.5 وانخفضت هذه القيمة الى 4.1 و4.2 على التوالي .أما قوة العجينة والتي تمثل المساحة تحت المنحني تعكس المحصلة لكل من المرونة والمطاطية فكلما كانت المساحة أكبر كانت العجينة

اقوى وهذا يرتبط بشكل أساسي بكمية ونوعية الكلوتين في العجينة (عبد المولى ،2012) أذ أوضحت النتائج في الجدول (4-7) ارتفاع قيمة المساحة بزيادة نسبة إضافة طحين بذور فول الصويا المنبت بنسبة 10 و20 % إذ بلغت 75 و84 سم2 على التوالي خلال مدة راحة 45 دقيقة بعد أن كانت في عجين طحين الحنطة 45 سم2 لمدة الراحة ذاتها وازدادت القيمة بزيادة أوقات الراحة، لوحظ ايضاً ارتفاع تلك النسبة عند إضافة فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10 و20 % خلال مدة راحة 45 دقيقة اتفقت النتائج مع ما توصل اليه Zhou واخرون (2018) .

6.4 اختبارات الخبز Baking tests

1.6.4 نوعية الخبز المختبري (اللوف) Loaf Quality

1.1.6.4 حجم اللوف Loaf Volum

يعد حجم خبز اللوف من أهم خصائص الخبز ،لأنه يوفر قياساً كمياً لأداء الخبز Finnie وآخرون،(2019) . إذ يعد فحص الخبازة الحصيلة النهائية للاختبارات السابقة التي أُجريت على طحين حبوب الحنطة وطحين الحنطة المدعم بنسب استبدال10و20 % من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع، يبّين الجدول (4-8) نتائج التقييم النوعي للخبز المختبري (اللوف) أن حجم اللوف الذى تم تصنيعه من طحين الحنطة 100 %، إذ بلغ 463 سم3 ويعود سبب ارتفاع حجم لوف طحين الحنطة إلى نوعية البروتين العالي الموجود في طحين الحنطة إذ يكون ذا محتوى كلوتين عالياً وينتج منه خبز ذو نوعية جيدة . أوضحت النتائج في الجدول نفسة انخفاضاً معنوياً في حجم اللوف المصنع من طحين الحنطة المستبدل بنسب استبدال 10و20% من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع بسبب تخفيف محتوى الكلوتين (Patrascu وآخرون،2016). لوحظ ارتفاع معنوي في طحين الحنطة المستبدل بنسبة 20% من طحين فول الصويا المنبت إذ بلغ 310 سم3 في صفة الحجم على طحين الحنطة مدعم بطحين فول صويا لبذور المنقوعة بنسبة 20% إذ بلغ 268 سم3 على التوالي . كما لوحظ في الجدول نفسة حصول ارتفاع معنوي في طحين الحنطة المستبدل بنسبة 10% من طحين فول الصويا المنبت إذ بلغ 325 سم3 في صفة الحجم على طحين الحنطة المستبدل بنسبة 10% من طحين فول الصويا المنقوع اذ بلغت289 سم3 على التوالي اتفقت النتائج مع Banu وآخرون (2011).

الجدول (4-8): الخواص النوعية للخبز المختبري (اللوف) لطحين حنطة وطحين الحنطة المدعم بنسب مختلفة من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع

الخواص النوعية / نوع الطحين	حجم اللوف (سم3)	وزن اللوف (غم)	الحجم النوعي (سم 3/غم)
طحين الحنطة	463.00 أ	134.00 هـ	3.455 أ
فول الصويا المنبت 10%	325.00 ب	147.00 ج	2.210 ب
فول الصويا المنبت 20 %	310.00ج	170.00 أ	1.823 د
فول الصويا المنقوع 10%	289.00 د	145. 00 د	1.993 ج
فول الصويا المنقوع 20%	268.00 هـ	167.00 ب	1.604 هـ

الأحرف المتشابهة عمودياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05)

2.1.6.4 وزن اللوف Loaf Weight

أوضحت النتائج في الجدول (4-8) حدوث فروق معنويه عند مستوى ($P\leq 0.05$) إذ زاد وزن اللوف معنوياً بزيادة نسبة طحين فول الصويا المنبت والمنقوع المستبدل بطحين الحنطة أذ كانت أعلى قيمة لوزن اللوف المصنع من طحين فول الصويا المنبت المستبدل بطحين الحنطة بنسبة 20% وبلغت 170 غم أما أقل قيمة لوزن اللوف هو اللوف المصنع من طحين الحنطة 100% أذ كان 134غم ، في حين كان وزن اللوف مرتفعا عند تصنيعه من طحين فول الصويا المنقوع المستبدل بطحين الحنطة بنسبة استبدل20% إذ بلغت167غم ، ويعود سبب زيادة الوزن للوف المستبدل بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع إلى زيادة امتصاص الألياف للماء وحبس الزيت وقدرة الانتفاخ واللزوجة لطحين فول الصويا. ويبّين الجدول نفسه (4-8) زيادة لقيمة وزن اللوف من طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدل 10% إذ بلغت 147غم مقارنة مع وزن اللوف المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة استبدل 10% وبلغت 145 غم، اتفقت النتائج مع Shin وآخرين(2013) .

3.1.6.4 الحجم النوعي (النفاشية) Specific volume (Bread puffed)

تعطي صفة الحجم النوعي فكرة واضحة عن مقدار نفاشية الخبز فكلما زادت القيمة دل على زيادة في نفاشية الخبز، بيّن الجدول (4-8) حصول ارتفاع معنوي في الحجم النوعي لخبز اللوف المصنع من طحين الحنطة معنوياً عند مستوى ($P\leq 0.05$) مقارنة بقيمته في خبز المختبري المصنوع من طحين حنطة مدعمة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع إذ بلغت3.455 سم3/ غم كما أوضحت النتائج ارتفاع طحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت معنوياً بنسب استبدال10 و20% في صفة الحجم النوعي إذ بلغت 2.210 و1.823 سم3 /غم ، قد يعود سبب زيادة الحجم النوعي الى زيادة نسبة السكريات البسيطة بفعل نشاط الانزيمات المحللة للنشا والتي تعمل على زيادة عمل الخميرة وإنتاج غاز Co_2، كما أن الإنبات يؤدي إلى زيادة قابلية التمدد للبروتين وكذلك العجين(Marti وآخرون،2017). اما الحجم النوعي لطحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10 و20% إذ بلغت 1.993 و 1.604 سم3/غم رغم إن انخفاض الحجم في طحين فول الصويا المنقوع قد يعود إلى زيادة فعالية أنزيم ألفا–أميليز بصورة كبيرة (Poudel وآخرون، 2019) وكانت النتائج متفقة مع ما وجده Ciudad وآخرون (2020).

2.6.4 الخواص الحسية للخبز المختبري (اللوف)

1.2.6.4 المظهر الخارجي

تعد الخواص الحسية للخبز اللوف المختبري المقياس المهم في التعرف على مدى تقبل المستهلك للمنتج .أظهرت النتائج في الجدول (4-9) ارتفاع اللوف المصنع من طحين الحنطة في صفة الحجم معنوياً عند المستوى($P\leq 0.05$) إذ بلغ حجم اللوف المستبدل بفول الصويا المنقوع بنسب الإضافة 10 و20% بلغ 8 درجات لكليهما، أما عند إضافة طحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10 و20% فقد كان تقييم الحجم 8.3 و8.5 على التوالي إذ ارتفع خبز اللوف المدعم بطحين فول الصويا المنبت عن طحين فول الصويا المنقوع معنوياً الذى كان مقارباً في حجمه نوعا ما للوف المصنع من طحين الحنطة الذى حصل على 9 درجات أما لون القشرة لخبز اللوف المختبري، الذي يمثل سمك المسافة ما بين السطح العلوي الخارجي ونقطة تماس القشرة من الداخل مع اللب فقد أوضحت النتائج في الجدول نفسه أن لون خبز اللوف المختبري المصنع من طحين الحنطة كان مرتفعا معنوياً اذ حصل على 10 درجات مقارنة مع الخبز المدعم ، لوحظ ارتفاع معنوي في لون قشرة خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة المدعم بفول الصويا المنبت بنسب استبدال 10و20% إذ

بلغت 7.6 و7.3 درجات على التوالي مقارنة مع خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة المستبدل بفول الصويا المنقوع بنسب الاستبدال نفسها اذ بلغت 7.2و7.1 درجات على التوالي، وأن الاختلاف في اللون يعود الي وجود صبغة صفراء في طحين فول الصويا، فضلاً عن حصول تفاعلات ميلارد في أثناء التخبيز

أما صفة انتظام الشوي لنماذج اللوف المخبوزة فقد أظهرت النتائج تفوق صفة انتظام الشوي لطحين الحنطة وطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10و20% اللتان حصلتا على 7 درجات لكليهما ولوحظ انخفاض معنوي للوف المصنوع من طحين فول الصويا المنقوع في الصفة ذاتها اذ بلغت 6.5 و6.3 على التوالي . أما بالنسبة للتشتت الجانبي إذ لوحظ أن أعلى قيمة كانت لطحين الحنطة بلغت5 درجات كما لوحظ حصول ارتفاع معنوي في الصفة نفسها للوف المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10و20% على بقية المضافات قيد الدراسة إذ بلغت4.8 كلا الاستبدالين وانخفضت معنوياً في اللوف المصنع من طحين فول الصويا المنقوع وبنسبة استبدال 10 و20 % وحصلا على 4.0 درجات لكلا الاستبدالين .أما تجانس السطح العلوي فقد بينت النتائج في الجدول نفسه (4-9) أن أعلى قيمة كانت للوف المصنع من طحين الحنطة الذي ارتفع معنوياً عند ($P\leq 0.05$) على بقية المضافات وحصل على4 درجات اللوف المصنع من طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10 و20% وحصل على 3 درجات مقارنة مع اللوف المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسب استبدال 10و20% الذي حصل على 2.7 و2.5 درجات على التوالي للصفة نفسها.

يلاحظ من الجدول ذاته ان صفة الانتظام كانت مرتفعة في خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة اذ حصل على 4.0 درجات مقارنة باللوف المصنع من طحين فول الصويا المنبت وبنسبة استبدال 10 و20 % واللتان حصلتا على 3 و2 درجات على التوالي ، في حين حصل اللوف المصنع من فول الصويا المنقوع وبنسب الاستبدال نفسها على 3 درجات لصفة الانتظام في كلا الاستبدالين .

2.2.6.4 المظهر الداخلي

تعد الصفات الحسية الداخلية للوف ذات أهمية كبيرة في تقييم نوعيته، أظهرت النتائج في الجدول (4-9) وجود فروق معنوية عند مستوى ($P\leq 0.05$) في صفة تحسين خلايا اللب فقد الاتفع اللوف المصنع من طحين حنطة عن طحين الحنطة مدعم بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع بنسب استبدال 10 و20% وحصل على10 درجات اما بالنسبة للون اللب فقد تفوق اللوف المصنع من طحين الحنطة معنوياً عند مستوى ($P\leq 0.05$) على اللوف المصنع من بقية المضافات قيد الدراسة إذ بلغ 10 كما لوحظ تفوق لون اللب للوف المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10 و20% اذ حصلتا على 9.7 و 9.5 درجات على التوالي مقارنة مع اللوف المدعم بطحين فول الصويا المنقوع إذ كانت 9 درجات. أما بالنسبة للنكهة فقد ارتفعت معنوياً في اللوف المصنع من طحين الحنطة إذ بلغ 14 درجة كما بينت النتائج حصول ارتفاع معنوي في الصفة نفسها في اللوف المصنوع من طحين حنطة مدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10و20% على بقية المضافات الاخرى قيد الدراسة لصفة النكهة إذ بلغت 13 درجة على التوالي. أما الطعم فقد ارتفع معنويا اللوف المصنع من طحين الحنطة حيث كانت درجة التقييم الحسي للطعم 18 درجة كما بينت النتائج حصول ارتفاع معنوي في الصفة ذاتها اللوف المصنع من طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسب استبدال 10و20%على بقية المضافات الاخرى قيد الدراسة إذ بلغت17 درجة في كلتا النسبتين . يستنتج من نتائج التقييم أن هناك تغيرات في اللون والطعم والنكهة مع زيادة نسبة الاستبدال وأن طعم الخبز كان يميل إلى الحلاوة والنكهة توضح زيادة عملية التخمير فضلاً عن تغير في لون السطح العلوي، وأن طحين فول الصويا المنقوع المستبدل بطحين الحنطة بنسب استبدال 10 و20% كانت تعاني من اللزوجة في الوسط والتكتل ونكهة غير واضحة لا تقارب بنكهة الخبز كما أوضحت النتائج تفوق طحين فول الصويا المنبت على المضافات الأخرى كافة إذ كان أقرب إلى اللوف المصنع من طحين الحنطة الصافي إذ وجد عدم اختلاف لبعض الصفات كتجانس السطح وانتظام الشكل مع اللوف المصنوع من طحين حنطة وهذه النتائج كانت متفقة مع الهبيل وآخرون(2020).

الجدول (4-9) : الخواص الحسية (التقييم الحسي) لنوعية خبز المختبري المصنوع من طحين حنطة وطحين الحنطة المستبدل بالنسب 10 و20% من بذور فول الصويا المنبت والمنقوع

نوع الطحين / الصفات	حدود الدرجة	طحين حنطة %	فول صويا منبت		فول صويا منقوع	
			10%	20%	10%	20%
الحجم	10-1	9 .0 أ	8.5 ب	8.3 ج	8.0 د	8.0 د
لون القشرة	10-1	10.0 أ	7.6 ب	7.3 ج	7.2ج	7.1 ج
انتظام الشوي	10-1	8.0 أ	7.0 ب	7.0 ب	6.5 ج	6.3 ج
التشتت الجانبي	5-1	5.0 أ	4.8 ب	4.8 ب	4.0 ج	4.o ج
تجانس السطح العلوي	5-1	4.0 أ	3.0 ب	3.0 ب	2.7ج	2.5 ج
الانتظام	5-1	4.0 أ	3.0 ب	2.0 ج	3.0 ب	3.0 ب

المظهر الداخلي

تحبب خلايا اللب	10-1	10 أ	9.0 ب	9.0 ب	9.0 ب	9.0 ب
لون اللب	10-1	10 أ	9.7 ب	9.5 ب	9.0 ج	9.0 ج
النكهة	15-1	14 أ	13 ب	12 ج	11 د	10 هـ
الطعم	20-1	18 أ	17 ب	17 ب	15 ج	15 ج
المجموع	100	92 أ	81.9 ب	79.1ج	75.4 د	67.4 هـ

الأحرف المتشابهة افقياً لا تختلف معنوياً عند احتمال (0.05)

7.4 نتائج فحوص التجلد لخبز(اللوف) :

1.7.4 نتائج قوة التشرب في اللب

تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع بنسب استبدال 10 و20% في قوة تشرب لب الخبز المخزن على درجة حرارة 25 م°، اذ يبّين الجدول (4-10) من نتائج التحليل الاحصائي($P\leq 0.05$) أن قوة تشرب لب الخبز المصنوع من طحين فول الصويا المنبت والمنقوع بنسب استبدال 10 و20% كانت مرتفعة معنوياً عند بداية الخزن في درجة حرارة 25 م°مقارنة بخبز اللوف المصنوع من طحين الحنطة اذ لوحظ أن قوة تشرب اللب له كانت منخفضة معنوياً في بداية الخزن وبلغت1.17 لكن ارتفعت معنوياً في لب الخبز المصنوع من طحين فول الصويا المنبت والمستبدل بنسبة 20% اذ بلغ 1.33 في مدة الخزن نفسها. اما بعد مرور48 ساعة من الخزن فيلاحظ ارتفاع قوة درجة التشرب في لب الخبز المصنوع من طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة استبدال20% وبلغت1.91 وانخفضت عنها في الخبز المصنوع من طحين الحنطة المستبدل بطحين فول الصويا المنبت بنسبة الاستبدال نفسها وبلغت 1.47 وانخفضت عنها معنوياً في نفس الخبز المحتوي على طحين فول الصويا المنبت والمنقوع وبنسبة استبدال10% اذ بلغت 1.39 و1.32 على التوالي، في حين كانت قوة التشرب منخفضة معنوياً في خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة في مدة الخزن نفسها 48 ساعة وبلغت 0.91. ويشير الجدول ذاته انه عند خزن اللوف لمدة 72ساعة فان قوة التشرب ارتفعت معنوياً خاصة عند استبدال طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع بنسب10 و20 %، فقد كانت اعلى قوة تشرب الخبز المصنع من طحين فول الصويا المنقوع المستبدل بنسبة 20% وبلغ 1.96 وانخفض عنه في المنبت عند نسبة الاستبدال نفسها 1.82 توافقت النتائج مع ما ذكره Cardon وآخرون(2020) الى ان فول الصويا المنبت يؤدي إلى زيادة نشاط أنزيم ألفا–أميلز مما يزيد من تحلل النشا. في حين كانت اقل قوة تشرب لخبز اللوف المصنع من طحين الحنطة اذ بلغ 0.82. يستنتج من نتائج الجدول (4-10) ان قوة التشرب كانت مرتفعة معنوياً في لب خبز اللوف المصنع من طحين فول الصويا وبنسبة استبدال 10و20% ومنخفضة معنوياً في لب الخبز المصنع من طحين الحنطة في بداية الخزن وارتفعت معنوياً مع تقدم مده الخزن في عينات الاستبدال لكنها كانت متذبذبة في اللوف المصنع من طحين الحنطة فقد ارتفعت قوة التشرب في 48 ساعة من الخزن لكنها انخفضت في48 ساعة من الخزن، قد يعزى سبب اختلاف قوة تشرب لب الخبز عند الخزن لعينات الاستبدال مقارنة مع خبز لوف الحنطة الى ظاهرة ارتداد النشا ،

هذه النتائج توافقت مع ما اشار له(الجيلاوي 2017) ان ظاهرة ارتداد النشا للحالة البلورية التي يصبح فيها النشا اقل قابلية للذوبان في الماء وذكر انه كلما انخفضت نسبة النشا الذائب قلت قابلية على الاحتفاظ بالماء

يبين الجدول (4-10) : تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع في قوة تشرب لب الخبز المخزن على درجة حرارة 25 م°

مدة الخزن / نوع الطحين	بداية الخزن	وقت الخزن 48 ساعة	وقت الخزن 72ساعة	متوسط نوع الطحين
اللوف لخبز الحنطة	1.17 د	0.91 د	0.82 هـ	**0.9667 ب**
فول الصويا المنبت 10%	1.31 ج	1.39 أج	1.71 ج	**1.4700 أ ب**
فول الصويا المنبت 20%	1.33 أ	1.47 ب	1.82 ب	**1.5400 أ ب**
فول الصويا المنقوع 10%	1.31 ج	1.32 ج	1.62 د	**1.4167 أ ب**
فول الصويا المنقوع 20%	1.32 ب	1.91أ	1.96 أ	**1.7300 أ**
متوسط الخزن	**1.288 أ**	**1.400 أ**	**1.586 أ**	

الأحرف المتشابهة لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال (0.05)

2.7.4 نتائج حجم الراسب في عالق اللب المائي

تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع بنسب استبدال10 و20% في حجم الراسب (سم3) في عالق اللب المائي للخبز المخزن عند درجة حرارة 25 مْ. يتبين من نتائج التحليل الاحصائي عند مستوى ($P\leq0.05$) والموضحة في الجدول (4-10) أن قيم حجم الراسب في بداية الخزن للخبز المحتوي على طحين فول الصويا المنبت بنسبة استبدال 20% كانت مرتفعة معنوياً اذ بلغت 32.0 سم3 وانخفضت معنوياً في الخبز المحتوي على طحين فول الصويا المنقوع

بنسبة استبدال نفسها وبلغت 30.0 سم3 وانخفض حجم الراسب معنوياً في نسب الاستبدال 10% لكلا النوعين المنبت و المنقوع والتي بلغت 27.5 سم3 لكليهما.

يبين الجدول (4-11) : تأثير تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنبت والمنقوع في حجم الراسب (سم3) في عالق اللب المائي للخبز المخزن على درجة حرارة 25 م°

مدة الخزن / نوع الطحين	بداية الخزن	وقت الخزن 48 ساعة	وقت الخزن 72ساعة	متوسط نوع الطحين
اللوف لخبز الحنطة	25.3 د	23 د	20 هـ	**22.76 هـ**
فول الصويا المنبت 10%	27.5 ج	25 ج	23 د	**25.16 د**
فول الصويا المنبت 20%	32.0 أ	29 ب	24 ج	**28.33 ب**
فول الصويا المنقوع 10%	27.5 ج	28 أب	26 ب	**27.16 جـ**
فول الصويا المنقوع 20%	30 ب	32 أ	29 أ	30.33 أ
متوسط الخزن	**28.46 أ**	**27.40 ب**	**24.40 جـ**	

الأحرف المتشابهة لا تختلف معنوياً عند مستوى احتمال (0.05)

اما عند مدة الخزن 48 و72 ساعة فيلاحظ ان حجم الراسب انخفض معنوياً في عينات الاستبدال بطحين فول الصويا والعينة القياسية المتقدم فيها طحين الحنطة مقارنة في بداية الخزن ، ان اعلى قيمة لحجم الراسب في مدة 48 ساعة كان في خبز اللوف المستبدل فيه طحين الحنطة بطحين فول الصويا المنقوع عند نسبة استبدال 20% بلغ 32 سم3 تليها عند استخدام الطحين المنبت وبلغ 25 سم3 ، اما عند استبدال بنسبة 10% بالطحين المنبت والمنقوع فقد انخفضت الصفة المذكورة معنوياً في كلا الاستبدالين 10 و20% لطحين فول الصويا المنبت والمنقوع ، فضلاً عن العينة القياسية للخبز المحتوية على طحين الحنطة عند الخزن لمدة 72 ساعة فقد كان اعلى قيمة لحجم الراسب اعطاها طحين فول الصويا المنقوع وبنسبة استبدال عطاها طحين فول الصويا المنقوع وبنسبة

استبدال 20 % اذ بلغ 29 سم3 جاءت نتائج هذه الدراسة متوافقة مع ما أوضحه Marti وآخرون (2018) الذين ذكروا ان تدعيم طحين الحنطة بطحين فول الصويا ادى الى انخفاض تصلب لب الخبز عند خزنه نتيجة نشاط انزيم الفا–اميليز كما اثر ايجابيا في تصلب اللب وانخفاض نسبة الرطوبة فيه . ويلاحظ من الجدول نفسه انخفاض في قيم حجم الراسب لعالق اللب المائي لجميع العينات مع تقدم مدة الخزن بسبب حدوث التجلد الذى يحصل نتيجة عدم قابلية النشا من النشا الى الكلوتين عند اجراء عملية الخبز(Bosmans وآخرون،2013) .

الاستنتاجات Conclusion

1- ان عملية الانبات لحبوب فول الصويا ازدادت في محتواها من البروتين والدهون والرماد وانخفضت الكاربوهيدرات مقارنة مع البذور المدروسة قبل تنبيتها .انخفاض في محتوى حامض الفايتك في عملية النقع وتقليله في عملية التخمر .

2- كانت القيم الأفضل في تحسين طحين الحنطة نسبة امتصاص للماء ووقت الوصول ووقت النضوج ودرجة التدهور المقاسة بجهاز الفارينوكراف عند تدعيم طحين الحنطة بطحين البذور المنبتة فول الصويا بنسبة 20%. أما ثباتية العجينة ووقت المغادرة فكانت الأفضل في تدعيم طحين الحنطة بطحين البذور المنبتة فول الصويا بنسبة 10%. زيادة درجة حرارة التهلم المقاسة بجهاز الاميلوكراف بإضافة طحين البذور فول الصويا المنقوع إلى طحين الحنطة الصافي بنسبة 10% واللزوجة القصوى مرتفعة .

3- أما القيم المقاسة بجهاز الاكستينسوكراف فكانت الأفضل في تحسين طحين الحنطة في قيم المطاطية لطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%، أما مقاومة المطاطية ومقاومة المطاطية \المطاطية فكانت لطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20% المستبدل بطحين الحنطة .

4- إطالة عمر الخبز والتقليل من ظاهرة تجلده التي تعد أحد الأسباب للخسائر الاقتصادية لهدر المخبوزات .

5 _ عند زيادة نسب استبدال طحين فول الصويا المنبت نسبة 10% أدى إلى زيادة الحجم النوعي للخبز المختبري وأيضاً عدم تأثر الصفات الحسية بزيادة نسبة الاستبدال 10-20%

التوصيات

1-إجراء دراسة لإضافة اصناف أُخر من البذور المنبتة وإدخالها في المخبوزات وغيرها فضلاً عن الوجبات الخفيفة وأغذية الأطفال.

2- إجراء عملية النقع والإنبات على نوعيات أُخر من البذور تلبي رغبات الأشخاص الذين يتبعون نظام تخفيف الوزن ولاسيما إذا كانت الظروف مسيطراً عليها من درجة الحرارة والرطوبة وذلك للحصول على منتجات عالية الجودة وتلبي رغبات المستهلكين.

3- دراسة تأثير الأصناف المختلفة من البذور المنبتة في العمر الافتراضي للمخبوزات والتركيز على دور الأميليز في التقليل من ظاهرة تجلد الخبز.

4- توعية المخابز والأفران وتحفيزهم لإدخال طحين البذور المنبتة فول الصويا مع طحين الحنطة بوصفه مصدراً لدعم الطحين وزيادة نسبة البروتين .

أولاً : المصادر العربية

الأنصاري، بتول محمود، علي أحمد ساهي ، ضياء فالح الفكيكي (2019) . تنقية وتوصيف انزيم اللايبيز المستخلص من بذور فول الصويا المنبت ، قسم علوم الاغذية/كلية الزراعة والغابات مجلة ميسان للدراسات الاكاديمية 70- 57،18(35) .

الجيلاوي، حسين جعفر رمضان (2017). دراسة استخدام أنزيم Transglutaminase في تحسين صفات الخبز المنتج من الحنطة المحلية (صنف الرشيد) . رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

الخطيب ،أمل (2014). قمح الخبز مديرية بحوث المحاصيل الحقلية المركز الوطني للبحث الإرشاد الزراعي الملكة الاردنية الهاشمية .

خليفة، علي يوسف، ياسمين صلاح عبد الرازق ، علاء محمود حسن (2019). تأثير انزيم الفايتيز الذاتي لاستخدام تحليل السلاسل الزمنية لتقدير محددات انتاج فول الصويا، كلية الزراعة جامعة الإسكندرية.

الربيعي، باسم عزيز جبر(2014). تأثير طرق التصنيع والتخمير في محتوي حامض الفايتيك في الحنطة ومنتجاتها ودراسة الصفات الريولوجية والحسية لها رسالة ماجستير، كلية الزراعة جامعة البصرة .

الساهي، علي أحمد ، صالح مجيد، علاء محمد، جابر الركابي، على خضير(2016). استعمال مضادات الأكسدة المستخلصة من جنين ونخالة حبة القمح في تحسين الخواص الريولوجية لدقيق القمح ، قسم علوم الأغذية – كلية الزراعة – جامعة البصرة ،مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية ، المجلد 5(2).

ساهي، علي أحمد عبد الكريم، علي حسين وجبر، بسم عزيز(2014). تأثير طرق التخمير على محتوى حامض الفايتيك في خبز طحين الحنطة. مجلة البصرة للعلوم الزراعية،27 (1) 128 - 142.

عبد المولى، نصر عبدالرازق، الباح ،عبد المنعم. (2012). دراسة تأثير اضافة نسب مختلفة من الصمغ العربي على الصفات الريولوجية لدقيق اصناف القمح الليبي Buc S والصنف KVZ.مجلة علوم الاغذية والالبان، 12(3)، 771- 776.

عبد الوهاب ، مينا مدحت (2021). تأثير طحين الحنطة بنوعين من الحبوب على بعض خواص الخبز المختبري (اللوف) . رسالة ماجستير كلية الزراعة والغابات ،جامعة الموصل . العراق.

عنتر، سالم حمادي (2010). التحليل الاحصائي في البحث العلمي وبرنامج SAS. جامعة الموصل ، دار ابن الاثير للطباعة والنشر .

الفكيكي ، ضياء فالح عبدالله حلو(2012). انتاج مالت الشعير المحلي واستخدامه كمحسن في صناعة الخبز ، رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة.

محمود، سعيد محمد معاذ، و أحمد علي محمد عثمان. (2017). تأثير الملوحة علي الإنبات ومراحل النمو الأولية لمحصول فول الصويا ، الخرطوم: جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا،كلية الدراسات الزراعية.

المحياوي، عزالدين كاظم حسون (2018). استعمال أنزيم فايتيز الحنطة في خفض مستوى الفايتات في الخبز والبسكت المصنعين من طحين الحنطة الكاملة. رسالة ماجستير، قسم علوم الاغذية- كلية الزراعة- جامعة بغداد.

الهبيل ، صلاح علي والصادق ، ناجي الهادي وشنيبه، سمية مفتاح(2020). تأثير الاستبدال الجزئي بدقيق الشعير على الخصائص الريولوجية لعجينة دقيق القمح الابيض وجودة الخبز المنتج منة.

ثانياً : المصادر الأجنبية

AACC (2000). American Association Of Cereal Chemists Approved Method of the AACC, 10th Ed Methods 54-30 The Association St. Paul M.N.USA.

AACC . (2000) . Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists , *10th ed. AACC , St. Paul, MN, USA.*

AACC. (2010). Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. *11th Edition. St. Paul, Minnesota, U.S.A.*

Abdelaleem, M. A., & Al-Azab, K. F. (2021). Evaluation of flour protein for different bread wheat genotypes. *Brazilian Journal of Biology, 81, 719-727.*

Agrahar-Murugkar, D., Zaidi, A., & Dwivedi, S. (2018). Development of gluten free eggless cake using gluten free composite flours made from sprouted and malted ingredients and its physical, nutritional, textural, rheological and sensory properties evaluation. *Journal of Food Science and Technology, 55(7), 2621-2630.*

Aguilera, Y., Díaz, M. F., Jiménez, T., Benítez, V., Herrera, T., Cuadrado, C., ... & Martín-Cabrejas, M. A. (2013). Changes in nonnutritional factors and antioxidant activity during germination of nonconventional legumes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(34), 8120-8125.*

Agume, A. S. N., Njintang, N. Y., & Mbofung, C. M. F. (2017). Effect of soaking and roasting on the physicochemical and pasting properties of soybean flour. Foods, 6(2), 12.

Alhommada, W. A., delly Ibrahim, T., Gergi, R. S., & El-Masry, M. (2021). Study of some Rheological Properties and Determine the Optimal Use of Mixtures of Wheat Flour and some Types of Legumes Flour.

Ali Aiash, Ahmad Mohammad Lina Shaheen (2018).Egyptian Org For Standards and Quality GSO , ES 2945/2009 Full fat soya bean used in feed Tishreen University *Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (04) No. (3) 8402*.

Al-Kharkhi, M. H. S., & Mousa, M. A. (2021). The Effect of wheat germination processes on the Nutritional parameters of wheat flour. Plant Archives, 21(1), 789-797.

Anastasio, M., Pepe, O., Cirillo, T., Palomba, S., Blaiotta, G., & Villani, F. (2010). Selection and use of phytate degrading LAB to improve cereal based products by mineral solubilization during dough fermentation. *Journal of Food Science, 75(1), M28-M35.*

Ayo, J. A., Ayo, V. A., Popoola, C., Omosebi, M., & Joseph, L. (2014). Production and evaluation of malted soybean-acha composite flour bread and biscuit. African *journal of Food science and Technology, 5(1), 21-28.*

Azeke, M. A., Egielewa, S. J., Eigbogbo, M. U., & Ihimire, I. G. (2011). Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (Oryza sativa), maize (Zea mays), millet (Panicum miliaceum), sorghum (Sorghum bicolor) and wheat (Triticum aestivum*). Journal of Food Science and Technology, 48(6), 724-729.*

Baik, B. K., & Han, I. H. (2012). Cooking, roasting, and fermentation of chickpeas, lentils, peas, and soybeans for fortification of leavened bread. Cereal chemistry, 89(6), 269-275.

Bamidele, O. P., & Fasogbon, B. M. (2020). Nutritional and functional properties of maize-oyster mushroom (Zea mays-Pleurotus ostreatus) based composite flour and its storage stability. Open Agriculture, 5(1), 40-49.

Banu, I., Stoenescu, G., Ionescu, V., & Aprodu, I. (2011). Estimation of the baking quality of wheat flours based on rheological parameters of the Mixolab curve. Czech *journal of food sciences, 29(1), 35-44*.

Baranzelli, J., Kringel, D. H., Colussi, R., Paiva, F. F., Aranha, B. C., de Miranda, M. Z., ... & Dias, A. R. G. (2018). Changes in enzymatic activity, technological quality and gamma-aminobutyric acid (GABA) content of wheat flour as affected by germination. LWT, 90, 483-490.

Bardosono, S., & Sunardi, D. (2020). Soy Plant-based Formula with Fiber: From Protein Source to Functional Food. World Nutrition Journal, 4(S1), 18-23.

Barros, F., Alviola, J. N., Tilley, M., Chen, Y. R., Pierucci, V. R. M., & Rooney, L. W. (2010). Predicting hot-press wheat tortilla quality using flour, dough and gluten properties. *Journal of cereal science, 52(2), 288-294.*

Barrozo, M. A. S., Mujumdar, A., & Freire, J. T. (2014). Air-drying of seeds: a review. Drying Technology, 32(10), 1127-1141.

Bartram, J., & Cairncross, S. (2010). Hygiene, sanitation, and water: forgotten foundations of health. PLoS medicine, 7(11), e1000367.

Bellaio, S., Kappeler, S., Rosenfeld, E. Z., & Jacobs, M. (2013). Partially germinated ingredients for naturally healthy and tasty products. CerealFoods World, 58(2), 55.

Besbes, E., Le Bail, A., & Seetharaman, K. (2016). Impact of local hydrothermal treatment during bread baking on soluble amylose, firmness, amylopectin retrogradation and water mobility during bread staling. *Journal of food science and technology, 53(1), 304-314.*

Bojňanská, T., Musilová, J., & Vollmannová, A. (2021). Effects of adding legume flours on the rheological and breadmaking properties of dough. Foods, 10(5), 1087.

Bosmans, G. M., Lagrain, B., Ooms, N., Fierens, E., & Delcour, J. A. (2013). Biopolymer interactions, water dynamics, and bread crumb firming. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(19), 4646-4654.*

Bresciani, A., & Marti, A. (2019). Using pulses in baked products: Lights, shadows, and potential solutions. Foods, 8(10), 451.

Brinch-Pedersen H, Madsen CK, Holme IB,Dionisio G (2014). Increased understanding of the cereal phytase complement for better mineral bioavailability and resource management. *Journal of Cereal Science 59(3):371-381.*

Bucsella, B., Molnár, D., Harasztos, A. H., & Tömösközi, S. (2016). Comparison of the rheological and end-product properties of an industrial aleurone-rich wheat flour, whole grain wheat and rye flour. *Journal of Cereal Science, 69, 40-48.*

Buddrick, O., Jones, O. A., Cornell, H. J., & Small, D. M. (2014). The influence of fermentation processes and cereal grains in wholegrain bread on reducing phytate content. *Journal of Cereal Science, 59(1), 3-8.*

Burchenko, L., Bilyk, O., Yu, B., Perederii, I., & Kochubei-Lytvynenko, O. (2018). Intestigation of the effect of a mixture of sprouted grains on the

quality and nutritional value of bakery products. Технологический аудит и резервы производства, 6(3 (44)), 42-47.

Cáceres, P. J., Peñas, E., Martinez-Villaluenga, C., Amigo, L., & Frias, J. (2017). Enhancement of biologically active compounds in germinated brown rice and the effect of sun-drying. *Journal of Cereal Science, 73, 1-9.*

Călinoiu, L. F., & Vodnar, D. C. (2018). Whole grains and phenolic acids: A review on bioactivity, functionality, health benefits and bioavailability. Nutrients, 10(11), 1615.

Camerlengo, F., Frittelli, A., Sparks, C., Doherty, A., Martignago, D., Larré, C., ... & Masci, S. (2020). CRISPR-Cas9 multiplex editing of the α-amylase/trypsin inhibitor genes to reduce allergen proteins in durum wheat. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4, 104.

Cardone, G., D'Incecco, P., Pagani, M. A., & Marti, A. (2020). Sprouting improves the bread making performance of whole wheat flour (Triticum aestivum L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(6), 2453-2459.*

Cardoso, R. V., Fernandes, Â., Heleno, S. A., Rodrigues, P., Gonzaléz-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. Food Chemistry, 280, 123-129.

Casper, J.L.; Atwell, W.A. (2014). Gluten-Free Baked Products. AACC International, Inc, St. Paul.

Charoenthaikij, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Prinyawiwatkul, W., & Tungtrakul, P. (2010). Germination conditions affect selected quality of composite wheat-germinated brown rice flour and bread formulations. *Journal of Food Science, 75(6), S312-S318.*

Ciudad-Mulero, M.; Barros, L.; Fernandes, Â.; Ferreira, I.C.F.R.; Callejo, M.J.; Matallana-González, M.C.; Fernández-Ruiz, V.; Morales, P.; Carrillo, J.M(2020). Potential health claims of durum and bread wheat flours as functional ingredients. Nutrients, 12, 504.

Coelho, M. S., & de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2015). Effects of substituting chia (Salvia hispanica L.) flour or seeds for wheat flour on the quality of the bread. LWT-Food Science and Technology, 60(2), 729-736.

Cohen, M. M. (2014). Tulsi-Ocimum sanctum: A herb for all reasons. Journal of Ayurveda and integrative medicine, 5(4), 251.

Cutignano, A., Mamone, G., Boscaino, F., Ceriotti, A., Maccaferri, M., & Picariello, G. (2021). Monitoring changes of lipid composition in durum wheat during grain development. *Journal of Cereal Science, 97, 103131.*

Czaja, T., Sobota, A., & Szostak, R. (2020). Quantification of ash and moisture in wheat flour by Raman spectroscopy. Foods, 9(3), 280.

Daneluti, A. L. M., & Matos, J. D. R. (2013). Study of thermal behavior of phytic acid. Brazilian *Journal of Pharmaceutical Sciences, 49, 275-283.*

De Vuyst , L.; Van Kerrebroeck, S.; Harth, H.; Huys, G.; Daniel, H.-M.; Weckx, S (2014). Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or buniform? Food Microbiol., 37, 11–29.

Đekić, V., Popović, V., Brankovic, S., Terzic, D., & Đurić, N. (2017). Grain yield and yield components of winter barley. Agriculture and Forestry, 63(1).

DeMan, J. M., Finley, J. W., Hurst, W. J., & Lee, C. Y. (1999). Principles of food chemistry (Vol. 1, pp. 23-30). Gaithersburg: Aspen Publishers.

Deora, N. S. (2018). Whole wheat flour stability: An insight. Acta scientific nutritional health, 2(3), 8-18.

Doblado-Maldonado, A. F., Pike, O. A., Sweley, J. C., & Rose, D. J. (2012). Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage. *Journal of cereal science, 56(2), 119-126.*

Dziki, D., & Gawlik-Dziki, U. (2019). Processing of germinated grains. In Sprouted Grains (pp. 69-90). AACC International Press.

Ehmke, L. C. (2017). Impact of controlled sprouting of wheat kernels on bread baking performance (Doctoral dissertation, Kansas State University).

Erbersdobler, H. F., Barth, C. A., & Jahreis, G. (2017). Grain Legumes in the Human Nutrition Nutrient Content and Protein Quality of Pulses. Ernahrungs Umschau, 64(10), M550-M554.

Fadda, C., Sanguinetti, A. M., Del Caro, A., Collar, C., & Piga, A. (2014). Bread staling: Updating the view. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(4), 473-492.

Farooqui, A. S., Syed, H. M., Talpade, N. N., Sontakke, M. D., & Ghatge, P. U. (2018). Influence of germination on chemical and nutritional properties of Barley flour. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(2), 3855-3858.*

Finnie, S., Brovelli, V., & Nelson, D. (2019). Sprouted grains as a food ingredient. In Sprouted grains (pp. 113-142). AACC International Press.

Gaglio, R., Alfonzo, A., Barbera, M., Franciosi, E., Francesca, N., Moschetti, G., & Settanni, L. (2020). Persistence of a mixed lactic acid bacterial starter culture during lysine fortification of sourdough breads by addition of pistachio powder. Food microbiology, 86, 103349.

Gale, F., Valdes, C., & Ash, M. (2019). Interdependence of China, United States, and Brazil in soybean trade. New York: US Department of Agriculture's Economic Research Service (ERS) Report, 1-48.

Garcia, M. V., & Copetti, M. V. (2019). Alternative methods for mould spoilage control in bread and bakery products. *International Food Research Journal, 26(3), 737-749.*

Gawlik Dziki, U., Dziki, D., Pietrzak, W., & Nowak, R. (2017). Phenolic acids prolife and antioxidant properties of bread enriched with sprouted wheat flour. *Journal of Food Biochemistry, 41(4), e12386.*

Giannone, V., Lauro, M. R., Spina, A., Pasqualone, A., Auditore, L., Puglisi, I., & Puglisi, G. (2016). A novel α-amylase-lipase formulation as anti-staling agent in durum wheat bread. LWT-Food Science and Technology, 65, 381-389.

Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., & Rizzello, C. G. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International journal of food microbiology, 302, 103-113.*

Gong, L., Cao, W., Chi, H., Wang, J., Zhang, H., Liu, J., & Sun, B. (2018). Whole cereal grains and potential health effects: Involvement of the gut microbiota. Food research international, 103, 84-102.

Gonzalez-Thuillier, I., Salt, L., Chope, G., Penson, S., Skeggs, P., Tosi, P & Haslam, R. P. (2015). Distribution of lipids in the grain of wheat (cv. Hereward) determined by lipidomic analysis of milling and pearling

fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(49), 10705-10716.*

Grant, C. A., Bailey, L. D., Harapiak, J. T., & Flore, N. A. (2002). Effect of phosphate source, rate and cadmium content and use of Penicillium bilaii on phosphorus, zinc and cadmium concentration in durum wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(3), 301-308.*

Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. Food Hydrocolloids, 97, 105242.

Gujjaiah, S. A. V. I. T. H. A., & Kumari, C. H. A. N. D. R. A. (2013). Evaluation of changes in α-amylase, β-amylase and protease during .germination of cereals. Int. J. Agric. Sci. Res, 3(3), 55-62

Gunenc, A. (2014). Extraction, bioactivity, and stability of wheat bran alkylresorcinols (Doctoral dissertation, Carleton University).

Gupta, R. K., Gangoliya, S. S., & Singh, N. K. (2015). Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *Journal of food science and technology, 52(2), 676-684.*

Guttieri, M. J., Becker, C., & Souza, E. J. (2004). Application of wheat meal solvent retention capacity tests within soft wheat breeding populations. Cereal Chemistry, 81(2), 261-266.

Hashemi, S. M. B., Gholamhosseinpour, A., & Khaneghah, A. M. (2019). Fermentation of acorn dough by lactobacilli strains: Phytic acid degradation and antioxidant activity. LWT, 100, 144-149.

Hasjim, J., Li, E., & Dhital, S. (2013). Milling of rice grains: Effects of starch/flour structures on gelatinization and pasting properties. Carbohydrate polymers, 92(1), 682-690.

Hassall, K. L., & Mead, A. (2018). Beyond the one-way ANOVA for'omics data. BMC bioinformatics, 19(7), 109-126.

Hassoon, W. H., & Dziki, D. (2019). Grinding characteristics and heat of combustion of sprouted wheat. Mechanization in agriculture & Conserving of the resources, 65(4), 117-119.

Hemery, Y., Chaurand, M., Holopainen, U., Lampi, A. M., Lehtinen, P., Piironen, V., ... & Rouau, X. (2011). Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, part I: Influence of ultra-fine grinding. *Journal of Cereal Science, 53(1), 1-8.*

Heuzé, V., Tran, G., Noziere, P., Lessire, M., & Lebas, F. (2015). Soybean seeds. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO.

Hoseney, R. C. (1986). Principles of cereal science and technology. A general reference on cereal foods. American Association of Cereal Chemists, Inc.

Hu, C., Wong, W. T., Wu, R., & Lai, W. F. (2020). Biochemistry and use of soybean isoflavones in functional food development. Critical reviews in food science and nutrition, 60(12), 2098-2112.

Hübner, F and Arendt, E. K. (2013). Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, (53): 853-861.

Huang, W., Li, L., Wang, F., Wan, J., Tilley, M., Ren, C., & Wu, S. (2010). Effects of transglutaminase on the rheological and Mixolab thermomechanical characteristics of oat dough. Food Chemistry, 121(4), 934-939.

Islam, S., Yu, Z., She, M., Zhao, Y., & Ma, W. (2019). Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 6(3), 279-287.

Iuliana, B.,Georgeta, S.,Sorina, l.V.,δ luliana ,A .(2012). Effect of the addition of wheat bran stream on dough rheology and bread quality. The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle Vl-Food Technology, 36(1), 39-52.

Jacela, J. Y., DeRouchey, J. M., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Renter, D. G., & Dritz, S. S. (2010). Feed additives for swine: Fact sheets–prebiotics and probiotics, and phytogenics. *Journal of Swine Health and Production, 18(3), 132-136.*

Janssen, F., Wouters, A. G., Pauly, A., & Delcour, J. A. (2018). Relating the composition and air/water interfacial properties of wheat, rye, barley, and oat dough liquor. Food chemistry, 264, 126-134.

Jayachandran, M., & Xu, B. (2019). An insight into the health benefits of fermented soy products. Food chemistry, 271, 362-371.

Jeffrey, L. C., & Atwell, W. A. (2014). Gluten-free baked products. AACC International.

Jenkins, D. J., Mirrahimi, A., Srichaikul, K., Berryman, C. E., Wang, L., Carleton, A., ... & Kris-Etherton, P. M. (2010). Soy protein reduces serum cholesterol by both intrinsic and food displacement mechanisms. The *Journal of nutrition, 140(12), 2302S-2311S.*

Joel, N., & U, M. Z. (2011). Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends. African *Journal of Food Science, 5(8), 466-472.*

Johnston, R., Martin, J. M., Vetch, J. M., Byker Shanks, C., Finnie, S., & Giroux, M. J. (2019). Controlled sprouting in wheat increases quality and consumer acceptability of whole-wheat bread. Cereal Chemistry, 96(5), 866-877.

Kamanda, J. H., Van de Vossenberg, J., Visvanathan, C., Babel, M. S., & Leone, S. (2015). Potential of wetland ecological engineering for surface water and landscape improvement through AIT Eco-campus development Doctoral dissertation, UNESCO-IHE.

Kaushik, G., Satya, S., & Naik, S. N. (2010). Effect of domestic processing techniques on the nutritional quality of the soybean. Mediterranean *Journal of Nutrition and Metabolism, 3(1), 39-46.*

Kornelia, T. K., Chandra-Hioe, M. V., Frank, D., & Arcot, J. (2018). Enhancing wheat muffin aroma through addition of germinated and fermented Australian sweet lupin (Lupinus angustifolius L.) and soybean (Glycine max L.) flour. Lwt, 96, 205-214.

Krapf, J. (2021). Investigation of the use of sprouted grains as feedstock for directly expanded cereals.

Kumar, P., Yadava, R. K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R. K., & Yadav, S. (2011). Nutritional contents and medicinal properties of wheat: a review. Life Sciences and Medicine Research, 22(1), 1-10.

Kumral, A. (2015). Nutritional, chemical and microbiological changes during fermentation of tarhana formulated with different flours. *Chemistry Central Journal, 9(1), 1-8.*

Kurek, M., & Wyrwisz, J. (2015). The application of dietary fiber in bread products. *Journal of Food Process Technol, 6(5), 1-4.*

Larkin, P. J., Liu, Q., Vanhercke, T., Zhou, X. R., Bose, U., Broadbent, J. A., ... & Newberry, M. (2021). Transgenic wheat with increased endosperm lipid–Impacts on grain composition and baking quality. *Journal of Cereal Science, 101, 103289.*

Laxmi, G., Chaturvedi, N., & Richa, S. (2015). The impact of malting on nutritional composition of foxtail millet, wheat and chickpea. *Journal of Nutrition & Food Sciences, 5(5), 1-3.*

Ledaskar, P. S., Deshmukh, S. D., & Pardeshi, I. L. (2018). Development of appropriate process for sprouting of wheat grains. Trends in Biosciences, 11(30), 3589-3593.

Lee, S., & Campanella, O. (2013). Impulse viscoelastic characterization of wheat flour dough during fermentation. *Journal of Food Engineering, 118(3), 266-270.*

Lehrfeld, J. (1989) . High-Performance Liquid Chromotography Analysis of Phytic Acid on a PH-Stable,Macroporous Polymer Column.Cereal Chemistry. 66(6):510-515.

Lemmens, E., Moroni, A. V., Pagand, J., Heirbaut, P., Ritala, A., Karlen, Y., & Delcour, J. A. (2019). Impact of cereal seed sprouting on its nutritional and technological properties: A critical review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(1), 305-328.

Liu, T., Hou, G. G., Cardin, M., Marquart, L., & Dubat, A. (2017). Quality attributes of whole-wheat flour tortillas with sprouted whole-wheat flour substitution. LWT, 77, 1-7.

Luo, Y. W., Xie, W. H., Jin, X. X., Wang, Q., & He, Y. J. (2014). Effects of germination on iron, zinc, calcium, manganese, and copper availability from cereals and legumes. CyTA-*Journal of Food, 12(1), 22-26.*

Ma, F., Bell, A. E., & Davis, F. J. (2015). Effects of high-hydrostatic pressure and pH treatments on the emulsification properties of gum arabic. Food chemistry, 184, 114-121.

Mabrouki, S., Omri, B., Abdouli, H., & Tayachi, L. (2015). Chemical, functional and nutritional characteristics of raw, autoclaved and germinated fenugreek seeds. *Journal of New Sciences, 16, 541-551.*

Madsen, C. K., & Brinch-Pedersen, H. (2019). Molecular advances on phytases in barley and wheat. *International Journal of Molecular Sciences, 20(10), 2459.*

Makinde, F. M., & Akinoso, R. (2014). Comparison between the nutritional quality of flour obtained from raw, roasted and fermented sesame (Sesamum indicum L.) seed grown in Nigeria. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 13(3), 309-319.

Man, S. M., Păucean, A., Călian, I. D., Mureșan, V., Chiș, M. S., Pop, A., & Muste, S. (2019). Influence of fenugreek flour (Trigonella foenum-graecum L.) addition on the technofunctional properties of dark wheat flour. *Journal of Food Quality, 2019.*

Markiewicz-Keszycka, M., Casado-Gavalda, M. P., Cama-Moncunill, X., Cama-Moncunill, R., Dixit, Y., Cullen, P. J., & Sullivan, C. (2018). Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) for rapid analysis of ash, potassium and magnesium in gluten free flours. Food Chemistry, 244, 324-330.

Marti, A., Cardone, G., Nicolodi, A., Quaglia, L., & Pagani, M. A. (2017). Sprouted wheat as an alternative to conventional flour improvers in bread-making. LWT, 80, 230-236.

Martinez, A. P. C., Martinez, P. C. C., Souza, M. C., & Brazaca, S. G. C. (2011). Chemical change in soybean grains with germination. Food Science and Technology, 31, 23-30 .

Masiá, C., Jensen, P. E., & Buldo, P. (2020). Effect of Lactobacillus rhamnosus on physicochemical properties of fermented plant-based raw materials. Foods, 9(9), 1182.

Matignon, A., & Tecante, A. (2017). Starch retrogradation: From starch components to cereal products. Food Hydrocolloids, 68, 43-52.

Megat, R. M. R., Azrina, A., & Norhaizan, M. E. (2016). Effect of germination on total dietary fibre and total sugar in selected legumes. *International Food Research Journal, 23(1), 257-261.*

Melis, S., Foubert, I., & Delcour, J. A. (2021). Normal-phase HPLC-ELSD to compare lipid profiles of different wheat flours. Foods, 10(2), 428.

Min, B., González-Thuillier, I., Powers, S. J., Wilde, P., Shewry, P. R., & Haslam, R. P. (2017). Effects of cultivar and nitrogen nutrition on the lipid composition of wheat flour. *Journal of agricultural and food chemistry, 65(26), 5427-5434.*

Minz, P. S., C. Singh and I. K. Sawhney (2013). Color Measurement of food products. 25th National Training, CAFT, Dairy Processing. 130- 133. India.

Mir, S. A., Naik, H. R., Shah, M. A., Mir, M. M., Wani, M. H., & Bhat, M. A. (2014). Indian flat breads: a review. Food and Nutrition Sciences.

Moongngarm, A., & Saetung, N. (2010). Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. Food chemistry, 122(3), 782-788.

Mostafa, M., Fakharany, A., & Abbas, M. (2021). Replacing effect of Jerusalem artichoke flour (Helianthus tuberosus L.) instead of margarine on shortened biscuit characteristics. Fayoum *Journal of Agricultural Research and Development, 35(2), 259-273.*

Muñoz-Llandes, C. B., Guzmán-Ortiz, F. A., Román-Gutiérrez, A. D., Palma-Rodríguez, H. M., Castro-Rosas, J., Hernández-Sánchez, H., ... & Vargas-Torres, A. (2022). Effect of germination time on protein subunits of Lupinus angustifolius L. and its influence on functional properties and protein digestibility. Food Science and Technology, 42.

Nadeem, M., Anjum, F. M., Amir, R. M., Khan, M. R., Hussain, S., & Javed, M. S. (2010). An overview of anti-nutritional factors in cereal grains with special reference to wheat-A review. Pakistan *Journal of Food Sciences, 20(1-4), 54-61.*

Narducci, V., Finotti, E., Galli, V., & Carcea, M. (2019). Lipids and fatty acids in Italian durum wheat (Triticum durum Desf.) cultivars. Foods, 8(6), 223.

Nassar, M., Hiraishi, N., Islam, M. S., Romero, M. J., Otsuki, M., & Tagami, J. (2020). Effect of phytic acid as an endodontic chelator on resin adhesion to sodium hypochlorite-treated dentin. Restorative Dentistry & Endodontics, 45(4).

Nasser, J. M., & Hammood, E. K. (2019). Effect of natural phytase, fermentation, and baking processes on phytate degradation in wheat bread manufactured from local mills flour. *Iraqi Journal of Science, 1920-1927.*

Ngatchic, J. T. M., Sokeng, S. D., Njintang, N. Y., Maoundombaye, T., Oben, J., & Mbofung, C. M. F. (2013). Evaluation of some selected blood parameters and histopathology of liver and kidney of rats fed protein-substituted mucuna flour and derived protein rich product. Food and chemical toxicology, 57, 46-53.

Nissar, J., Ahad, T., Naik, H. R., & Hussain, S. Z. (2017). A review phytic acid: As antinutrient or nutraceutical. J. Pharmacogn. Phytochem, 6(6), 1554-1560.

Nkhata, S. G., Ayua, E., Kamau, E. H., & Shingiro, J. B. (2018). Fermentation and germination improve nutritional value of cereals and legumes through activation of endogenous enzymes. *Food science & nutrition, 6(8), 2446-2458.*

Norazalina,S.,norhaizan,M.E.,Hairuszah, l.,and Nurul. H.S(2011). Optimization of optimum condition for phytic acid extraction from rice bran .*African Journal of Plant Science,5(3),168-175.*

Nwosu, J. N., Owuamanam, C. I., Omeire, G. C., & Eke, C. C. (2014). Quality parameters of bread produced from substitution of wheat flour with cassava flour using soybean as an improver. *American Journal of Research Communication, 2(3), 99-118.*

Oboh, G., Ademiluyi, A. O., & Akindahunsi, A. A. (2010). The effect of roasting on the nutritional and antioxidant properties of yellow and white maize varieties. *International journal of food science & technology, 45(6), 1236-1242.*

Oghbaei, M., & Prakash, J. (2016). Effect of primary processing of cereals and legumes on its nutritional quality: A comprehensive review. *Cogent Food & Agriculture, 2(1), 1136015.*

Omedi, J. O., Huang, W., Su, X., Liu, R., Tang, X., Xu, Y., & Rayas-Duarte, P. (2016). Effect of five lactic acid bacteria starter type on angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity and emulsifying properties of soy flour sourdoughs with and without wheat bran supplementation. *Journal of Cereal Science, 69, 57-63.*

Onyeka, E. U., & Obeleagu, O. S. (2013). Production and evaluation of specialty bread from sprouted mixed-grains. *African Journal of Food Science, 7(4), 63-70.*

Patrascu, L., Banu, I., Vasilean, I., & Aprodu, I. (2016). Effects of Germination and Fermentation on the Functionality of Whole Soy Flour. Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Animal Science & Biotechnologies, 73(2).

Pawar, V. S., Shere, D. M., & Khapre, A. P. (2016). Effect of sprouting treatment on quality characteristics of cereal-legume based extruded product. *International Journal of Food and Fermentation Technology, 6(1), 35.*

Petrović, J., Pajin, B., Lončarević, I., Šaponjac, V. T., Nikolić, I., Ačkar, Đ., & Zarić, D. (2019). Encapsulated sour cherry pomace extract: Effect on the colour and rheology of cookie dough. Food Science and Technology International, 25(2), 130-140.

Polese, B., Nicolai, E., Genovese, D., Verlezza, V., La Sala, C. N., Aiello, M., ... & Cuomo, R. (2018). Postprandial gastrointestinal function differs after acute administration of sourdough compared with brewer's yeast bakery products in healthy adults. *The Journal of Nutrition, 148(2), 202-208.*

Pontonio, E., Di Cagno, R., Mahony, J., Lanera, A., De Angelis, M., van Sinderen, D., & Gobbetti, M. (2017). Sourdough authentication: Quantitative PCR to detect the lactic acid bacterial microbiota in breads. Scientific reports, 7(1), 1-13.

Poudel, R., Finnie, S., & Rose, D. J. (2019). Effects of wheat kernel germination time and drying temperature on compositional and end-use properties of the resulting whole wheat flour. *Journal of Cereal Science, 86, 33-40.*

Rebello, C. J., Greenway, F. L., & Finley, J. W. (2014). Whole grains and pulses: A comparison of the nutritional and health benefits. *Journal of agricultural and food chemistry, 62(29), 7029-7049.*

Rempelos, L., Baranski, M., Wang, J., Adams, T. N., Adebusuyi, K., Beckman, J. J., ... & Leifert, C. (2021). Integrated soil and crop management in organic agriculture: a logical framework to ensure food quality and human health?. Agronomy, 11(12), 2494.

Richter, K., Christiansen, K., & Guo, G. (2014). Wheat sprouting enhances bread baking performance. Cereal Foods World, 59(5), 231-233.

Rico, D., Peñas, E., García, M. D. C., Martínez-Villaluenga, C., Rai, D. K., Birsan, R. I., ... & Martín-Diana, A. B. (2020). Sprouted barley flour as a nutritious and functional ingredient. Foods, 9(3), 296.

Rodríguez-Miranda, J., Ruiz-López, I. I., Herman-Lara, E., Martínez-Sánchez, C. E., Delgado-Licon, E., & Vivar-Vera, M. A. (2011). Development of extruded snacks using taro (Colocasia esculenta) and nixtamalized maize (Zea mays) flour blends. LWT-Food Science and Technology, 44(3), 673-680.

Roohani, N., Hurrell, R., Wegmueller, R., & Schulin, R. (2012). Zinc and phytic acid in major foods consumed by a rural and a suburban population in central Iran. *Journal of Food Composition and Analysis, 28(1), 8-15.*

Saget, S., Costa, M., Barilli, E., de Vasconcelos, M. W., Santos, C. S., Styles, D., & Williams, M. (2020). Substituting wheat with chickpea flour in pasta production delivers more nutrition at a lower environmental cost. Sustainable Production and Consumption, 24, 26-38.

Sakandar, H. A., Hussain, R., Kubow, S., Sadiq, F. A., Huang, W., & Imran, M. (2019). Sourdough bread: A contemporary cereal fermented product. *Journal of Food Processing and Preservation, 43(3), e13883.*

Salt, L. J., González-Thuillier, I., Chope, G., Penson, S., Tosi, P., Haslam, R. P., ... & Wilde, P. J. (2018). Intrinsic wheat lipid composition effects the interfacial and foaming properties of dough liquor. Food Hydrocolloids, 75, 211-222.

Sedaghati, M., Kadivar, M., Shahedi, M., & Soltanizadeh, N. (2011). Evaluation of the Effect of Fermentation, Hydrothermal Treatment, Soda, and Table Salt

on Phytase Activity and Phytate Content of Three Iranian Wheat Cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology, 13(7), 1065-1075.*

Shahraki, R., Firouzi, M., Harati, H., Hesari, J., & Najafi, M. A. (2013). Fortification of cake with soy flour as a functional food. *J Basic Appl Sci Res, 3(2s), 336-341.*

Sherif, M. (2013). Soybean. Nutrition and Health. In: El-Shemy, H., Ed., Soybean—Bio-Active Compounds, InTech, Rijeka, 453-473

Shin, D. J., Kim, W., & Kim, Y. (2013). Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. Food Chemistry, 141(1), 517-523.

Shirotani, N., Hougaard, A. B., Lametsch, R., Petersen, M. A., Rattray, F. P., & Ipsen, R. (2021). Proteolytic activity of selected commercial Lactobacillus helveticus strains on soy protein isolates. Food Chemistry, 340, 128152.

Simmons, A. L., Smith, K. B., & Vodovotz, Y. (2012). Soy ingredients stabilize bread dough during frozen storage. *Journal of Cereal Science, 56(2), 232-238.*

Singh, J., Dartois, A., & Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: a review. Trends in Food Science & Technology, 21(4), 168-18.

Skendi, A., Biliaderis, C. G., Papageorgiou, M., & Izydorczyk, M. S. (2010). Effects of two barley β-glucan isolates on wheat flour dough and bread properties. Food Chemistry, 119(3), 1159-1167.

Spisni, E., Imbesi, V., Giovanardi, E., Petrocelli, G., Alvisi, P., & Valerii, M. C. (2019). Differential physiological responses elicited by ancient and heritage wheat cultivars compared to modern ones. Nutrients, 11(12), 2879.

Sun, R., Zhang, Z., Hu, X., Xing, Q., & Zhuo, W. (2015). Effect of wheat germ flour addition on wheat flour, dough and Chinese steamed bread properties. *Journal of Cereal Science, 64, 153-158.*

Sun, T., Wang, X., Cong, P., Xu, J., & Xue, C. (2020). Mass spectrometry-based lipidomics in food science and nutritional health: A comprehensive review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(5), 2530-2558.

Tchikoua, R. (2016). Application des Bactéries Lactiques Isolées du mais en Fermentation à L'amélioration de la Qualité Sanitaire et Physicochimique du Kutukutu. Ph. D. Thesis, 233.

Teleky, B. E., Martău, A. G., Ranga, F., Chețan, F., & Vodnar, D. C. (2020). Exploitation of lactic acid bacteria and Baker's yeast as single or multiple starter cultures of wheat flour dough enriched with soy flour. Biomolecules, 10(5), 778.

Tian, S. Q., Chen, Z. C., & Wei, Y. C. (2018). Measurement of colour-grained wheat nutrient compounds and the application of combination technology in dough. *Journal of Cereal Science, 83, 63-67.*

Tosi, P., He, J., Lovegrove, A., Gonzáles-Thuillier, I., Penson, S., & Shewry, P. R. (2018). Gradients in compositions in the starchy endosperm of wheat have implications for milling and processing. Trends in food science & technology, 82, 1-7.

Vadivel, V., & Biesalski, H. K. (2012). Effect of certain indigenous processing methods on the bioactive compounds of ten different wild type legume grains. *Journal of Food science and Technology, 49(6), 673-684.*

Voinea, A., Stroe, S. G., & Codină, G. G. (2020). The effect of sodium reduction by sea salt and dry sourdough addition on the wheat flour dough rheological properties. Foods, 9(5), 610.

Vellingiri V, Hans KB .(2010) .Effect of certain indigenous processing methods on the bioactive compounds of ten different wild type legume grains. *Journal of Food Sci Tech 49:673–684.*

Wu, F., & Xu, X. (2019). Sprouted grains-based fermented products. In Sprouted grains (pp. 143-173). AACC International Press.

Wu, Z., Song, L., & Huang, D. (2011, June). Polyphenolic antioxidants and phytoalexins changes in germinating legume seeds with food grade fungal Rhizopus oligoporus. In 12th Asian Food Conference) pp. 16-18.

Yang, S., Jeong, S., & Lee, S. (2020). Elucidation of rheological properties and baking performance of frozen doughs under different thawing conditions. *Journal of Food Engineering, 284, 110084*.

Yaqoob, S., Baba, W. N., Masoodi, F. A., Shafi, M., & Bazaz, R. (2018). Effect of sprouting on cake quality from wheat–barley flour blends. *Journal of Food Measurement and Characterization, 12(2), 1253-1265.*

Yildirim-Mavis, C., Yilmaz, M. T., Dertli, E., Arici, M., & Ozmen, D. (2019). Non-linear rheological (LAOS) behavior of sourdough-based dough. Food Hydrocolloids, 96, 481-492.

You, S. Y., Oh, S. G., Han, H. M., Jun, W., Hong, Y. S., & Chung, H. J. (2016). Impact of germination on the structures and in vitro digestibility of starch from waxy brown rice. *International Journal of Biological Macromolecules, 82, 863-870.*

Yu, Y., Jing, X., Li, H., Zhao, X., & Wang, D. (2016). Soy isoflavone consumption and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis. Scientific reports, 6(1), 1-9.

Zapotoczny, P., Żuk-Gołaszewska, K., & Ropelewska, E. (2016). Discrimination based on changes in the physical properties of fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) seeds subjected to various cultivation conditions. European Food Research and Technology, 242(3), 405-414.

Zhang, B., Zhao, Q., Guo, W., Bao, W., & Wang, X. (2018). Association of whole grain intake with all-cause, cardiovascular, and cancer mortality: a systematic review and dose–response meta-analysis from prospective cohort studies. *European journal of clinical nutrition, 72(1), 57-65.*

Zhao, J., Zhai, Z., Li, Y., Geng, S., Song, G., Guan, J., ... & Li, A. (2018). Genome-wide identification and expression profiling of the TCP family genes in spike and grain development of wheat (Triticum aestivum L.). Frontiers in plant science, 9, 1282.

Zhou, J., Liu, J., & Tang, X. (2018). Effects of whey and soy protein addition on bread rheological property of wheat flour. *Journal of texture studies, 49(1), 38-46.*

Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L., & Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. Food Hydrocolloids, 32(2), 213-220.

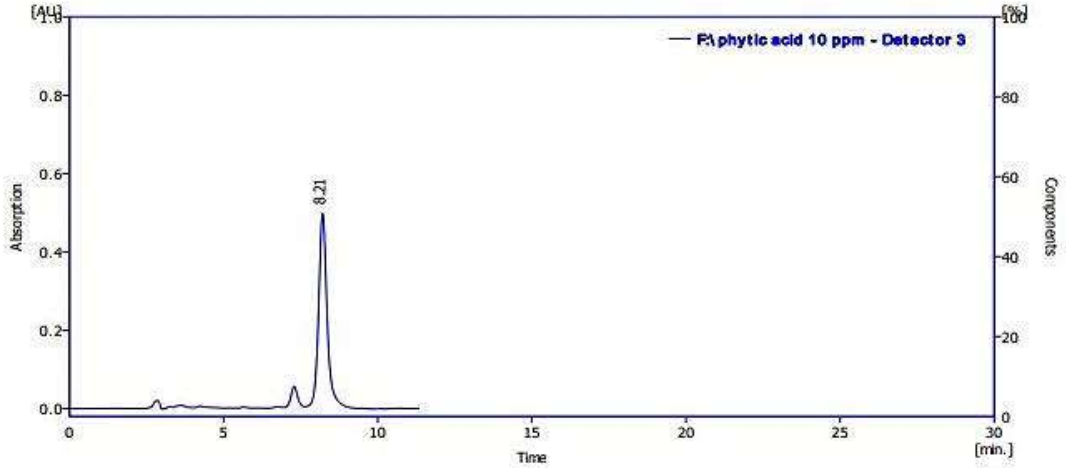
Zong, G., Gao, A., Hu, F. B., & Sun, Q. (2016). Whole grain intake and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. Circulation, 133(24), 2370-2380.

الملاحق

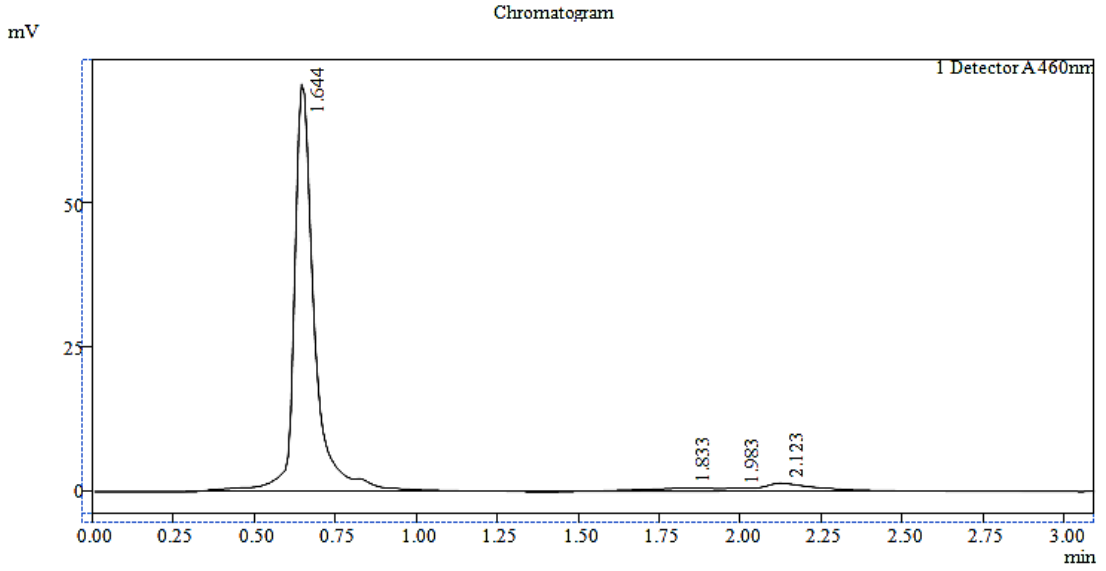
صورة (1) : خبز اللوف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا (في حالة النقع)

صورة (2): خبز اللوف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا (في حالة الإنبات)

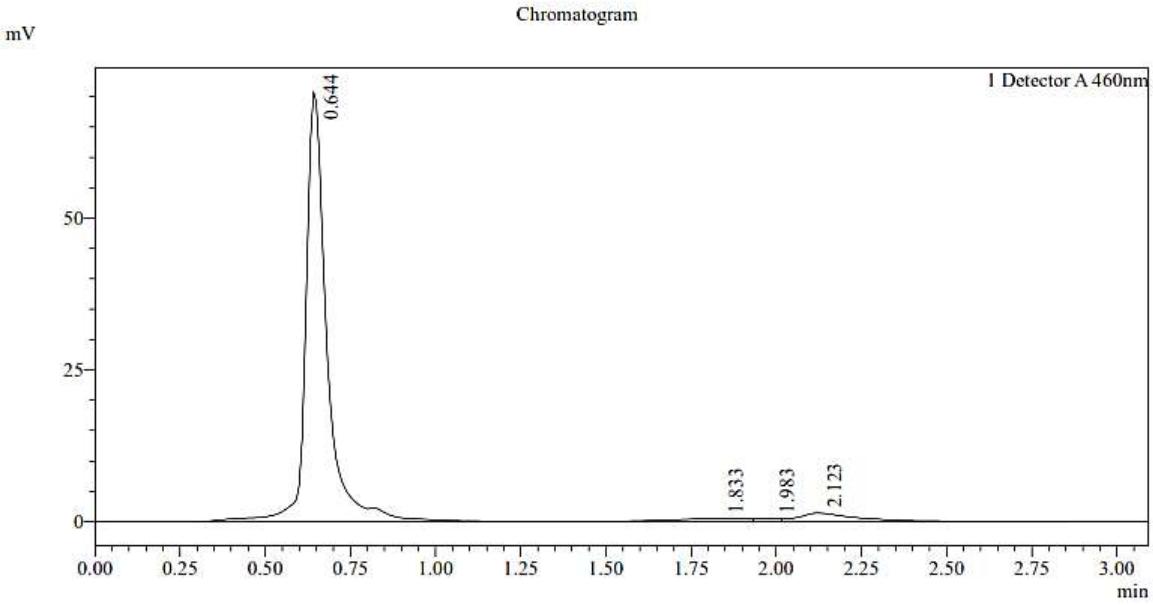
صورة (3): مقطع من خبز اللوف المصنع من طحين الحنطة وطحين فول الصويا



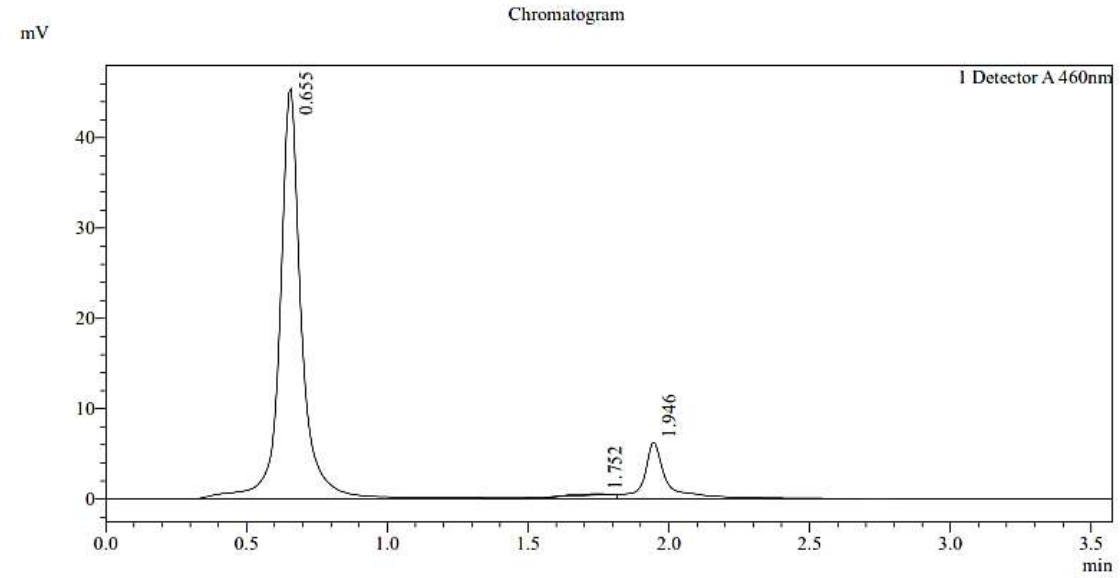
منحنى(1) : حامض الفايتك Phytic acid المقدر بجهاز HPLC لعينة القياسية لطحين الحنطة– إباء 99



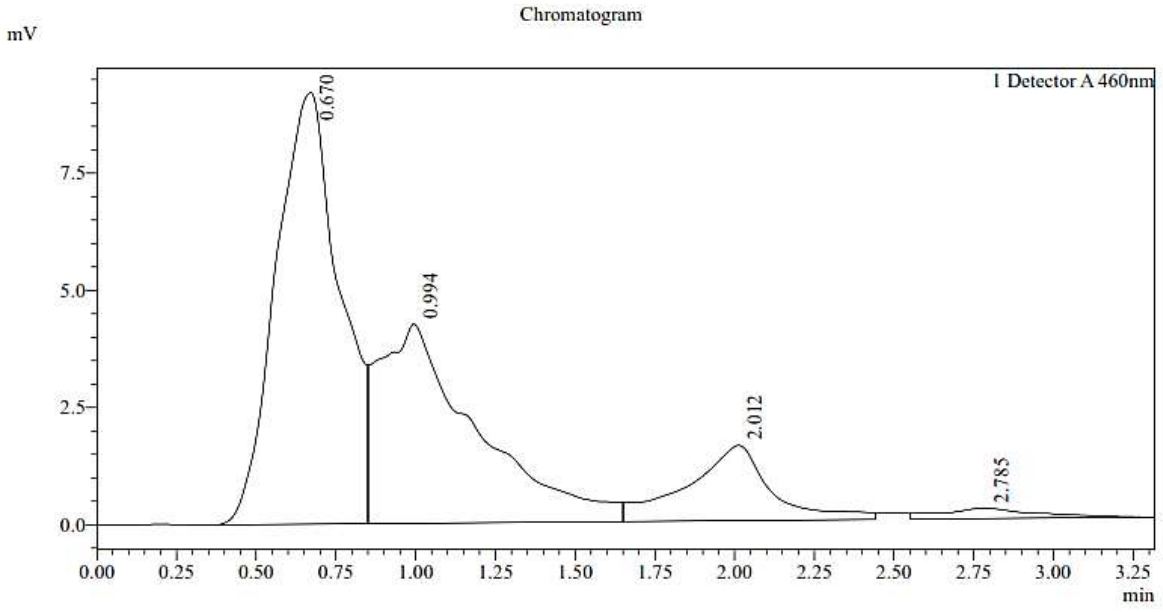
منحنى(2) : حامض الفايتك Phytic acid المقدر بجهاز HPLC لعينة القياسية لطحين فول الصويا



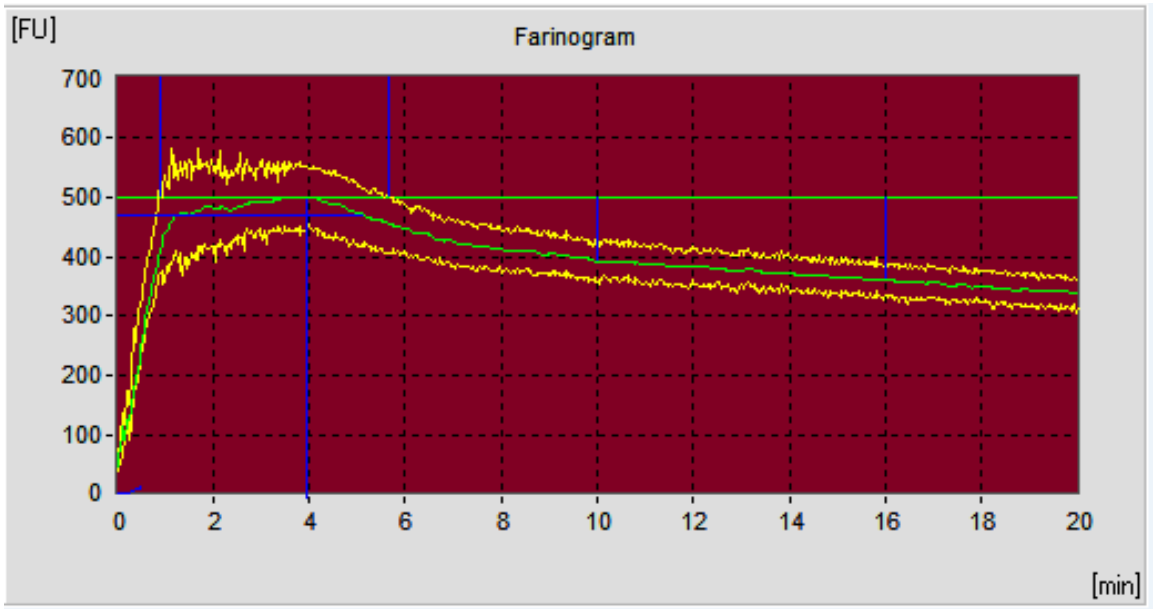
منحنى (3) : حامض الفايتك Phytic acid المقدر بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المنبت



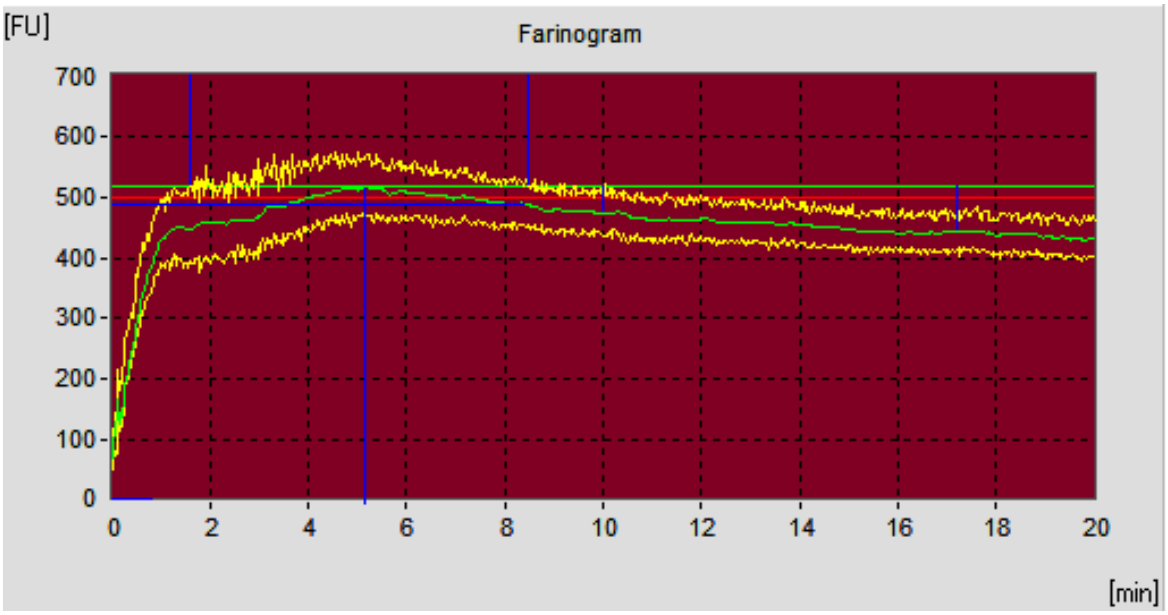
منحنى (4) : حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المنقوع



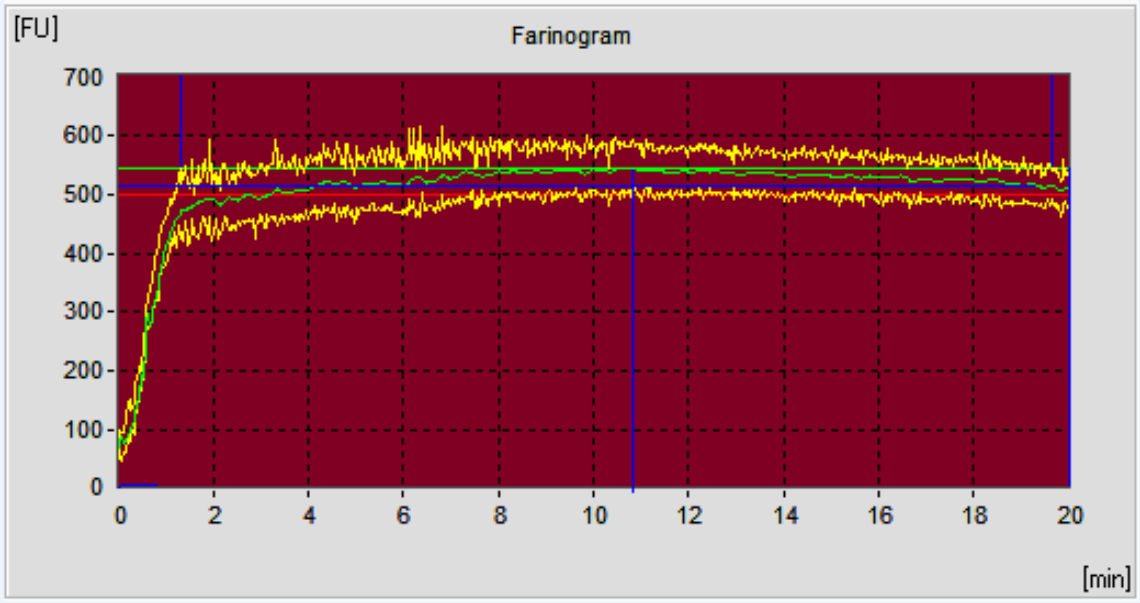
منحنى (5) : حامض الفايتك Phytic acid المقدرة بجهاز HPLC لعينة طحين فول الصويا المتخمر



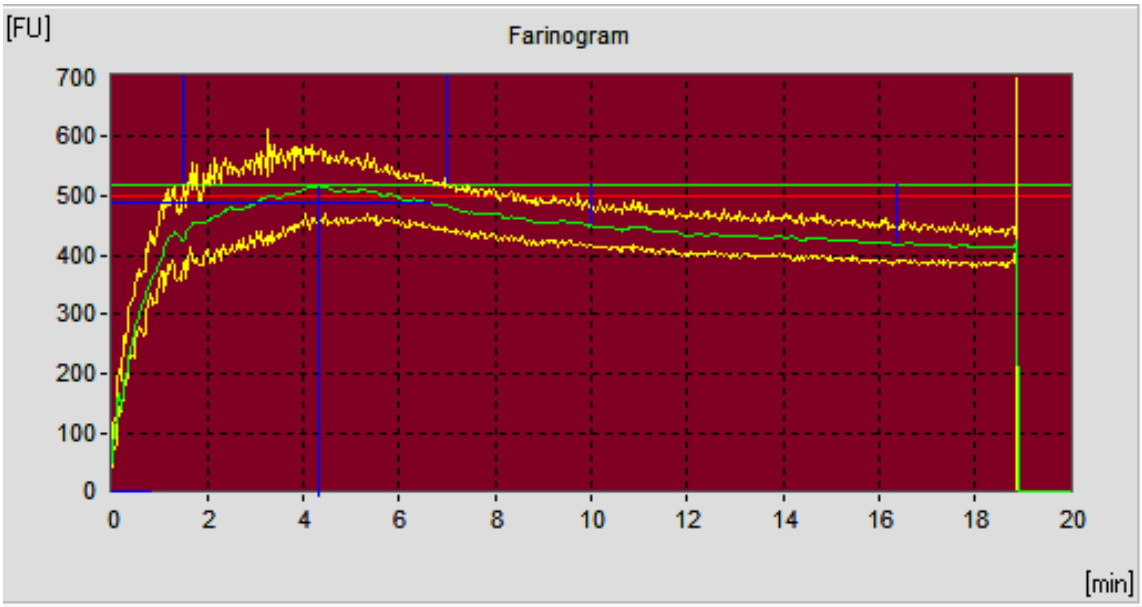
مخطط (1): جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة– إباء 99



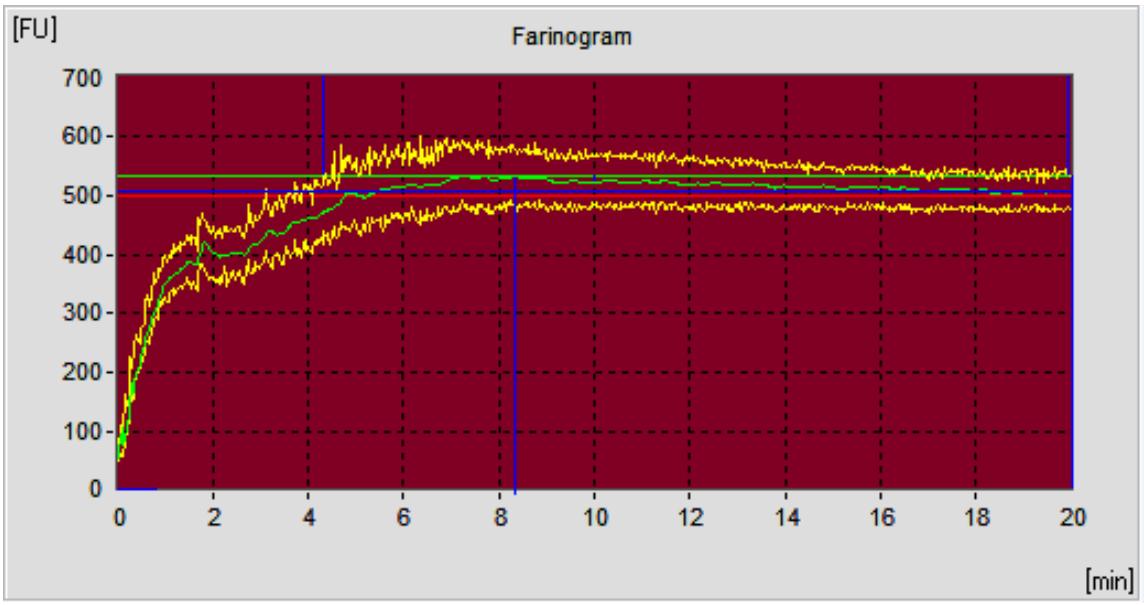
مخطط (2): جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%



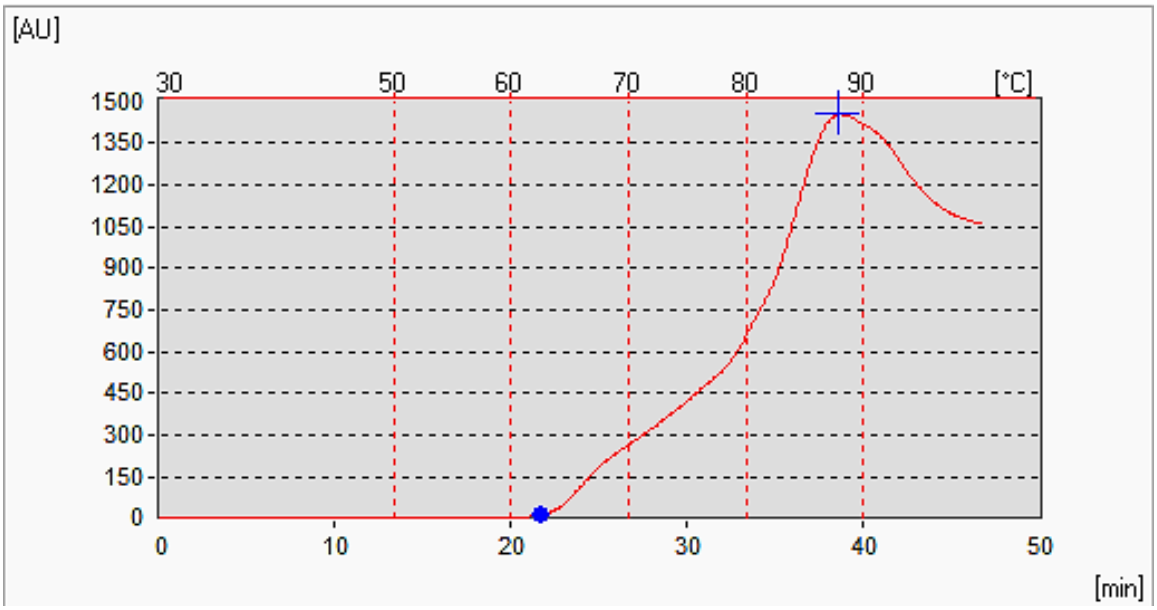
مخطط (3) : جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%



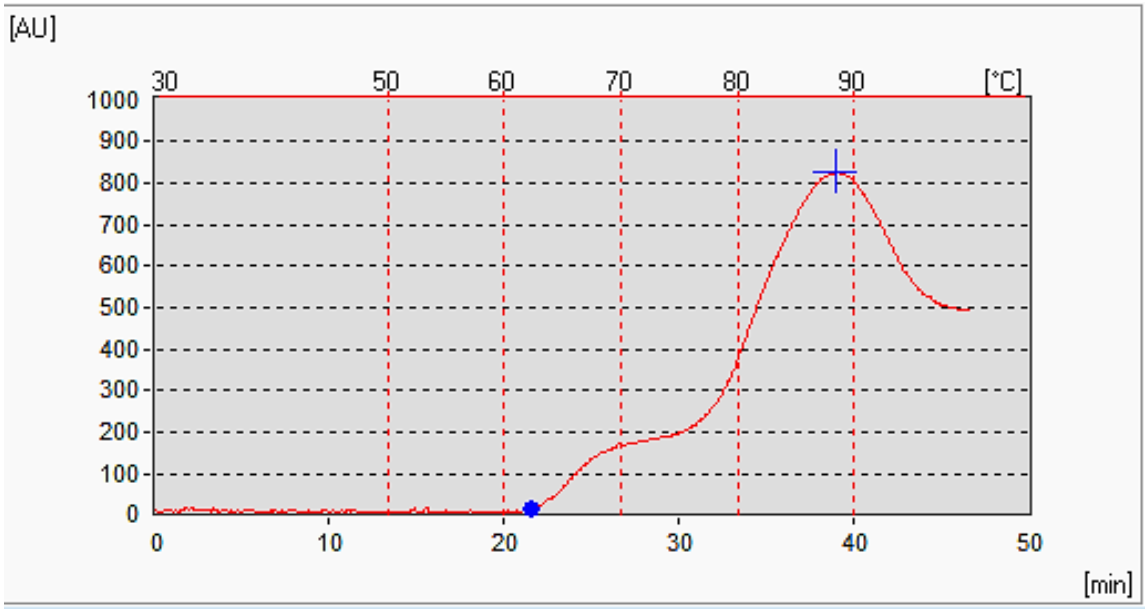
مخطط (4): جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%



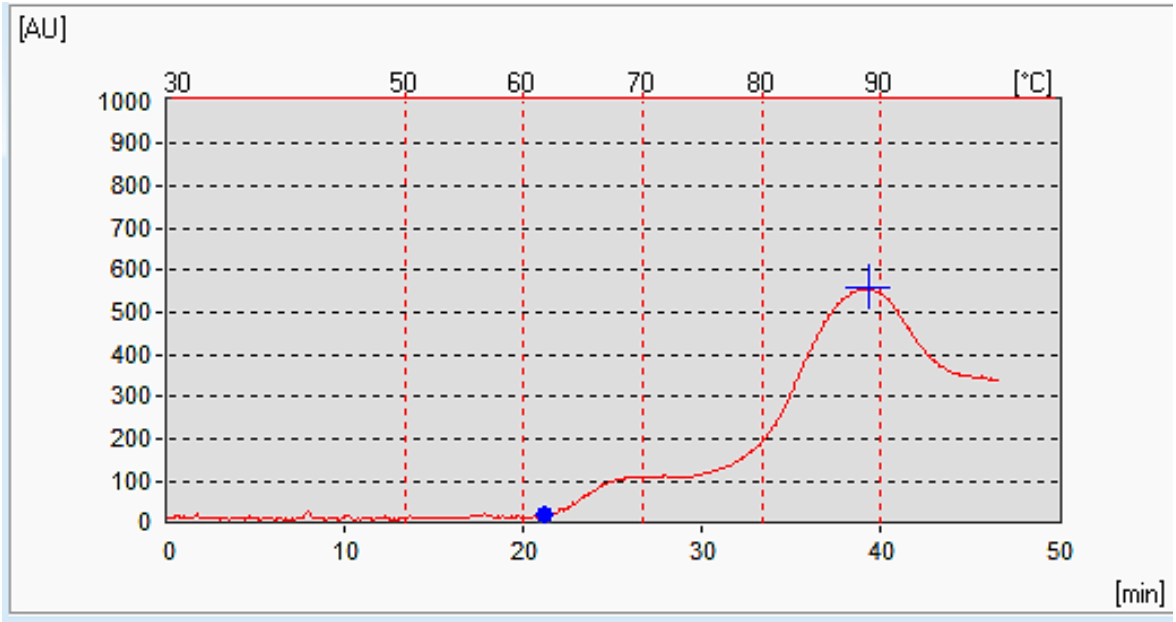
مخطط (5): جهاز الفارينوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%



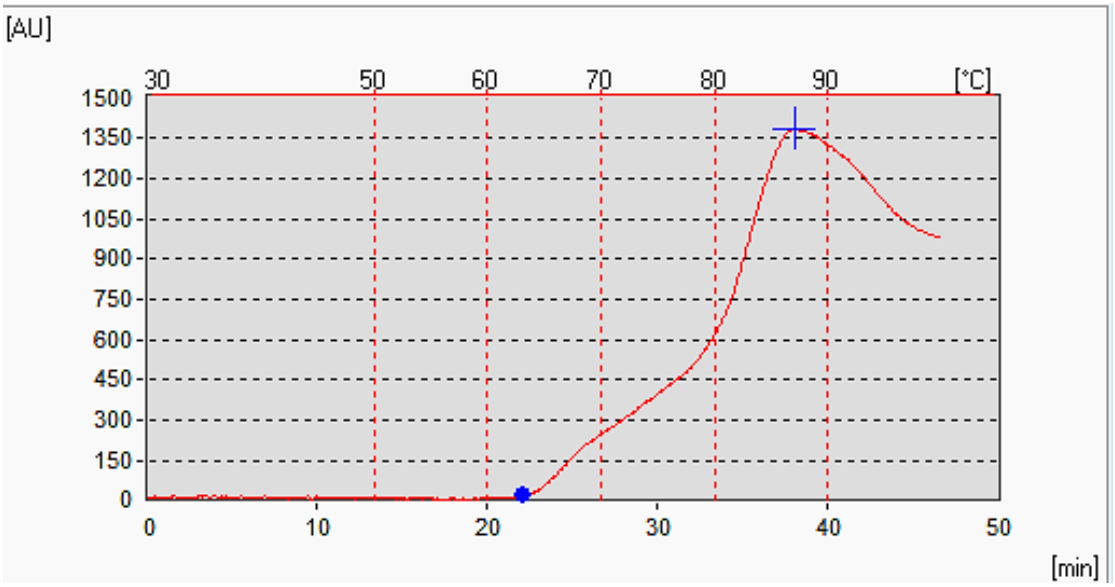
مخطط (6): جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة– إباء 99



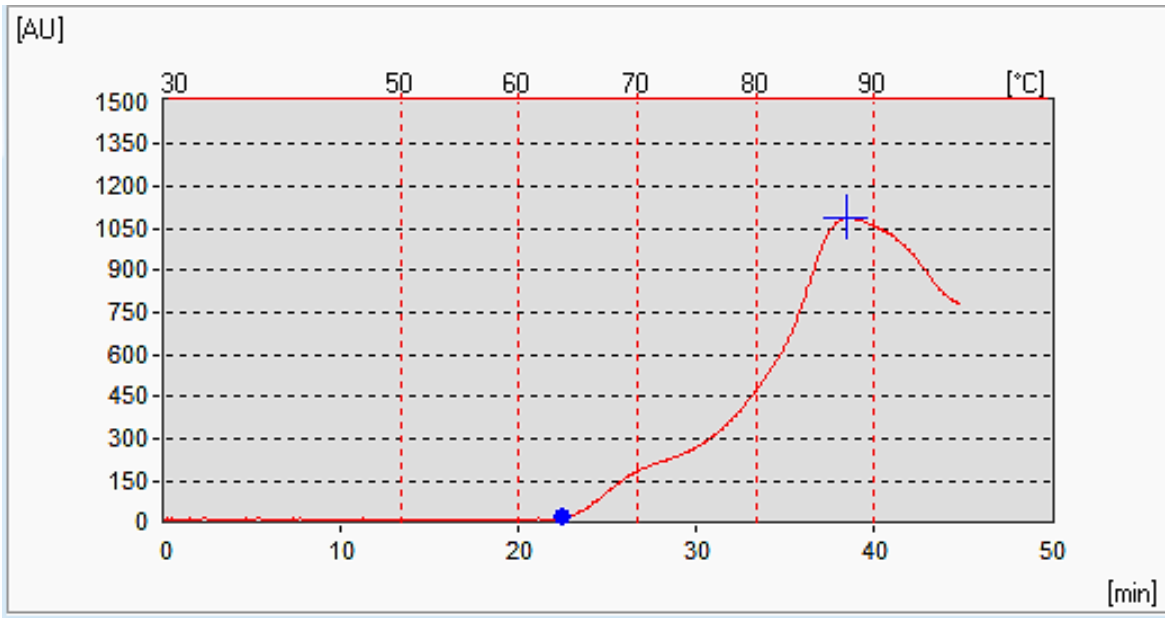
مخطط (7): جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%



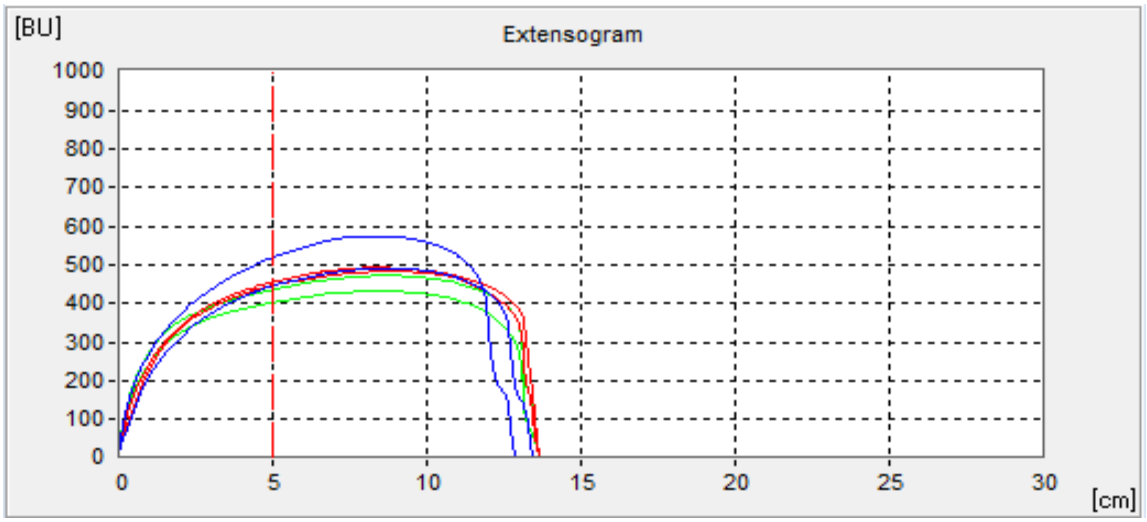
مخطط (8): جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%



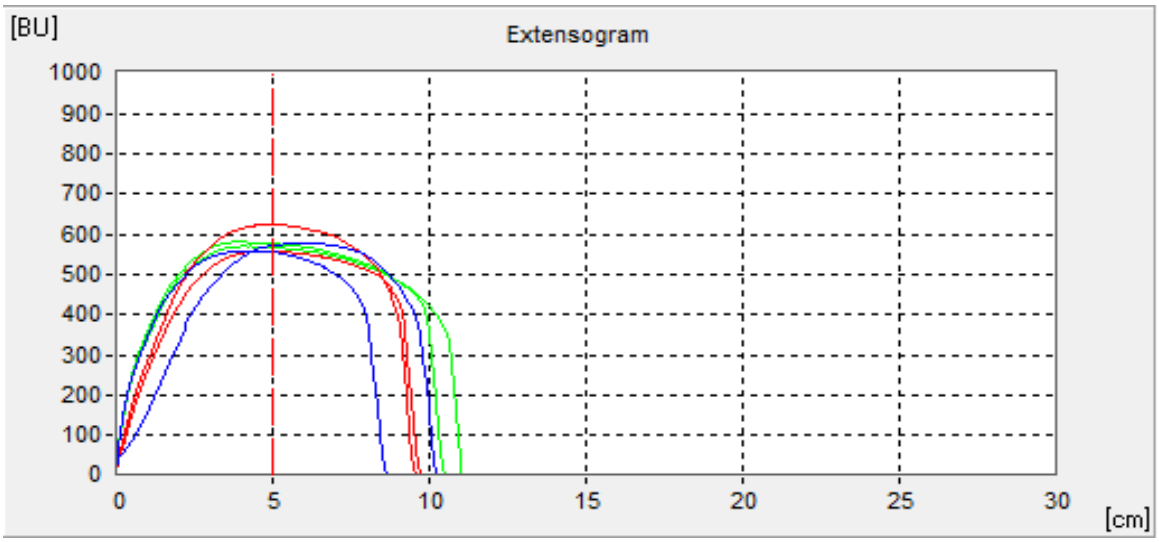
مخطط (9): جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%



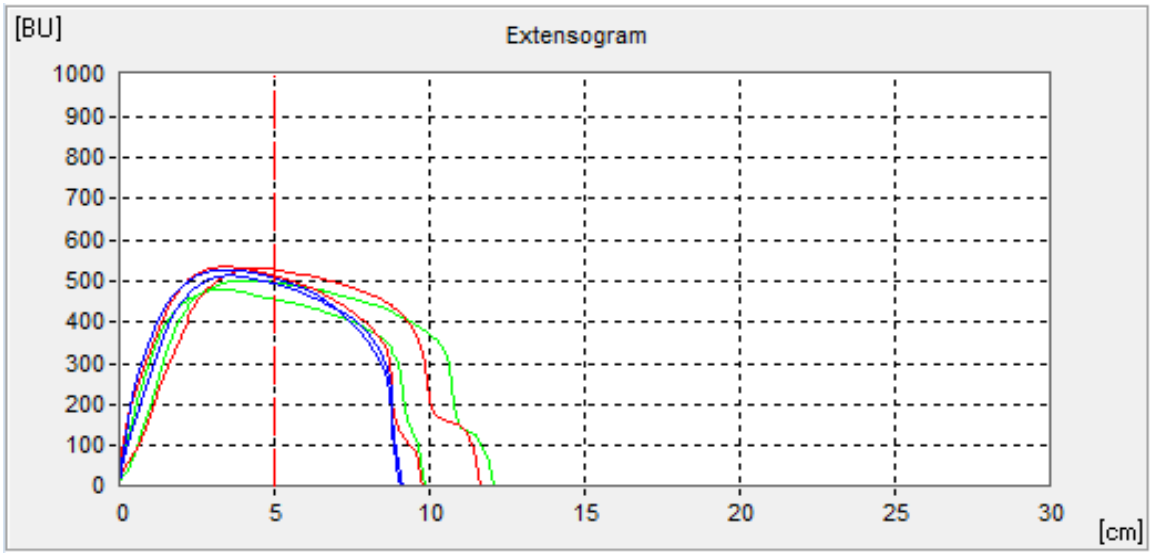
مخطط (10): جهاز الأميلوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%



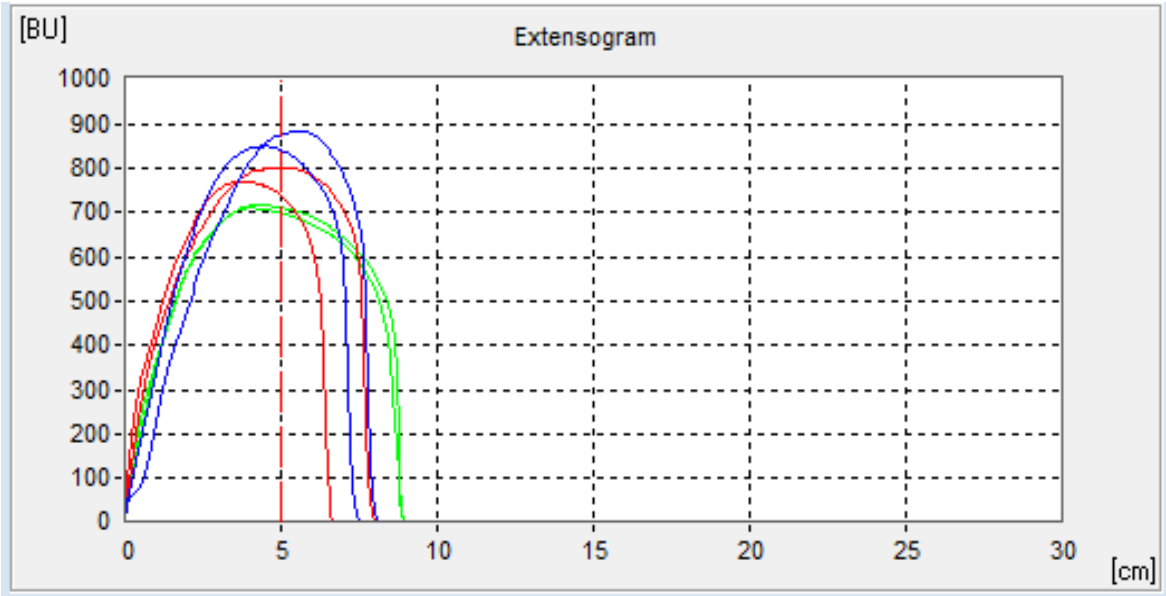
مخطط (11): جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة– إباء 99



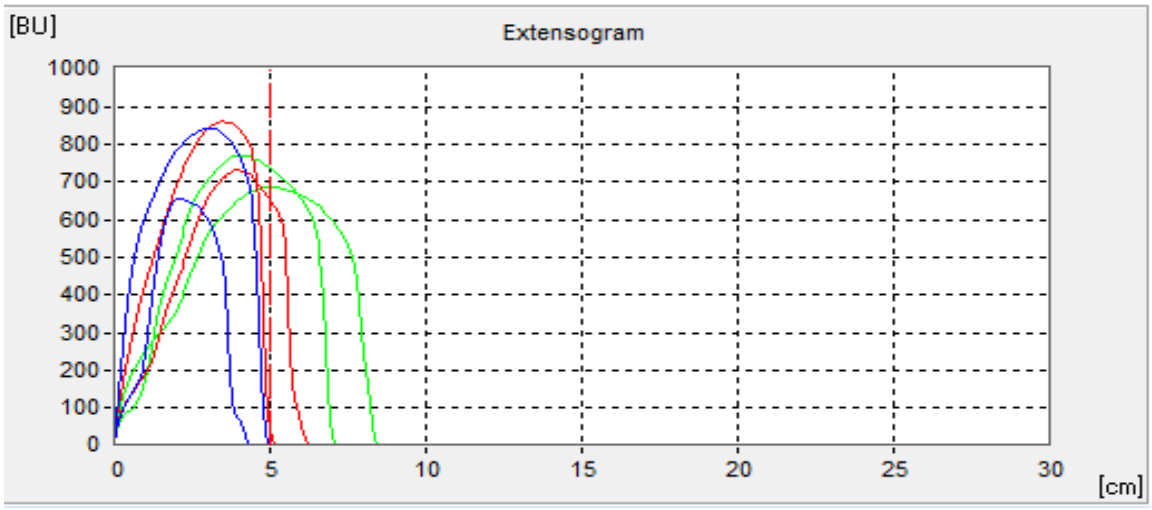
مخطط (12) : جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 10%



مخطط (13): جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنبت بنسبة 20%



مخطط (14) : جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 10%



مخطط (15): جهاز الأكستنسوكراف لطحين الحنطة المدعم بطحين فول الصويا المنقوع بنسبة 20%

استمارة التقييم الحسي للخبز القياسي (اللوف)

العينة / الصفات	حدود الدرجة	W	G		S	
			G1	G2	S1	S2
الحجم	1-10					
لون القصرة	1-10					
انتظام الشوي	1-10					
التشتت الجانبي	1-5					
تجانس السطح العلوي	1-5					
الانتظام	1-5					
المظهر الداخلي						
تحبب خلايا اللب	1-10					
لون اللب	1-10					
النكهة	1-15					
الطعم	1-20					
المجموع	100					

Summery

This study was conducted to identify the effect of some pre-baking processes on some qualitative and rheological characteristics of loof. fortified with soybean by fortifying wheat flour of type Iba 99 with sprouted and soaked soybean flour of Giza type 82 and studying its effect on the rheological and sensory properties of loof. The results of estimating the chemical composition of bean flour were shown. Soybean sprouts and soaked and wheat flour with replacement rates of 10-20% that the percentage of moisture in wheat reached 7.83%, while its percentage in sprouted soybean flour reached 3.55% and 5.26%, respectively, while the soaked was 3.22, 4.17%, respectively. The percentage of protein in wheat flour was 11.96%, and the percentage of protein in sprouted soybean flour was 11.86%, 13.81%, respectively, and soaked 11.73%, 13.55%, respectively. The percentage of fat for Ibaa 99 wheat flour under study was 2.33%. The sprouted was 14.21%, 16.33%, respectively, while the soaked was 13.11% and 14.23%, respectively. The percentage of ash in the wheat flour was 1.2%, and the percentage in the sprouted soybean flour was 6.37%, 7.02%, respectively, and the ash content was 3.38% and 3. The percentage of carbohydrates in wheat flour was 76.68%, and the percentage of carbohydrates in sprouted soybean flour was 64.01% and 57.58%, respectively, while the soaked was 68.56% and 64.5%, respectively. The results of the chemical composition showed a high percentage of moisture, protein, ash and fat during germination and a low percentage of carbohydrates for the flour of the germinated seeds. The addition of sprouted soybean flour with the

addition rates of 10 and 20% improved some of the rheological properties. The substituted wheat flour with 20% of the sprouted soybean had the highest water absorption compared to the standard sample and other additives with the mentioned ratios, which amounted to 75.1%, while the results showed that the wheat flour The 10% substituted of sprouted soybean flour was the arrival time, ripening time and departure time for the dough 2.00, 7.28, 5.32 minutes, respectively, and it was as close as possible to the wheat flour sample, as it was noticed that the arrival time increased with the increase in the replacement rates of additives, and the value of the departure time between the standard sample And the aforementioned additives, as for the dough's stability time, no There were clear significant differences between the standard sample and the additives with the mentioned percentages compared with wheat flour substituted by 10% of soybean flour. The degree of degradation of the wheat flour dough was 108 Fu, and the degree increased when adding sprouted soybean flour by 10 and 20%, with a significant difference of 111. and Fu 116, respectively, but when adding 10-20% soaked soybeans, they were 103 and Fu 101, respectively. And wheat flour substituted with proportions of 10 and 20% with sprouted soybeans showed the lowest maximum viscosity, which reached 827 and 557 BU, respectively, compared with the paste of wheat flour replaced by soaked soybeans, which reached 1383 and 1087, respectively. The results showed that the volume of loof produced from wheat flour and wheat flour replaced by sprouted soybean flour with an addition ratio of 10 and 20%, which amounted to 325 and 310 cm 3, respectively, increased

significantly over the rest of the additives, as the sample size of the loof mold made from wheat flour was 463 cm 3, and it was noted that the volume of loof mold made from wheat flour was 463 cm 3 The samples of loof cake made from wheat flour substituted with soaked soybean flour with addition percentages of 10 and 20% were 289 cm3 and 268 cm3 respectively, and the lowest volume was for loof cake sample made from wheat flour replaced by 20% of soaked soybean. As for the weight of the loof made from wheat flour substituted by 20% of sprouted soybeans, it increased significantly over the rest of the mentioned additives, reaching 170 cm3. While the specific volume of the loof produced from wheat flour and wheat flour substituted significantly increased by 10% from the sprouted soybeans, reaching 2.210 cm3/g respectively, while the lowest specific volume was the loof produced from replacing the wheat flour with 20% of the soaked soybean flour It reached 1.604 cm3/g. The results of the study of icing properties showed that the strength of the impregnation in the watery pulp suspension of wheat flour and wheat flour replaced by sprouted soybean flour increased by 20% 1.33 as it increased with the progression of the storage period 72 and 48 and reached 1.47 and 1.82 Respectively compared with wheat flour 1.17, while the storage period was 0.91 and 0.82, while the volume of the sediment in the aqueous pulp suspension of wheat flour replaced by sprouted soybean flour by 20% amounted to 32 in the storage period 48 and 72 was 29 and 24, it increased significantly over the rest of the mentioned additives.

Effect of some pre-baking processes on some qualitative and rheological characteristics of loof fortified with soybean

A Thesis Submitted

by

Maha Amer Dayia Al-Obaidi

To

Council of the College of Agriculture and Forestry at the University of Mosul

It is part of the requirements for a M.S.C

in food sciences

Supervised by

Dr. Sabiha Hussain AI-Jobouri

Assistant Professor

1444 A.H. **2022 A.D.**

University of Mosul
College of Agriculture and Forestry

Effect of some pre-baking processes on some qualitative and rheological characteristics of loof fortified with soybean

Maha Amer Dayia Al-Obaidi

M.S.C Thesis
Food science

Supervised by
Dr. Sabiha Hussain AI-Jobouri
Assistant Professor

1444 A.H. **2022 A.D.**