Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 10 No. 2, October 2007

AUCES

تأثير كمية و نوعية الدهون الحرة على الصفات الريولوجية والخبزية لدقيق بعض أصناف القمح

جلال أحمد فضل

قسم علوم وتقنية الأغذية – كلية الزراعة – جامعة صنعاء – اليمن

الملخص :

بهدف التعرف على نسبة وطبيعة دهون الدقيق الحرة لبعض أصناف القمح متفاوتة النوعية، والتي اشتملت على صنف تموز3، اينيا، ونوري وتأثيرها في الصفات الريولوجية للعجين، والصفات النوعية والحسية لخبز اللوف الناتج عنها. تم الحصول على الدقيق من حبوب أصناف القمح، ونزعت الدهون الحرة عن جزء من الدقيق بالايثر البترولي وحسبت نسبتها المئوية. شخصت الأحماض الدهنية الحرة للدهون المستخلصة باستخدام GLC. أجريت الفحوصات الريولوجية والخبازة للدقيق الطبيعي والدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع. أظهرت النتائج ارتفاع نسبة الحامض الدهني المشبع C18:0 والحامض الدهني غير المشبعC18:1 وC18:3 في دقيق تموز3، في حين ارتفعت نسبة الحامض الدهني المشبع C16:0 والحامض الدهني غير المشبع C18:2 في دقيق اينيا. انخفضت نسبة الامتصاص المائي للدقيق منزوع الدهن في جميع الأصناف، وحدوث تدهور معنوي للحجم ولعناصر النوعية الأخرى ($P<0.05$) لقطع خبز اللوف الناتجة عن دقيق تموز3 ونوري منزوعي الدهن بالمقارنة بتلك الناتجة عن الدقيق الطبيعي، والدقيق المسترجع، إلا أن استخلاص الدهون الحرة من دقيق اينيا أدى إلى تحسن معنوي ($P<0.05$) للحجم ولعناصر النوعية الأخرى لقطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن مقارنة بتلك الناتجة عن الدقيق الطبيعي والدقيق المسترجع.

المقدمة :

تعتمد نوعية القمح وجودته في صناعة الخبز بالدرجة الأساسية على كمية ونوعية بروتين الدقيق بصفته أهم المكونات الرئيسية للدقيق الناتج، لكن من الممكن أن يحدث تحويراً معنوياً للدقيق ومنتجاته من خلال المكونات الثانوية المتواجدة في تركيب دقيق القمح (Iwona *et al.*, 2006).

تعتبر دهون دقيق القمح إحدى المكونات الثانوية المهمة كمصدراً للأحماض الدهنية غير المشبعة الضرورية والفيتامينات الذائبة في الدهون، بالإضافة إلى لعبها دوراً مهماً في التحكم بالصفات الريولوجية للعجين وجودة الخبز الناتج، ومشاركتها مع المركبات الأخرى الداخلة في صناعة الخبز في تأخير ظاهرة البيات (Eliasson & Staling Guadmundsson, 1996) من خلال قدرتها الكبيرة على تكوين معقدات حلزونية مع عوامل الارتجاع Retrogradation، والتي يعتبر النشاء أهم هذه العوامل (French & Murphy, 1977)، بالإضافة إلى دور بعض مكونات الدهون الحرة كالدهون القطبية والأحماض الدهنية

الحرة وتأثيرها على درجة حرارة الجلتنة Gelatinization temperature وصفات الارتجاع للنشاء مما يؤدي إلى اطالة عمر الخبز وتأخير ظاهرة البيات (Eliasson & Guadmundsson, 1996).

وطبقاً للباحث (Marion & Clark, 1995) فإن الخصائص الوظيفية لدهون القمح تنتج عن اشتراكها في العمليات التصنيعية من خلال أكسدة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع بواسطة إنزيم Lipoxigenase القمح منتجة Hydroxyperoxides وجذور حرة، والتي بدورها تمتلك تأثيراً معنوياً على إعادة تنظيم الروابط ثنائية الكبريت المتواجدة في شبكة الجلوتين وزيادة قدرتها على الاحتفاظ بغازات التخمر وزيادة حجم الخبز الناتج والتأثير على لون اللب من خلال أكسدة صبغات الكاروتين المتواجدة في الدقيق، بالإضافة إلى اشتراك الدهون مع مكونات الدقيق الثانوية والرئيسية الأخرى في تكوين معقدات مع البروتين والنشاء والمحافظة على ثباتية الفقاعات الهوائية المتكونة في عجينة دقيق القمح وتشحيمها Greased وزيادة مرونتها ومقاومتها للتحطم أثناء التخمير والخبازة (Marion *et al*., 1998).

تصنف دهون القمح على أساس ذوبانها في مذيبات الدهون المختلفة، فهناك جزء من الدهون يسمى بالدهون المرتبطة Bound Lipids، وهو الجزء المرتبط بشدة مع حبيبات النشاء والبروتين،وهذا الجزء غير قابل للاستخلاص بالمذيبات غير القطبية.

وقد أثبتت الدراسات أنه يلعب دوراً بسيطاً في التأثير على الصفات الريولوجية والخبازة (Morrison, 1978)، وعليه فإن هذا الجزء من الدهون يصبح ذو تأثير بسيط على الصفات الريولوجية للعجين وعملية الخبازة قبل ظهور مرحلة التجلتن Gelatinization لحبيبات النشاء (Hoseney, 1994 and Eliasson & Larsson, 1993) في حين أن الجزء الأخر من الدهون والمسماة بالدهون غير النشوية أو الدهون الحرة Free Lipids يمكن استخلاصها بالمذيبات غير القطبية، وهي تتواجد خارج حبيبات النشاء، ولها تأثير معنوي على جودة الخبازة والصفات الريولوجية للعجين (Morrison, 1978)، وهي تمثل 67-75% من دهون الدقيق الكلية، وتتكون في الغالب من جلسريدات ثلاثية وثنائية وأحادية وأحماض دهنية حرة (Eliasson & Larsson, 1993). وقد أكدت الكثير من الدراسات بأن إختلاف كمية الدهون الحرة باختلاف صنف القمح يعود إلى جين معين يتواجد في بعض أصناف القمح، وينعدم في أصناف أخرى (Hoseney, 1994).

نزع الدهون الحرة من الدقيق باستخدام المذيبات غير القطبية كالإيثر البترولي أدى إلى تحسن ملحوظ للخواص الريولوجية للعجين، والذي تمثل من خلال قابليته الكبيرة للاحتفاظ بالغاز الناتج عن التخمر مقارنة بالدقيق الطبيعي مما انعكس إيجاباً على نوعية الخبز الناتج عن دقيق بعض أصناف القمح (Morrison, 1978)، في حين أن (Lin *et al*., 1974) وجدوا أن نزع دهن الدقيق بالإيثر البترولي زاد من الامتصاص المائي وفترة الخلط مع انخفاض كلاً من مدة المقاومة للخلط وحجم الخبز الناتج مقارنة بالدقيق الطبيعي.

من ناحية أخرى وجد أن كمية الدهون الحرة اللازمة لإعادة الحجم الطبيعي للخبز الناتج عن الدقيق منزوع الدهن يجب أن لا تقل عن نصف الكمية الموجودةأصلاً في الدقيق الطبيعي (Pomeranz, 1965)، لذلك هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على تأثير الدهون الحرة على الصفات الريولوجية للعجين وصفات الخبز الناتج عن دقيق بعض أصناف القمح متفاوتة القوة والجودة من خلال إزالة الدهون الحرة من الدقيق الناتج عنها ودراسة انعكاسات ذلك على الصفات الريولوجية والصفات الخبزية للعجينة باستخدام تقنية تجزئة الدقيق و استرجاعه Fractionation and Reconstitution.

المواد والطرائق المستخدمة :

مصادر القمح:

تم الحصول على أصناف القمح من هيئة تكنولوجيا البذور العراقية ببغداد.

الطحن المختبري:

تهيئة نماذج الدقيق:

تم قياس نسبة الرطوبة في الحبوب كما جاء في AACC (بند 19-44) للعام 1976، ثم حسبت كمية الماء اللازم إضافتها لإيصال رطوبة الحبوب إلى 15% بالنسبة للصنف تموز3 وإلى 14% بالنسبة لبقية الأصناف، وأضيفت إلى الحبوب وتركت جميع الأصناف لمدة 24 ساعة للترطيب Tempering، وتم طحنها باستعمال المطحنة المختبرية Quadrumat Junior Mill، ومنها تم الحصول على درجة واحدة من الدقيق ودرجة واحدة من النخالة، في حين قدرت الدهون الحرة الطبيعية في دقيق الحبوب [7.048] (AOAC, 1970).

استخلاص دهون الدقيق :

استخدم جهاز السوكسليت لاستخلاص الدهون من أصناف الدقيق حسب طريقة [7.048] (AOAC,1970) باستخدام الإثير البترولي Petroleum Ether درجة غليانه (35-60°م) كمذيب نازع للدهون الحرة، وحفظت الدهون المستخلصة في أوعية محكمة القفل بعد إضافة كمية من المذيب إليها لحمايتها من الأكسدة ووضعت في الثلاجة لحين الحاجة إليها.

الدقيق منزوع الدهن الناتج عن هذه العملية فُرش في أوعيةكبير ة بشكل طبقاترقيقة وتُرك على درجة حرارة الغرفة حتى اختفترائحة المذيب وعُباء في أكياس من البولي اثيلين وحُفظ في الثلاجة لحين الحاجة إليه.

تقدير نسبة الأحماض الدهنية في الدهون المستخلصة من أنواع الدقيق:

تم تقدير نسبة الأحماض الدهنية الموجودة في الدهون المستخلصة من دقيق أصناف القمح باستخدام جهاز كروماتوجرافيا الغاز السائل Gas Liquid Chromatography (GLC) من نوع HEWLETT_ PACKARD .5710AGC. طول العمود الزجاجي 6 قدم وبقطر 4 ملم، الطور السائل DEGS بنسبة 15% على المادة الصلبة Chromosorb WAW DMCS بقطر 80-100 مش (Mesh)، درجة حرارة الفرن 180°م، درجة حرارة منطقة الحقن والمكشاف 200°م، معدل سريان غاز النيتروجين والهيدروجين والهواء 24، 30، 300 مليليتر في الدقيقة على التوالي، وتم التعرف على نوعية الأحماض الدهنية باستعمال إسترات الميثيل للأحماض الدهنية القياسية وتحت نفس الظروف.

تقدير الخواص الريولوجية الدقيق:

اُتبعت الطريقة القياسية الواردة في AACC (بند 21-54) للعام 1976 لدراسة الصفات الريولوجية في الدقيق غير المعامل والدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع والناتجة عن جميع أصناف القمح تحت الدراسة.

إعادة تركيب الدقيق منزوع الدهن(الاسترجاع) مع الدهن المستخلص:

تم إعادة تركيب الدقيق منزوع الدهن مع الكميات المستخلصة من الدهن والمنزوعة من الصنف نفسه وذلك حسب ما ذكره (Al_Obaidy, 1986)،إذ خُلط الدهن مع قليل من الإيثر البترولي، وبنسبة 1:1 (وزن/حجم) ثم أضيف إلى بقية الدقيق، وتم الخلط داخل هون Morter مع التقليب الجيد حتى تمام تجانس الدهن وتوزيعه مع كمية الدقيق، نشر بعدها الدقيق المسترجع في وعاء كبير على هيئة طبقة رقيقة وترك على درجة حرارة الغرفة حتى اختفت رائحة المذيب مع تقليب الدقيق من وقت لآخر، عُبأ بعدها الدقيق في أكياس من

البولي اثيلين وحفظ في الثلاجة لحين إجراء الفحوصات عليه.

اختبار التخبيز:

طريقة تحضير وإعداد الخبز المختبري (Pup Loaf):

استخدمت طريقة المرحلة الواحدة Straight dough method طبقاً لما جاء في AACC (بند 10-10) للعام 1976 لتحضير قطع الخبز (Loaf) من جميع معاملات الدقيق.

التقويم الحسي :

تم التقويم الحسي لنماذج الخبز من قبل عشرة مقومين يعملون في مختبرات السيطرة النوعية للحبوب تتراوح اعمارهم من 25-40 سنة ذكوراً وإناثاً بالتساوي لتقويم جودة واستساغة الخبز المنتج من دقيق أصناف وطفرات القمح المدروسة من حيث انتظام الشكل واللون والطعم والرائحة وانتظام ونعومة اللب طبقاً للبيانات المذكورة في إستمارة التقويم الحسي المعدة من قبل الشركة العامة لتجارة الحبوب/المختبر المركزي للسيطرة النوعية التابع لوزارة التجارة العراقية ببغداد.

التحليل الإحصائي:

استخدم التصميم العشوائي Completely Randomized Design (CRD) وحللت النتائج لمقارنة المتوسطات حسب اختبار دنكن (Duncan) المتعدد الحدود عند مستوى احتمال ($P<0.05$) (المشهداني، 1989).

النتائج والمناقشة:

ارتفاع نسبة الدهون الحرة المستخلصة من دقيق حبوب القمح يعتبر مؤشراً ايجابياً ومفيداً في تأثيره على الصفات الريولوجية والخبازة وحجم اللوف الناتج Magnus (*et al.*, 2000)، وعليه يبين الجدول (1) متوسطات نسب الدهون الحرة الكلية ومحتواها من الأحماض الدهنية الحرة لدقيق اصناف القمح تحت الدراسة. يتضح من الجدول ارتفاع نسبة الدهون الحرة الكلية في دقيق قمح نوري مقارنة بدقيق الأصناف الأخرى، في حين أظهر دقيق قمح اينيا أقل نسبة من الدهون الحرة.

أما بالنسبة لكمية الأحماض الدهنية الحرة المختلفة المتواجدة في تركيب الدهون الحرة الناتجة عن أنواع الدقيق المختلفة، فقد وجدت اختلافات بسيطة في محتوى الانواع المختلفة من الدقيق من الأحماض الدهنية غير المشبعة والأحماض الدهنية المشبعة، وهذا يتفق مع كثير من الباحثين (Hoseney, 1994 and Eliasson & Larsson 1993).

جدول (1): النسبة المئوية للأحماض الدهنية جم/100 جم دهن

صنف القمح	نسبة الدهن (%)	الأحماض الدهنية الحرة								
		الأحماض الدهنية المشبعة				الأحماض الدهنية غير المشبعة				
		C12	C14	C16:0	C18:0	C16:1	C18:1	C18:2	C18:3	C20:4
تموز3	1.51	0.076	0.054	17.38	1.08	0.29	16.5	58.4	4.32	Trace
اينيا	1.05	0.115	0.081	18.65	0.84	0.26	14.4	61.71	3.45	Trace
نوري	1.82	0.091	0.104	17.84	0.95	0.26	15.37	59.34	3.97	Trace

* كل رقم في الجدول يمثل معدل مكررين

ومن خلال الجدول (1) يتضح أن حامض البالمتيك C16:0 هو الحامض السائد من بين الأحماض الدهنية المشبعة الذي شكل 18.65% في جزء الدهون الحرة الناتجة عن دقيق قمح اينيا، يليه في ذلك دقيق قمح نوري وتموز3 بنسبة 17.84%، 17.38% لكل منهما على التوالي، في حين شكل حامض الاستياريك C18:0 نسبة من الدهون بلغت 1.08% في جزء الدهون الحرة الناتجة عن دقيق قمح تموز3، يليه في ذلك دقيق قمح نوري واينيا بنسبة 0.95%، 0.84% لكل منهما على التوالي، في حين يعتبر حامض اللينوليك C18:2 هو الحامض السائد من بين الأحماض الدهنية غير المشبعة في دقيق أصناف القمح المختلفة، وقد ارتفعت نسبته إلى 61.71% في دقيق اينيا مقارنة بالصنف تموز3 ونوري بنسب أقل 58.4%، 59.34% لكل منهما على التوالي، بينما ارتفعت نسبة حامض اللينولينك C18:3 إلى 4.32% في الدهون الحرة الناتجة عن دقيق قمح تموز3 مقارنة بنسب الحامض التي وجدت في الدهون الحرة الناتجة عن دقيق قمح نوري واينيا بنسبة 3.97%، 3.45%لكل منهما على التوالي، وبناءً على ما وجده (Magnus *et al*. 2000) بأن كل من حامض الإستياريك C18:0، اللينولينيك C18:3، البالميتوليك C16:1 والبالمتيك C16:0 لها علاقة إيجابية بزيادة حجم الخبز وخصوصاً حامض الإستياريك C18:0، وعليه يمكن التنبؤ بأن حجم خبز اللوف الناتج عن كل من دقيق قمح تموز3 ونوري سيكون أكبر عند مقارنته بحجم اللوف الناتج عن دقيق قمح اينيا.

معاملات الدقيق:

اولاً – معاملات دقيق تموز3 :

الخواص الريولوجية :

يبين الجدول (2) قيم متوسطات فحوصات الفارينوجراف لعجينة دقيق قمح تموز3. يتضح من خلال هذه القيم أن عجين دقيق هذا الصنف من القمح قد تفوق معنوياً في الخواص الريولوجية ($P<0.05$) إذ اتسم بمستوى امتصاص عال (69.9%) للدقيق غير المعامل (الطبيعي)، بينما انخفضت نسبة الإمتصاص إلى 61% في الدقيق منزوع الدهن، مما يدل على أن للدهون الحرة لدقيق هذا الصنف أهمية في رفع نسبة الامتصاص المائي لتشكيل العجينة بالقوام المطلوب، ومن ناحية أخرى وجد أن استرجاع الدقيق منزوع الدهن مع الدهن المنزوع من الصنف نفسه وبالسبة نفسها التي يوجد بها أصلاً لم يعد صفات الإمتصاص إلى المستوى الذي كان عليه الدقيق الطبيعي، ولم توجد أي فروقات معنوية بين الدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع، وهذا يدل على أن عملية استرجاع الدهن لا تلعب دوراً كبيراً في تحديد نسبة الامتصاص المائي لهذا النوع من الدقيق. ومما تجدر الإشارة إليه أن الدقيق المستخدم في صناعة الخبز يفضل أن يكون له قابلية جيدة على امتصاص الماء حيث تزداد غلة الإنتاج من العجين والخبز نسبياً، وقد اتفق ذلك مع جاء به (Bloksoma, 1972).

من ناحية أخرى تفوق دقيق هذا الصنف تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) في فترة نضج العجينة المحضرة من الدقيق الطبيعي والتي بلغت 7.0 دقائق، في حين انخفضت هذه الفترة في كل من العجينة المحضرة من الدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع، ولم تلاحظ أي فروقات معنوية بينهما.

أشار (Hoseney, 1985) إلى أن فترة الاستقرارية تختلف من صنف لآخر، وتتحكم بها العديد من العوامل مثل العوامل الوراثية ونسبة البروتين ونسبة الجلوتين والمواد الكيميائية المختزلة التي تعمل على تحطيم الرابطة S_S، والدهون الحرة والأحماض الدهنية. وعليه تشير النتائج إلى تفوق العجينة المحضرة من الدقيق منزوع الدهن تفوقاً معنوياً ($P<0.05$) في فترة الاستقرارية عن بقية المعاملات، في حين انخفضت فترة الاستقرارية للعجينة المحضرة من الدقيق المسترجع مقارنة بتلك التي للدقيق منزوع الدهن، لكنها ظلت عالية ومتفوقة معنوياً مقارنة بتلك الفترة للعجينة المحضرة من الدقيق غير المعامل.

إن إرتفاع فترة الاستقرارية في العجينة المحضرة من الدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع يمكن أن يعزى إلى أن استخلاص الدهون من الدقيق يعزز من تجمع البروتين، لكن زيادة التجمع بشكل مفرط يؤدي إلى إطالة مدة المغادرة، والتي تعني زيادة الإستقرارية وتكون نتيجته إعطاء صفات غير مرغوبة للدقيق وزيادة مقاومة شبكة الجلوتين للتمدد تحت ضغط غازات التخمر مما يؤدي إلى انخفاض حجم قطع الخبز الناتجة عن هذا الدقيق (Pomeranz & Chung, 1982)، بينما استرجاع الدهن إلى الدقيق منزوع الدهن ربما لم تعيد الدهون والأحماض الدهنية إلى المواقع التي كانت عليها أصلاً في حالة الدقيق الطبيعي.

جدول (2) : نتائج قراءات مخططات الفارينوجراف لمعاملات دقيق قمح تموز3 على أساس14% رطوبة

نوع المعاملة	الامتصاص المائي	فترة النضج , دقيقة	الاستقرارية , دقيقة
تموز3 طبيعي	a 69.9	a 7.0	c 7.1
تموز3 منزوع الدهن	b 61.0	b 3.6	a 16.0
تموز3 مسترجع	b 60.3	b 3.0	b 12.8

كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاثة مكررات
الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنوياً بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

التأثير في الخبازة:

أشار (Destefanis & Ponte, 1976) إلى أن التأثيرات الضارة للأحماض الدهنية الحرة تعود بالدرجة الأساسية إلى حامض اللينوليك والبالمتيك، وقد أكدت الكثير من الدراسات على أن حامض اللينوليك له تأثيرات ضارة على صفات الخبازة مقارنة مع حامض البالمتيك والأحماض الدهنية غير المشبعة الأخرى، حيث وجد أن الأحماض الدهنية غير المشبعة فعالية سطحية Surface active، والتي يعتقد بأنها تعمل كمواد مضادة لتكوين الرغوة Antifoaming agents مما يؤدي إلى إنخفاض حجم الخبز، وتزداد أضرار الأحماض الدهنية غير المشبعة بزيادة تركيزها وزيادة الروابط الزوجية في جزيئة الحامض الدهني باستثناء حامض اللينولينيك، ومن الجدير بالذكر أن قدرة العجينة على الإحتفاظ بالغاز يعتمد على صفات تكوين الرغوة Foaming (Wilde, 2003).

تشير النتائج الخاصة بصفات الخبز الناتج من معاملات دقيق تموز3 المختلفة والموضحة في الجدول (3) إلى التفوق المعنوي ($P<0.05$) للدقيق الطبيعي والدقيق المسترجع في حجم قطع خبز اللوف الناتجة عن كلاً منهما عند مقارنتهما بحجم قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن، لكنهما لم يختلفا معنوياً عن بعضهما، وهذا التفوق في الحجم هو انعكاس طبيعي للفحوصات الريولوجية ونسبة الدهون الحرة والأحماض الدهنية المتواجدة في جزء الدهون الحرة وخصوصاً C18:3 و C18:0، والتي لها تأثير ايجابي على ثباتية الخلايا الغازية وزيادة قدرتها على الإحتفاظ بالغاز في العجينة وبالتالي زيادة حجم خبز اللوف وهذا يتفق مع (Gan *et al*., 1995)، وكان (Destefanis & Ponte, 1979)، قد أشارا إلى أن التأثيرات الضارة للأحماض الدهنية الحرة تعود بالدرجة الأساسية إلى حامض اللينوليك C18:2 والبالمتيك C16:0، والتي تنخفض نسبهما في دقيق تموز3 (جدول 1). إن تفوق دقيق القمح غير المعامل في معظم الصفات الريولوجية المطلوبة للدقيق الصالح لصناعة الخبز قد انعكس إيجاباً على الحجم النوعي لقطع خبز اللوف، والتي أعطت أعلى فرق معنوي ($P<0.05$) مقارنة بمعاملة الدقيق منزوع الدهن، إذ كان معدل الحجم النوعي لقطع

الخبز الناتجة عنه 3.5 جم/سم^3 في حين انخفض الحجم النوعي إلى 3.1 جم/سم^3 للخبز الناتج عن الدقيق منزوع الدهن، بينما أدت عملية الاسترجاع إلى ارتفاع حجم قطع خبز اللوف، والتي اقتربت من الحجم النوعي الناتج عن الدقيق غير المعامل والذي بلغ 3.4 جم/سم^3، وهذا يتفق مع ما جاء به (Hoseney & Shogren, 1969 and Daftary *et al.*, 1968) إلى أن نزع الدهن من دقيق بعض أصناف القمح وخاصة الأصناف القوية له تأثيرات سلبية على حجم خبز اللوف الناتج عنها.

فيما يخص ارتفاع حجم خبز اللوف الناتج عن الدقيق المسترجع مقارنة بما كان عليه في حالة الدقيق منزوع الدهن، قد يعود ذلك إلى أن إسترجاع الدهن أعاد صفات الدقيق المرغوبة، بالرغم أنه لم يعدها بالكامل إلى ما كانت عليها في الحالة الأصلية، وهذا يؤكد أن دهون قمح تموز$_3$ تلعب دوراً مهما في بناء شبكة الجلوتين التي تعمل على الاحتفاظ بغازات التخمر إلى جانب بروتينات الجلوتين (Hoseney, 1970).

يوضح الجدول (4) نتائج التقويم الحسي لعناصر خبز اللوف الناتجة عن معاملات الدقيق المختلفة حيث يلاحظ بأن هناك إتفاقاً مع النتائج السابقة التي تؤكد ارتفاع معدل عناصر النوعية لقطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق غير المعامل، وبشكل معنوي ($P<0.05$) مقارنة بما هو عليه في قطع خبز اللوف الناتجة عن بقية المعاملات، في حين تفوق خبز اللوف الناتج عن الدقيق المسترجع معنوياً مقارنة بخبز اللوف الناتج عن الدقيق منزوع الدهن.

جدول (3): نتائج الخبازة لمعاملات دقيق صنف تموز$_3$

نوع المعاملة	الوزن , جم	الحجم , سم^3	الحجم النوعي , جم/سم^3
دقيق تموز$_3$ طبيعي	136.0	a479.0	a3.5
دقيق تموز$_3$ منزوع الدهن	139.0	c 431.2	b3.1
دقيق تموز$_3$ مسترجع	138.0	b463.7	a3.4

كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاثة مكررات
الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنوياً بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

جدول (4): نتائج التقويم الحسي لعناصر النوعية لنماذج الخبز المختبري لمعاملات دقيق قمح تموز$_3$

الصفة	درجة الأساس	دقيق طبيعي	دقيق منزوع الدهن	دقيق مسترجع
انتظام الشكل	%25	22.9	19.5	22.9
اللون	%25	21.8	20.5	21.6
الرائحة والطعم	%25	22.9	19.2	21.0
انتظام ونعومة اللب	%25	23.6	20.1	22.8
المجموع	% 100	a91.2	c 79.3	b 88.3

الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنويا بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

ثانياً - معاملات دقيق اينيا :

الخواص الريولوجية :

يبين الجدول (5) قيم متوسطات فحوصات الفارينوجراف لعجينة دقيق قمح اينيا. يتضح من خلال هذه القيم أن الدقيق الطبيعي قد تفوق معنوياً ($P<0.05$) على

بقية المعاملات في جميع الصفات الريولوجية، ومن ناحية أخرى وجد أن استرجاع الدقيق منزوع الدهن مع الدهن المنزوع من الصنف نفسه، وبالنسبة نفسها التي يوجد بها أصلاً لم يعد صفات الامتصاص وفترة النضج والاستقرارية إلى المستوى التي كانت عليه في العجينة المحضرة من الدقيق الطبيعي، بل كانت الصفات الريولوجية متقاربة مع تلك الصفات إلى أعطاها الدقيق منزوع الدهن، ولم توجد أي فروقات معنوية ($P<0.05$) بينهما في جميع الصفات الريولوجية.

إن الإنخفاض الحاصل في الصفات الريولوجية للعجينة المحضرة من الدقيق منزوع الدهن تشير إلى أن الدهون الحرة لدقيق هذا الصنف، تلعب دوراً مهماً في التحكم بالصفات الريولوجية، وذلك من خلال عرقلة الدهون الطبيعية لعملية امتصاص الماء من قبل البروتين في حالة الدقيق الطبيعي، وبالتالي وجود حاجة أكبر للماء للوصول إلى أعلى نقطة في منحنى الفارينوجرام (Hoseney, 1986)، وأن عملية الاسترجاع لم تتمكن من إعادة توزيع الدهون الحرة في الدقيق المسترجع إلى مواقعها الأصلية التي كانت عليها قبل عملية نزع الدهن من الدقيق الطبيعي، والتي لم تختلف معنوياً مع الصفات الريولوجية للدقيق منزوع الدهن، وكان (Chung & Pomeranz, 1977) أشارا إلى أن عملية الاستخلاص والاسترجاع تعمل على إعادة ترتيب وتنظيم توزيع الدهون مع مكونات الدقيق الأخرى خصوصاً بروتينات الجلوتين، والتي قد تنعكس على الخواص الريولوجية للعجين ومراحل صناعة الخبز.

جدول (5) : نتائج قراءات مخططات الفارينوجراف لمعاملات دقيق قمح، اينيا على أساس 14% رطوبة

نوع المعاملة	الامتصاص المائي , %	فترة النضج , دقيقة	الاستقرارية , دقيقة
اينيا طبيعي	a63.4	a4.5	a 5.4
اينيا منزوع الدهن	b 59.2	b2.5	b2.2
اينيا مسترجع	b 59.4	b2.3	b 2.8

كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاثة مكررات
الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنويا بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

التأثير في الخبازة:

تشير النتائج الخاصة بصفات الخبز الناتج عن معاملات دقيق اينيا المختلفة والموضحة في الجدول (6) إلى تفوق الدقيق منزوع الدهن في حجم قطع خبز اللوف ($P<0.05$) مقارنة بحجم قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق الطبيعي والدقيق المسترجع، في حين تفوق حجم خبز اللوف الناتج عن الدقيق الطبيعي معنوياً مقارنة بحجم خبز اللوف الناتج عن الدقيق المسترجع، من ناحية أخرى لم تلاحظ أي فروقات معنوية للحجم النوعي لخبز اللوف الناتج عن دقيق جميع المعاملات. إن تفوق أحجام قطع الخبز الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن قد يرجع إلى تأثير عملية استخلاص الدهن من الدقيق، لأن دقيق قمح هذا الصنف يمتاز بارتفاع نسبة حامض اللينوليك C18:2 والبالمتيك C16:0، والتي لها تأثيرات ضارة بحجم الخبز (Gan *et al.*, 1995)،و أن عملية نزع الدهن أدت إلى إزالة هذين الحامضين الدهنيين (جدول 1)، والتي أكدت الكثير من الأبحاث أن لهما تأثيرات ضارة على الصفات الريولوجية والخبازة للدقيق بحالته الطبيعية (Brenda *et al.*, 1979)، وعلى كفاءة الخبازة (Destifanis & Pontet, 1969). بالإضافة إلى ما سبق، يلاحظ إنخفاض نسبة حامض الاستياريك C18:0،

اللينولينيك C18:3، والبالميتوليك C16:1، والتي لها علاقة ايجابية بزيادة حجم الخبز في دقيق قمح مثل هذه الأصناف وهذا يتفق مع ماوجده (Magnus *et al*., 2000) [جدول 1] في حين قد يرجع سبب استمرار الانخفاض في حجم قطع الخبز الناتجة عن الدقيق المسترجع مقارنة بتلك الناتجة عن المعاملات الأخرى إلى أن عملية استرجاع الدهن أدت إلى إعادة الأحماض الدهنية الحرة التي لها تاثيرات سلبية على حجم الخبز وعملت على تغيير أو تبديل للخواص الوظيفية لمكونات الدقيق بالإضافة إلى الصفات الوراثية لصنف القمح (MacRitchie & Gras, 1973).

يوضح الجدول (7) نتائج التقويم الحسي لعناصر النوعية لخبز اللوف الناتجة عن معاملات الدقيق المختلفة حيث يلاحظ بأن هناك إتفاقاً مع النتائج السابقة التي تؤكد ارتفاع معدل عناصر النوعية لقطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن معنوياً ($P<0.05$) مقارنة بما هو عليه في قطع خبز اللوف الناتجة عن بقية المعاملات، في حين تفوق خبز اللوف الناتج عن الدقيق الطبيعي معنوياً مقارنة بخبز اللوف الناتج عن الدقيق المسترجع.

جدول (6) : نتائج الخبازة لمعاملات دقيق قمح اينيا

نوع المعاملة	الوزن , جم	الحجم , سم^3	الحجم النوعي , جم/سم^3
اينيا طبيعي	136.8	b 458.1	a 3.4
اينيا منزوع الدهن	136.5	a 470.5	a 3.5
اينيا مسترجع	138.2	c 443.2	a 3.2

جدول (7) : نتائج التقويم الحسي لعناصر النوعية لنماذج الخبز لمعاملات دقيق قمح اينيا

الصفة	درجة الأساس	دقيق طبيعي	دقيق منزوع الدهن	دقيق مسترجع
انتظام الشكل	%25	19.2	22.2	18.9
اللون	%25	21.8	22.0	19.6
الرائحة والطعم	%25	19.7	22.8	17.8
انتظام ونعومة اللب	%25	19.2	22.7	17.7
المجموع	%100	b 79.9	a 89.7	c 74.0

كل رقم في الجدول يمثل معدل عناصر النوعية للخبز المختبري لعشرة مقومين
الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنويا بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

ثالثاً- معاملات دقيق نوري:

الصفات الريولوجية :

يبين الجدول (8) قيم متوسطات فحوصات الفارينوجراف لعجينة دقيق قمح نوري. يتضح من خلال هذه القيم بأن العجينة المحضرة من كل من الدقيق الطبيعي والدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع لم تختلف معنوياً فيما بينها ($P<0.05$) بنسب الامتصاص المائي (61.9%، 60.1%، 58.5%) على التوالي، بالرغم من انخفاض نسبة الإمتصاص المائي للدقيق منزوع الدهن والدقيق المسترجع مقارنة بما هو عليه في حالة الدقيق الطبيعي.

من ناحية أخرى تفوق الدقيق المسترجع تفوقاً معنوياً (P<0.05)في فترتي نضج و استقرارية العجينة، والتي بلغت 3.5، 8.2 دقيقة على التوالي مقارنة بما أظهرته العجينة المحضرة من الدقيق الطبيعي والدقيق منزوع الدهن، في حين ارتفعت فترة النضج، وانخفضت فترة الاستقرارية في العجينة المحضرة من الدقيق منزوع الدهن مقارنة بما كانت عليه في حالة العجينة المحضرة من الدقيق الطبيعي وبشكل معنوي.

إن ما حدث من تدهور للصفات الريولوجية للعجين المحضر من الدقيق منزوع الدهن من جهة، والصفات الريولوجية الجيدة التي أظهرها الدقيق المسترجع من جهة أخرى، يعتبر من الأدلة التي تشير إلى أن دهون دقيق هذا الصنف من القمح ذات أهمية كبيرة في المحافظة على الصفات الريولوجية المطلوبة للدقيق الجيد لصناعة الخبز.

إن التحسن الناتج عن استرجاع الدهن قد يرجع إلى إعادة ترتيب وتنظيم توزيع دهون دقيق القمح لبعض الأصناف و ارتباطها مع مكونات الدقيق الأخرى وخصوصاً الجلوتين، مما يؤدي إلى تقوية شبكة الجلوتين، وبالتالي ينعكس إيجاباً على الصفات الريولوجية والخبازة (Pomeranz & Chung, 1982 and Chung & Pomeranz, 1977) مقارنة بما كانت عليه في حالة العجينة المحضرة من الدقيق الطبيعي.

إجمالاً لوحظ أن دقيق جميع أصناف القمح تحت الدراسة اتفقت بأنها أعطت أعلى نسبة امتصاص للماء في حالة الدقيق غير المعامل الذي يوجد فيه الدهن بشكله الطبيعي مما يدلل على عرقلة الدهن لعملية ترطيب البروتين، وبالتالي وجود حاجة أكبر للماء للوصول إلى أعلى نقطة في منحنى الفارينوجرام (Hoseney, 1986).

التأثير في الخبازة:

تشير النتائج الخاصة بصفات الخبز الناتج من معاملات دقيق نوري المختلفة والموضحة في الجدول (9) إلى تفوق الدقيق المسترجع في حجم قطع خبز اللوف (P<0.05) عند مقارنتها بحجم قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن والدقيق الطبيعي، في حين تفوق حجم خبز اللوف الناتج عن الدقيق الطبيعي معنوياً مقارنة بحجم خبز اللوف الناتج عن منزوع الدهن، من ناحية أخرى هناك اختلافات في الأحجام النوعية لخبز اللوف الناتج عن جميع المعاملات، إلا أن تلك الفروقات لم تكن معنوية (P< 0.05).

إن التفوق في حجم خبز اللوف هو انعكاس طبيعي للفحوصات الريولوجية ونسبة الدهون الحرة والأحماض الدهنية الحرة المتواجدة فيها وخصوصاً C18:3 و C18:0، والتي لها تأثير إيجابي على ثباتية الخلايا الغازية وزيادة قدرتها في الاحتفاظ بالغاز المتكون في العجينة (Gan *et al*., 1995)، في حين انخفضت نسبة الأحماض الدهنية ذات التأثير الضار حجم خبز اللوف مثل حامض اللينوليك C18:2 والبالمتيك C16:0، والتي تنخفض نسبها في دقيق القمح نوري (جدول 1).

يوضح الجدول (10) نتائج التقويم الحسي لعناصر خبز اللوف الناتجة عن معاملات الدقيق المختلفة حيث يلاحظ ارتفاع معدل عناصر النوعية معنوياً (P<0.05) لقطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق المسترجع والدقيق الطبيعي مقارنة بما هو عليه في قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن.

قد يرجع ذلك إلى أن عملية الاسترجاع ربما تكون قد عملت على إعادة ترتيب وتوزيع الدهون مع مكونات الدقيق الأخرى خصوصاً البروتينات بشكل يؤدي إلى تكوين شبكة جلوتينية ذات مطاطية ملائمة للمساعدة على الاحتفاظ بغازات التخمر (Chung & Pomeranz, 1977)، بالإضافة إلى إحداث تحويرات في تركيب الجلوتين في مرحلة الخلط والخبازة (Pomeranz, 1978).

جدول (8) : نتائج قراءات مخططات الفارينوجراف لمعاملات دقيق قمح نوري على أساس 14% رطوبة

نوع المعاملة	الامتصاص المائي , %	النضج , دقيقة	الاستقرارية , دقيقة
نوري طبيعي	a 61.9	c 1.4	b 4.1
نوري منزوع الدهن	a 60.1	b 2.5	c 1.3
نوري مسترجع	a 58.5	a 3.5	a 8.2

جدول (9) : نتائج الخبازة لمعاملات دقيق نوري

نوع المعاملة	الوزن , جم	الحجم , سم3	الحجم النوعي , جم/سم3
نوري طبيعي	138.0	b453.5	a3.30
نوري منزوع الدهن	137.8	c 433.1	a3.1
نوري مسترجع	138.1	a 483.0	a3.5

كل رقم في الجدول يمثل معدل ثلاثة مكررات
الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنويا بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

جدول (10) : نتائج التقويم الحسي لعناصر النوعية لنماذج الخبز لمعاملات لدقيق قمح نوري

الصفة	درجة الأساس	دقيق طبيعي	دقيق منزوع الدهن	دقيق مسترجع
انتظام الشكل	%25	21.0	18.1	20.6
اللون	%25	19.8	18.7	19.0
الرائحة والطعم	%25	21.6	20.1	22.2
انتظام ونعومة اللب	%25	19.1	16.8	21.5
المجموع	%100	a 81.5	b 73.7	a 83.3

الأرقام التي تحمل الحرف نفسه لا تختلف معنوياً بعضها عن البعض بحسب اختبار دنكن Duncan
متعدد الحدود تحت مستوى احتمال 5%

الاستنتاج :

نستنتج مما سبق أن نسبة ونوعية دهون الدقيق الحرة الطبيعية تلعب دوراً مهما في المحافظة على الصفات الريولوجية للعجين، وصفات الجودة التصنيعية والحسية للخبز الناتج عن دقيق أصناف القمح القوية والمتوسطة القوة، كما لوحظ وجود تحسن ملحوظ للصفات الريولوجية وحجم الخبز الناتج عن دقيق أصناف القمح الضعيفة مثل قمح اينيا منزوعة الدهن، وهذا يتفق تماما مع ما وجده (Finney *et al.*, 1976) من أن هناك أصنافاً من القمح وخاصة الضعيفة منها تتحسن نوعيتها وأحجام قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن بالمقارنة بتلك الناتجة عن الدقيق الطبيعي، لكن التقويم الحسي لعناصر النوعية لقطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق الطبيعي كانت أعلى من تلك الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن على الرغم من زيادة حجم قطع خبز اللوف الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن، ويرجع ذلك إلى تفوق صفات انتظام الشكل ونعومة اللب والطعم والرائحة للخبز الناتج عن الدقيق الطبيعي مقارنة بتلك الناتجة عن الدقيق منزوع الدهن.

المراجـــــــــــع:

المشهداني، محمود حسن والمشهداني، كمال علوان خلف (1989): تصميم وتحليل التجارب- مطبعة التعليم العالي ببغداد - العراق.

AACC (1976): Approved methods of the American Association of cereal chemists. St Paul, MN .U.S.A.

Eliasson, A. C., and Guadmundsson, M. (1996): Starch: Physicochemical and functional aspects. In Eliasson, A.C. (Ed.), Carbohydrates in food (pp. 431–503). New York, NY: Marcel Dekker.

Eliasson, A.C., and Larsson, K. (1993): Cereals in bread making. A molecular colloidal approach. New York, NY: Marcel Dekker.

Finney, K.F., Pomeranz, Y., and Hoseney, R.C. (1976): Effect of solvent extraction on lipid composition mixing time, and bread loaf volume. Cereal chem. 53 (3): 383-388.

French, A.D., and Murphy, V.G. (1977): Computer modeling in the study of starch. Cereal Foods World. 22: 61–70.

Gan, Z., Ellis, P.R., and Schofield, J.D. (1995): Mini review: Gas cell stabilization and gas retention in wheat bread dough. Cereal Sci. 21: 125-230.

Hoseney, R.C. (1985): The mixing phenomenon. Cereal foods world 30: 453.

Hoseney, R.C., and Shogren. M. (1969): Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. V. Role of total extractable lipids. Cereal Chem. 46 (2): 606-613.

Hoseney, R. (1986): Principles of Cereal Science and Technology. Am. Assoc. of Cereal Chemist. St. Paul, Min. U S A.

Hoseney, R.C.(1970): Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. V11. Petroleum ether soluble lipoproteins of wheat flour. Cereal chem. 47 (2): 153-159.

Hoseney, R.C. (1994): Structure of cereals. In 'Principles of cereal Science and Technology' (R.C. Hoseney, ed.), Am. Assoc. Cereal Chemists, St Paul, Minnesota. pp 1–28.

Al–Obaidy, K.A. (1986): Dough and gluten characteristics of good and poor quality flour. Ph.D. Thesis. Kansas State University. Man. K. S. U. S. A.

AOAC. (1970): Official methods of the association of official analytical chemists. W. Horwitz. Washington, D.C. U.S.A.

Bloksoma, A.H. (1972): Flour composition, dough rheology and baking quality. Cereal science today. 17: 380-389.

Brenda, M.B., David, G. H., and Nathan, F. (1979): The effect of pure saturated and unsaturated fatty acids on bread making and on lipid binding using Chorlywood bread process dough containing a model fat. J. Sci. Food. Agric. 30 (12): 1123–1130.

Chung, O. K., and Pomeranz, Y. (1977): Wheat flour lipids shortening and surfactants. Bakers Dig. 51 (5): 32-44.

Daftary, R. D., Pomeranz, Y., Shogren, M., and Finney, K.F. (1968): The role of flour lipid fractions in bread-making. Food Technol. 22(3): 327-330.

Destifanis, V. A., and Ponte, J. G. (1969): Note on the separation and baking properties of polar and non-polar wheat flour lipids. Cereal chem. 46 (3): 325-329.

Destifanis, V. A., and Ponte, J.G. (1976): Studies on the bread making properties of wheat flour non polar lipids. Cereal Chem. 53: 636-642.

Iwona, K., Sylwester, C., Daniela, R. (2006): Differences in content and composition of free lipids and carotenoids in flour of spring and winter wheat cultivated in Poland. Food Chemistry. 95: 290–300.

Lin, M. J. Y., Youngs, V.L., and D'Appolonia. (1974): Hard red spring and durum

wheat polar lipids. 1. Isolation and quantitative determinations. Cereal Chem. 51 (1): 17-33.

MacRitchie, F., and Gras, P.W. (1973): The role of flour lipids in baking .Cereal Chem. 50 (3): 292- 302.

Magnus, E. M., Brathen, E., Sahlstrom, S., Vogt. G., and Faergestad, E. M. (2000): Effects of Flour Composition, Physical Dough Properties and Baking Process on Hearth Loaf Properties Studied by multivariate Statistical Methods. Journal of Cereal Science. 32: 199–212.

Marion, D., Dubreil, L., Wildr. P. J., and Clark, D.C. (1998): Lipids, Lipid-Protein Interactions and quality of baked cereal products. 131-167. In Interactions: The keys to cereal quality. R. S. Hamer and Hoseney, R.C. ed. Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul, MN.

Marrion, D., and Clark, D.C. (1995): Wheat lipids and lipid-binding proteins: structure and function. In J. D. Schofield (Ed.), The proceedings of a conference organized by the Royal Society of Chemistry, UK. pp. 245–260.

Morrison, W.R. (1978): Wheat lipid composition. Cereal chem. 55 (5): 548-558.

Pomeranz, Y. (1965): Dispensability of wheat protein aqueous urea solutions–anew parameters to evaluate bread making potentialities of wheat flours . J. Sci. Food Agr. 16(10): 586.

Pomeranz, Y.(1978): Cereal 78: Better nutrition for the world millions, 6th international cereal and bread congress Am. Assoc. of cereal chem. St. Paul, MN. U.S.A.

Pomeranz, Y., and Chung, O.K. (1982): Lipid protein interactions: Anew finding and interpretations. 7th World cereal and bread congress, Prague.

Wilde, P.J. (2003): Foam formation in dough and bread quality. In S.P. Cauvain (Ed.). Bread making. pp. 321–351.Cambridge: Wood head Publishing Limited.

Ass. Univ. Bull. Environ. Res. Vol. 10 No. 2, October 2007

EFFECT OF QUANTITY AND QUALITY OF FREE FLOUR LIPIDS ON BAKING AND RHEOLOGICAL PROPERTIES FOR SOME VARIETIES OF WHEAT FLOUR

Jalal Ahmed Fadle

Dept. of Food Scie. & Tech., Faculty of Agric. Sana'a University

To study the nature and percentage of free flour lipids on some wheat varieties and their effects on rheological properties, baking quality and sensory evaluation of loaf. The petroleum ether extracts of $Tammouz_3$, Enia, and Nouri wheat flours were used for determining concentrations and types of free fatty acids using GLC. Rheological and baking tests were conducted on original, defatted and reconstituted flours. Results revealed that higher concentration of C18:0, C18:1 and C18:3 free fatty acids in $Tammouz_3$ wheat flour. Saturated fatty acid C16:0 and unsaturated fatty acid C18:2 fatty acids were major types in Enia wheat flour. The water absorption decreased in the verities of defatted wheat flours. The quality of loaf made from defatted flour of $Tammouz_3$ and Nouri was significantly inferior ($P<0.05$) compared to that of the original and reconstituted flour of both types. Defatting of Enia flour significantly improved ($P<0.05$) specific volume and other quality parameters of loaf when compared to the original and reconstituted flour of Enia.