

تأثير الإنبات على الخواص الوظيفية لدقيق الشيلم والقمح

سناء سعد عبد الله، مروة الصادق يونس، منى عبد السلام لويفه*

ابوالقاسم المبروك عكاشه وفتحي ابوبكر البركولي

قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية العلوم الهندسية والتقنية، جامعة سبها، ليبيا

المستخلص

تؤثر عملية الإنبات على الخصائص الوظيفية للحبوب والتي تحدد استخدامها النهائي كمضادات غذائية. عليه كان هدف هذه الدراسة إجراء عملية الإنبات لكل من حبوب القمح والشيلم (بمدينة سمنو) ودراسة تأثيرها على خواصهما الوظيفية. تم إنبات حبوب الشيلم والقمح وتم أخذ العينات بعد اليوم الأول والثاني والثالث للإنبات، طحنت العينات بعد تجفيفها وحفظت على درجة حرارة 40°C. أظهرت النتائج ارتفاع غير معنوي في قيم القدرة على ربط الماء لدقيق الشيلم المنبت، أما بالنسبة لدقيق القمح فارتفعت معنويًا بعد 72 ساعة من الإنبات. كما لوحظ عدم وجود فروق معنوية في قيم القدرة على ربط الزيت بين دقيق الشيلم الخام والمنبت. أما دقيق القمح المنبت لمدة 72 ساعة فقد سجل قيمة أعلى معنويًا ($P<0.05$) لربط الزيت مقارنة بالخام 2.27 غم/1 غم). وأشارت النتائج إلى انخفاض معنوي في القدرة على الانفصال لكل من دقيق الشيلم 63.43% والقمح 63% وذلك بعد 72 ساعة من الإنبات. أظهر دقيق الشيلم والقمح المنبت زيادة معنوية ($P<0.05$) في القدرة على تكوين الرغوة بنسبة 100% و69.23% على التوالي بعد مرور 72 ساعة من فترة الإنبات. بينت الدراسة أن أعلى ذوبانية لكل من دقيق القمح والشيلم كانت بعد 24 ساعة 1.8% و1.9% على التوالي، هذا وقد انخفض الحجم النوعي لدقيق الشيلم والقمح المنبت بعد 72 ساعة من الإنبات. كما أظهرت عملية الإنبات تعزيز معنوي في الخواص الوظيفية لدقيق الشيلم والقمح وبالتالي إمكانية استخدامها كمكونات وظيفية.

الكلمات المفتاحية: القمح، الشيلم، الدقيق، الإنبات، الخواص الوظيفية

المقدمة

عرفت رابطة كيميائيي الحبوب الأمريكية (American Association of Cereal Chemists) بالتعاون مع وزارة الزراعة الأمريكية (United State Department of Agriculture) الحبوب المنبته بأنها الحبوب التي تحتوي على جميع مكونات الحبة من القشرة الخارجية، السويداء والجنين أو بمعنى آخر الحبة الكاملة والتي لم يتجاوز فيها طول الجدير والريشة طول الحبة نفسها وذات محتوى عالي من المكونات الغذائية (AACC, 2008). تعتبر تقنية إنبات الحبوب تقنية قديمة وخاصة في الدول الغربية. هذا وقد ازداد استهلاك الحبوب المنبته ومنتجاتها بشكل كبير مؤخراً نظراً لوعي المستهلك بالأغذية الصحية ودور الغذاء في الحفاظ على الصحة والوقاية من الأمراض. كما تتميز هذه التقنية بسهولة التطبيق، الإنتاجية العالية، قصر فترة الإنتاج، قلة المساحة المحجوزة وعدم الحاجة للأجهزة المكلفة (Benincasa et al., 2019). تستهلك الحبوب المنبته بأشكال مختلفة تمثل في تحضير الأغذية الجاهزة للاستهلاك كالمشروبات أو تضاف للمخبوزات (Hübner and Arendt, 2013). كما يمكن استخدام دقيق الحبوب المنبته كمضادات غذائية في صناعة الشعيرية، العصيدة والمكرونة وغيرها. هذا وتتجدر الإشارة إلى أن الحبوب والحبوب المنبته مصدر الألياف الغذائية الذائبة، النشا المقاوم والسكريات المحدودة (Sharma et al., 2014).

أثناء إنبات الحبوب تنشط العديد من الإنزيمات من أهمها الأميليزات المحللة للنشا إلى مكونات أقل في الوزن الجزيئي مثل الجلوكوز، المالتوز، دكسترينات مرتفعة ومنخفضة الوزن الجزيئي ونسبة قليلة من السكروز مما يميزها بالجاهزية الهضمية العالية (Chung et al. 2012) تأثير الإنبات على الألياف غير واضح ويعتمد على نوع جزئي الألياف، زمن الإنبات والصنف المستخدم. ففي إنبات الشعير لم تسجل تغيرات معنوية في نسبة الألياف بعد 72 ساعة من زمن الإنبات (Teixeira et al., 2016)، بينما لوحظ ارتفاع معنوي في كميته أثناء إنبات الأرز والذي قد يفسر بتكون جذور خلوية جديدة (Lee et al., 2007).

أشارت بعض الدراسات إلى ارتفاع في كمية الأحماض الأمينية في الحبوب المنبته وقد لوحظ ذلك بشكل معنوي في الأحماض الأمينية الحرة وذلك مقارنة بالحبوب غير منبته وتعتبر هذه الصفة مهمة جداً لجسم الإنسان من حيث صيانة وبناء الأنسجة (Hung et al., 2012). كما تقييد عملية الإنبات في تقليل محتوى الحبوب من المضادات الغذائية مثل حمض الفايتيك (Phytic Acid) والتانينات (Tannins) مما يزيد من الاتاحة الحيوية لبعض المعادن ثنائية وثلاثية التكافؤ والبروتين والنشا (Kumar et al., 2010). الحبوب الكاملة مصدر أيضاً لمضادات الأكسدة مثل الفينولات (polyphenols)، الكاروتينات (Carotenoids)، العديدة، والتوکوفيرولات (Tocopherols) والتي تساعد الجسم على التخلص من الإجهاد التأكسدي. وجدت

بعض الدراسات ان انبات الحبوب يؤدي الى زيادة نسبية في كمية هذه المكونات بسبب تحررها بفعل تكسر الجذور الخلوية إثناء الإنبات (Pal et al., 2016). لوحظ أيضا زيادة في نسبة فيتامين ج والتوكوفيرولات في الحبوب المنبته (Žilic et al., 2014). تجدر الإشارة إلى أن هذا التعزيز والتغير في القيمة الغذائية والحيوية في الحبوب المنبته يعتمد بشكل كبير على زمن الإنبات، درجة الحرارة ونوع الحبوب المستخدمة (Benincasa et al., 2019).

بينت العديد من الدراسات إمكانية استخدام الحبوب المنبته كمكونات وظيفية في العديد من الأغذية المصنعة من الحبوب وغيرها من الأغذية الأخرى للاستفادة من قيمتها الغذائية وهذا يتطلب دراسة خصائصها الوظيفية التقنية مثل الارتباط بالماء، الارتباط بالزيت، الانتفاخ، الذوبانية، الاستحلاب والقدرة على تكوين الرغوة والذي قد يساعد كثيرا في إدخالها في الخلطات المناسبة. ونظراً لعدم وجود دراسات محلية لتقييم الخصائص الوظيفية والنقنية لكل من حبوب القمح والشيلم المزروعة في الجنوب الليبي، استهدفت هذه الدراسة: إنبات حبوب الشيلم والقمح ودراسة خصائصها الوظيفية مثل الارتباط بالماء، الارتباط بالزيت، الانتفاخ، الذوبانية، القدرة على تكوين الرغوة والحجم النوعي.

المواد والطرق

المواد

تم الحصول على عينات الشيلم والقمح من المزارع المحلية بمدينة سمنو جنوب ليبيا والتي تم حصادها في شهر أبريل 2018.

عملية الإنبات

أجريت عملية الإنبات بنقع الحبوب المتحصل عليها في الماء حتى التشبع بعد ذلك أزيل الماء وتركت الحبوب مرطبة لتتم في غرفة مظلمة على درجة حرارة الغرفة وتم اخذ العينات كالاتي: العينة الأولى بعد مرور 24 ساعة، العينة الثانية بعد مرور 48 ساعة والعينة الثالثة بعد مرور 72 ساعة من الإنبات. بعد ذلك تم تجفيف العينات على درجة حرارة الغرفة وطحنت باستخدام مطحنة معملية وحفظ الطحين في أوعية جافة محكمة الغلق على درجة حرارة 4 °C لحين الاستخدام (Abd Elmoneim et al., 2017).

قياس القدرة على ربط الماء والزيت

تم قياس القدرة على ربط الماء والزيت (زيت الذرة) لعينات الشيلم والقمح المنبته والخام وذلك بأخذ 1 غم من العينة في أنبوبة طرد مركزي وأضيف لها 10 مل ماء مقطر أو زيت ثم أجريت عملية الخلط لمدة دقيقة وتركت على درجة حرارة الغرفة لمدة 30 دقيقة. بعد ذلك تم إجراء النبذ على سرعة 3000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق وتم إزالة الماء الزائد (Centrifugation) (Abd Elmoneim et al., 2017)، وتم حساب نتائج القدرة على ربط الماء والزيت من المعادلة الآتية:

$$\frac{\text{وزن الانبوبة مع العينة} - \text{وزن الانبوبة فارغ}}{\text{وزن العينة}} = \text{غم/غم}$$

قياس القدرة على تكوين الرغوة

تم تقدير هذه الخاصية لعينات الشيلم والقمح الخام والمنبت وذلك بوزن 2 جم من العينة وتم خلطها مع 50 مل من الماء باستخدام خلاط كهربائي عالي السرعة 6000 دورة في الدقيقة لمدة 2 دقيقة، ومن تم سكب العينة مع الرغوة في مخبر مدرج وتم تسجيل حجم الرغوة مباشرة. أما بالنسبة لثبات الرغوة فقد سجل حجم الرغوة بالمليتر بعد مرور 30 و 60 دقيقة (Maninder et al., 2007).

قياس القدرة على الانتفاخ

تم حساب القدرة على الانتفاخ في الماء (أى قياس التغير في وزن العينة من خلال قدرتها على امتصاص الماء) من خلال اخذ 1 جم من العينة في أنبوبة النبذ (Centrifugation) وأضيف لها 10 مل ماء مقطر ثم أجرى الخلط لمدة 1 دقيقة، وضعت العينات في حمام مائي على درجة 80°م لمدة ربع ساعة ومن ثم بردت على درجة حرارة الغرفة. بعد ذلك أجرى النبذ على سرعة 3000 دورة في الدقيقة للعينات لمدة 15 دقيق(Liu et al., 2018). تم حساب نتائج القدرة على الانتفاخ وفقاً للمعادلة الآتية:

$$\frac{\text{وزن الانبوبة مع العينة} - \text{وزن الانبوبة فارغ}}{\text{وزن العينة}} = \text{غم/غم}$$

قياس الذوبانية

تم وزن 2.5 جم من العينة في أنبوبة طرد مركزي وأضيف لها 30 مل من الماء المقطر وتم خلط العينة لمدة دقيقة واحدة وسخن الخليط في حمام مائي على درجة حرارة 90°م لمدة 15 دقيقة. ترك المزيج ليبرد على درجة حرارة الغرفة بعدها أجرى الطرد النبذ لمدة 10 دقائق 4000 دورة في الدقيقة، سكب الراشح في طبق سبق وزنه ووضع في الفرن على درجة حرارة 40°م حتى تمام التجفيف بعد 12 ساعة. تم حساب نسبة المواد الصلبة الذائبة في الطبق إلى وزن العينة المستخدم (Elkhalifa et al., 2010).

قياس الكثافة الظاهرية

تم تقدير هذه الخاصية بوضع 2 غم من العينة في اسطوانة مدرجة ذات حجم معروف وسجل الحجم الذي شغله المسحوق وذلك بعد طرق الأسطوانة 30 مرة على منضدة مستوية (Liu et al.,).

2018

التحليل الإحصائي

تم تحليل النتائج المتحصل عليها إحصائيا باستخدام تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA)، في حين استخدم اختبار فيشر المتعدد الحدود (Multiple Range Tests) لإيجاد الاختلافات بين المعاملات وذلك بتطبيق برنامج Minitab 16 (Fishers).

النتائج والمناقشة

القدرة على ربط الماء والزيت

تشير نتائج جدول (1) إلى ارتفاع غير معنوي في قيم القدرة على ربط الماء بعد عملية الإنبات لحبوب الشيلم، أما بالنسبة لحبوب القمح فارتفعت قيمة القدرة على ربط الماء بعد 72 ساعة من الإنبات معنويًا. أشارت دراسة مشابهة إلى أن عملية الإنبات لمدة يومين إلى ثلاثة أيام أدت إلى ارتفاع معنوي في القدرة على ربط بالماء لدقيق الذرة البيضاء (Abd Elmoneim et al., 2017). هذا وقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة أخرى أجريت على دقيق منبت لعدد من البقوليات (Ghavidel and Prakash, 2007). تعتبر هذه الخاصية مرغوبة في حالة إنتاج العجائن المحتوية على نسبة عالية من الماء. كيميائياً ترجع هذه الخاصية إلى محتوى العينة من المجاميع القطبية المحبة للماء والمتوافرة في البروتين والكربوهيدرات، عليه فالارتفاع الحاصل في قيمها بعد الإنبات لكل من حبوب القمح والشيلم قد يرجع إلى زيادة بعض المجاميع المحبة للماء أو تحررها بفعل الإنزيمات.

بنيت النتائج في جدول (1): عدم وجود فروق معنوية في قيم القدرة على ربط الزيت لحبوب الشيلم الخام والمنبت. أما الدقيق الناتج من حبوب القمح المنبت لمدة 72 ساعة فقد سجل قيمة أعلى معنويًا ($P < 0.05$) لربط الزيت مقارنة بالدقيق الخام والتي كانت 2.27 غم 1 غم. أشارت دراسة سابقة إلى زيادة معنوية في قدرة دقيق الذرة البيضاء المنبطة على ربط الزيت بنسبة 19% وذلك بعد 72 ساعة من الإنبات (Abd Elmoneim et al., 2017). ترجع هذه الخاصية لوجود المجاميع غير قطبية والكارهة للماء الموجودة في البروتين والدهون، فارتفاع هذه الخاصية مفيد في المخبوزات التي تتطلب إضافة كمية كبيرة من الدهن مثل الكيك الدهني.

القدرة على الانفاس

تظهر نتائج جدول (1) انخفاض معنوي ($P < 0.05$) في قيم القدرة على الانفاس كمؤشر على الزوجة بعد عملية الإنبات لكل من حبوب الشيلم بنسبة 63.43% والقمح بنسبة 63.00% وذلك

بعد 72 ساعة من الإنبات. وجدت دراسة بأن بروتين ونشا الشيلم أقل قدرة على الانفاس مقارنة بالقمح (Lindhauer, 2003). تتلخص ميكانيكية الانفاس في البيئة الساخنة إلى تشرب حبيبات النشا للماء وزيادة حجمها وبالتالي ارتفاع الزوجة، كما أن البروتينات والألياف توثر كثيراً على هذه الخاصية باعتبار أنها تنافس حبيبات النشا على الماء المتاح (Hussain and Uddin, 2012). قد يرجع هذا الانخفاض إلى النشاط الانزيمي أثناء عملية الإنبات والذي أدى إلى تحليل مكونات النشا من الاميلوز والاميلوبكتن وأيضاً البروتين والألياف إلى مكونات أقل في الوزن الجزيئي مما قلل من القدرة على الانفاس (Ghumman et al., 2016; Ding et al., 2018). انخفاض هذه الخاصية للدقيق الناتج من الحبوب قيد الدراسة مهم جداً في حالة تحضير الأغذية منخفضة الزوجة كأغذية الأطفال أو كمدعم للخلطات الغذائية التي لا تحتوي على كمية كبيرة من الماء.

جدول (1): القدرة على ربط الماء، الزيت والانفاس لدقيق الشيلم والقمح المنبت والخام

العينة	الارتباط بالماء (غم/غم)	الارتباط بالزيت (غم/غم)	الانفاس (غم/غم)
ش	0.15±5.47 ^a	0.12±2.05 ^a	0.1±2.10 ^a
ش 24	0.49±2.07 ^b	0.06±1.97 ^a	0.21±2.03 ^a
ش 48	0.21±2.07 ^b	0.10±2.10 ^a	0.06±2.23 ^a
ش 72	0.00±2.00 ^b	0.06±2.17 ^a	0.12±2.15 ^a
ق	0.15±5.43 ^a	0.06± 2.05 ^a	0.06±1.85 ^a
ق 24	0.17±2.90 ^b	0.58± 2.13 ^{ab}	0.12±1.83 ^a
ق 48	0.10±2.40 ^c	0.06± 2.03 ^a	0.12±1.93 ^{ab}
ق 72	0.10±2.00 ^c	0.15± 2.27 ^b	0.12±2.13 ^b

القيم الجدولية متوسط لثلاثة مكررات \pm الانحراف المعياري. القيم التي تحمل نفس الحرف في العمود ليس بينها اختلاف معنوي عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

ش: الشيلم الخام، ش 24: الشيلم المنبت 24 ساعة، ش 48: الشيلم المنبت 48 ساعة، ش 72: الشيلم المنبت 72 ساعة. ق: القمح الخام، ق 24: القمح المنبت 24 ساعة، ق 48: القمح المنبت 48 ساعة، ق 72: القمح المنبت 72 ساعة.

القدرة على تكوين الرغوة

أظهرت عينات دقيق الشيلم المنبت زيادة معنوية ($P < 0.05$) في القدرة على تكوين الرغوة بنسبة 100% مع مرور زمن الإنبات إلى 72 ساعة (جدول 2)، هذا وقد كانت ثباتية الرغوة لدقيق الحبوب المنبته أعلى من الخام وذلك بعد مرور 30 و 60 دقيقة. كما بينت نتائج الدراسة نفس الاتجاه بالنسبة لعينات دقيق القمح، فقد سجلت عينة دقيق القمح المنبت لمدة 72 ساعة ارتفاع معنوي في القدرة على تكوين الرغوة بنسبة 69.23%. نتائج هذه الدراسة متواقة مع نتائج دراسة

أخرى أجريت على دقيق الذرة البيضاء الخام والذي لم يظهر أي قدرة على تكوين الرغوة، وتعززت هذه القدرة بعد الإنبات بنسبة 11.5% بعد 72 ساعة من الإنبات (Abd Elmoneim et al., 2017). التغير المعنوي في هذه الخاصية قد يعطى مؤشر على ارتفاع ذائبية البروتين، فارتفاع الرغوة وثباتها يرجع إلى الزيادة في ذائبية البروتين حيث أنه المسؤول الرئيسي عن هذه الخاصية سطحية للبروتين وبالتالي قلل من التوتر السطحي مما عزز من تكوين الرغوة وثباتها (Ocheme et al., 2015). هذه الخاصية مرغوبة في الأغذية التي تستلزم إدخال الهواء أثناء تصنيعها كالكيك الرغوي والبيس كريم وغيرها.

جدول (2): القدرة على تكوين الرغوة وثباتها لدقيق الشيلم والقمح المنبت والخام

العينة	الזמן (0)	الזמן (30 ق)	الזמן (60 ق)
ش(مل)	1.00±9.00 ^a	1.00±2.00 ^a	0.50±1.50 ^a
ش(24مل)	1.00±11.00 ^b	0.50±3.50 ^{ab}	0.50±2.50 ^{ab}
ش(48مل)	2.00±13.00 ^c	0.50±4.50 ^{bc}	0.50±2.50 ^{bc}
ش(72مل)	2.00±18.00 ^d	1.50±5.50 ^c	0.50±3.50 ^c
ق (مل)	0.50±6.50 ^a	0.00±1.00 ^a	00.0±0.00 ^a
ق(24مل)	0.50±5.50 ^b	0.00±2.00 ^b	00.0±1.00 ^b
ق(48مل)	2.00±9.00 ^c	0.00±3.00 ^c	00.0±3.00 ^c
ق(72مل)	1.00±11.00 ^d	0.50±4.50 ^d	00.0±3.00 ^c

القيم الجدولية متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف المعياري. القيم التي تحمل نفس الحرف في العمود ليس بينها اختلاف معنوي عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

الذوبانية

نلاحظ من نتائج الجدول (3) أن ذائبية القمح كانت أعلى معنويًا من ذائبية الشيلم. هذا وقد لوحظ إن أعلى ذائبية لكل من القمح والشيلم كانت بعد مرور 24 ساعة (1.8% و 1.9% على التوالي)، من تم انخفضت بعد مرور 48 و 72 ساعة. اتفقت نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة سابقة وأشارت إلى ارتفاع ذائبية القمح المنبت بعد مرور أكثر من 12 ساعة من الإنبات (et al., 2019). أظهرت دراسة أخرى أيضًا ارتفاع ذائبية عينة دقيق ناتجة من حبوب وبقوليات منبطة لمدة 8-24 ساعة على درجة حرارة الغرفة (Jribi et al., 2018). ارتفاع الذوبانية هو مؤشر على زيادة نسبة المكونات ذات الوزن الجزيئي المنخفض والتي قد تكون ناتجة من التحلل الإنزيمي لكل من المكونات الكبيرة المتمثلة في البروتين والنشا والألياف. أضعف إلى ذلك أن الذوبانية تعطي مؤشر على زيادة جاهزية المادة الغذائية لامتصاص في الجسم وبالتالي ارتفاع القيمة الحيوية (Hussain and Uddin, 2012).

جدول (3): ذاتية دقيق الشيلم والقمح المنبت والخام

العينة	الذوبانية (%)	العينة	الذوبانية (%)
ش	0.06±1.87 ^a	ق	0.10±0.20 ^a
ش 24	0.26±1.90 ^a	ق 24	0.50±1.80 ^b
ش 48	0.00±1.60 ^a	ق 48	0.10±1.20 ^b
ش 72	0.21±1.47 ^a	ق 72	0.27±1.50 ^b

القيم الجدولية متوسط لثلاثة مكررات ± الانحراف المعياري. القيم التي تحمل نفس الحرف في العمود ليس بينها اختلاف معنوي عند مستوى معنوية $P \leq 0.05$.

الحجم النوعي

بيّنت النتائج بالجدول 4 ارتفاع الحجم النوعي لكل من دقيق الشيلم والقمح المنبت بعد 24 ساعة من الإنبات مقارنة بالخام ومن ثم انخفضت معنويًا بعد مرور 72 ساعة من الإنبات. كانت نتائج هذه الدراسة متوافقة مع دراسة أخرى أجريت على حبوب القمح المنبت والتي أظهرت انخفاض معنوي في الحجم النوعي لدقيق الحبوب المبنبة مقارنة بالخام (Aditi and Arivuchudar, 2018) الحجم النوعي مقياس لحجم العينة و التي تتأثر بالصفات السطحية للعينة مثل النعومة، الخشونة وحجم الجزيئات (Chinma et al., 2015). الانخفاض في الحجم النوعي ميزة لاستخدامه في تدعيم الخلطات الغذائية وأيضاً في عمليات التعبئة والتغليف. تعتبر هذه الخاصية مهمة جداً في تحضير أغذية الأطفال، فالأغذية وخاصة الحبوب منخفضة الحجم يضاف منها كميات كبيرة مما يرفع من نسبة المكونات الوظيفية المحتوية عليها دون التأثير على القوام سلباً مقارنة بالحبوب ذات الحجم النوعي العالي (Aditi and Arivuchudar, 2018) عليه فعملية الإنبات عملية فعالة في تحضير أغذية الأطفال منخفضة الحجم النوعي نظراً لتميزها بسهولة الانتشار.

جدول (4): الحجم النوعي لدقيق الشيلم والقمح المنبت والخام

العينة	الحجم النوعي (سم³/غم)	العينة	الحجم النوعي (سم³/غم)
ش	0.14±5.90 ^a	ق	0.12±6.47 ^a
ش 24	0.42±6.70 ^b	ق 24	0.00±7.00 ^b
ش 48	0.42±6.30 ^b	ق 48	0.06±7.00 ^b
ش 72	0.71±5.50 ^a	ق 72	0.57±6.40 ^a

القيم الجدولية متوسط لثلاث مكررات ± الانحراف المعياري. القيم التي تحمل نفس الحرف في العمود ليس بينها اختلاف معنوي $P \leq 0.05$.

الخلاصة

خلصت نتائج هذه الدراسة إلى إمكانية استخدام عملية الإنبات لمدة 24 و 72 ساعة كوسيلة لتعزيز الخصائص الوظيفية المدروسة لكل من حبوب القمح والشيلم قيد الدراسة والتي من الممكن أن تسهل استخدامها كمكونات وظيفية في العديد من الخلطات الغذائية لرفع قيمتها الغذائية حيث أنها ستضاف على هيئة دقيق الحبة الكاملة.

المراجع

- AACC International Board 2008. Available online: (accessed on 12 July). <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Pages/WholeGrain.aspx>
- Abd Elmoneim, O. E., & Bernhardt, R. 2018. Combination Effect of Germination and Fermentation on Functional Properties of Sorghum Flour. Current Journal of Applied Science and Technology, 30, 1-12.
- Abd Elmoneim, O. E., Bernhardt, R., Cardone, G., Marti, A., Iametti, S., & Marengo, M. 2017. Physicochemical properties of sorghum flour are selectively modified by combined germination-fermentation. Journal of food science and technology, 54(10), 3307-3313.
- Abd Elmoneim, O. E., Schiffler, B., & Bernhardt, R. 2005. Effect of fermentation on the functional properties of sorghum flour. Food Chemistry, 92(1), 1-5.
- Aditi and Arivuchdar, R. 2018. Assessment of functional properties of flour mix. International Journal of Food and Fermentation Technology, 8(1), 81-85.
- Benincasa, P., Falcinelli, B., Lutts, S., Stagnari, F., Galienim, A. 2019. Sprouted grains: A comprehensive review. Nutrients, 11(2), 421.
- Caballero, B., Trugo, L. C., & Finglas, P. M. 2003. Encyclopedia of food sciences and nutrition 2th. Academic. Amsterdam, Academic Press.
- Chinma, C.E., Anuonye, J.C., Simon, O.C., Ohiare, R.O., Danbaba, N. 2015. Effect of germination on the physicochemical and antioxidant characteristics of rice flour from three rice varieties from Nigeria. Food chemistry, 185, 454-458.
- Chung, H.J., Cho, D., Park, J.D., Kweon, D.K., Lim, S.T. 2012. In vitro starch digestibility and pasting properties of germinated brown rice after hydrothermal treatments. Journal of Cereal Science, 56(2), 451–456.
- Ding, J., Hou, G.G., Dong, M., Xiong, S., Zhao, S., Feng, H. 2018. Physicochemical properties of germinated dehulled rice flour and energy requirement in germination as affected by ultrasound treatment. Ultrason Sonochem, 41, 484-491.
- Ghavidel, R. A., & Prakash, J. 2007. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. LWT-Food Science and Technology, 40(7), 1292-1299.
- Ghumman, A., Kaur, A., Singh, N. 2016. Impact of germination on flour, protein and starch characteristics of lentil (*Lens culinari*) and horsegram (*Macrotyloma uniflorum* L.) lines. LWT-Food Science and Technology, 65, 137-144.
- Hübner, F., & 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(8), 853-861.

- Hung, P. V., Maeda, T., Yamamoto, S., & Morita, N. 2012. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 667-672.
- Hussain, I., & Uddin, M. B. 2012. Optimization effect of germination on functional properties of wheat flour by response surface methodology. *International Research Journal of Plant Science*, 3(3), 031-037.
- Jribi, S., Sahagün, M., Debbabi, H., & Gomez, M. 2019. Evolution of functional, thermal and pasting properties of sprouted whole durum wheat flour with sprouting time. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(9), 2718-2724.
- Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. P., & Becker, K. 2010. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review. *Food chemistry*, 120(4), 945-959.
- Lee, Y. R., Kim, J. Y., Woo, K. S., Hwang, I. G., Kim, K. H., Kim, K. J., ... & Jeong, H. S. 2007. Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Science and Biotechnology*, 16(6), 1006-1010.
- Liu, Y., Xu, M., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., ... & Li, W. 2018. The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle. *Journal of food science and technology*, 55(12), 5142-5152.
- Maninder, K., Sandhu, K. S., & Singh, N. 2007. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum L.*) and pigeon pea (*Cajanus cajan L.*) cultivars. *Food chemistry*, 104(1), 259-267.
- Ocheme, O. B., Adedeji, O. E., Lawal, G., & Zakari, U. M. 2015. Effect of germination on functional properties and degree of starch gelatinization of sorghum flour. *Journal of Food Research*, 4(2), 159.
- Pal, P., Singh, N., Kaur, P., Kaur, A., Virdee, A. S., & Parmar, N. 2016. Comparison of composition, protein, pasting, and phenolic compounds of brown rice and germinated brown rice from different cultivars. *Cereal Chemistry*, 93(6), 584-592.
- Sharma, M., Mridula, D., & Gupta, R. K. 2014. Development of sprouted wheat based probiotic beverage. *Journal of food science and technology*, 51(12), 3926-3933.
- Teixeira, C., Nyman, M., Andersson, R., & Alminger, M. 2016. Effects of variety and steeping conditions on some barley components associated with colonic health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(14), 4821-4827.
- Žilić, S., Basić, Z., Hadži-Tašković Šukalović, V., Maksimović, V., Janković, M., & Filipović, M. 2014. Can the sprouting process applied to wheat improve the contents of vitamins and phenolic compounds and antioxidant capacity of the flour?. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(4), 1040-1047.

Effects of Germination on Functional Properties of Rye and Wheat Flours

Sanaa Saad Abdullah, Marwa Alsadiq Younis, Mona Abdulsalam Lowefah*, Abu Alqasim Almabrouk Okasha and Fathi Abubakr Albarakuli

Department of Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Technical Science, Sebha University, Libya

Abstract

Germination affects functional properties of grains, which determine their ultimate use as food additives. Accordingly, the aim of this study was conducted to germinate wheat and rye grains and study the effects of this process on their functional properties. Rye and wheat grains were germinated and the samples were taken after the first, second and third days of germination. Then, samples were ground and stored at 4 °C. The results showed an insignificant increase in the ability to bind water for rye flour, while for wheat flour it significantly increased after 72 h of germination. It was also noticed that there were no significant differences in the ability to bind oil between raw and germinated rye flours. Whereas, wheat flour germinated for 72 h recorded a significantly ($P < 0.05$) higher value 2.27 g/g to bind oil compared to the raw one. The results indicated a significant decrease in the ability to swell for both rye flour 63.43% and wheat flour 63%, after 72 h of germination. Germinated rye and wheat flours showed a significant increase ($P < 0.05$) in the foam ability by 100% and 69.23%, respectively, after 72 hours of germination period. The study demonstrates that the highest solubility for both wheat and rye flours was after 24 h of germination 1.8 and 1.9%, respectively. Germination decreased the bulk density of rye and wheat flours after 72 h. Germination showed significant enhancement in the functional properties of rye and wheat flours, and thus they can be used as functional ingredients.

Keywords: Rye, wheat, flour, germination, functional properties

*Corresponding Author: mona.milad2005@gmail.com

+218919413003