

## مقارنة تأثير عملية الطحن على نسبة النشاء المتحطم وبعض المقاييس الريولوجية باستخدام جهازي المكسولاب والنشاء المتحطم

د. وصال علي الحماده

(الإيداع: 6 كانون الأول 2023، القبول: 19 كانون الثاني 2023 )

### المُلخَص:

هدف البحث إلى دراسة عملية الطحن باستخدام المطاحن الحكومية والمطحنة المخبرية وتأثيرها على نسبة النشاء المتحطم والمقاسة باستخدام جهاز SD matic وبعض المقاييس المتحصل عليها من جهاز المكسولاب بالإضافة إلى بعض الاختبارات الفيزيائية والكيميائية، وأجريت جميع التحاليل في مخبر تكنولوجيا الحبوب، جامعة الفرات.

أظهرت نتائج اختلاف عملية الطحن إلى أن الدقيق الناتج من المطحنة المخبرية LMF أنعم وأنصع بياضاً وعبر خلال فتحات المنخل 280  $\mu$  مقارنة مع الدقيق الناتج من المطاحن الحكومية MMF الذي مرّ عبر فتحات المنخل (265)  $\mu$  ، وكذلك لوحظ وجود فرق معنوي بين العينات المختبرة لمتوسط نسبة البروتين والتي ارتفعت في دقيق المطاحن الحكومية MMF، كذلك لوحظ ارتفاع في نسبة النشاء المتحطم في الدقيق المخبري LMF وارتفاع زمن ونسبة اليود الممتص مقارنة مع عينة الدقيق MMF، بالإضافة إلى ارتفاع في متوسط زمن تكّون العجين C1 وبفارق معنوي وبلغت (1.2 و 2.9) دقائق لعينات MMF و LMF على التوالي، وكذلك تميزت عينة MMF بارتفاع زمن ثباتية العجين ورقم السقوط وبفروق معنوية، ولم يلاحظ أية فروق بين العينات فيما يتعلق بمتوسط عزوم جميع مراحل المكسولاب، وطول مدة تخزين المنتجات الخبزية المصنعة من دقيق MMF مع ارتفاع قيمة العزم في المرحلة (C5-C4)، لكن وجدت علاقة ارتباط معنوية بين بعض المقاييس كالنسبة المئوية للبروتين مع قيمة رقم السقوط ومع ثباتية العجين.

ويمكن توجيه عينات الدقيق المختبرة LMF نحو تصنيع البسكويت، أما عينة MMF فهي مناسبة المعكرونة.

**الكلمات المفتاحية:** مطحنة Chopin، النشاء المتحطم ، المكسولاب، جهاز SD matic.

\* (دكتوراه) عضو هيئة فنية في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة بدير الزور، جامعة الفرات ،

## Comparing the Effect of the Grinding Process on the Affected Starch Ratio and some Rheological Standards Using Mixolab and SD Matic

Dr. Wisal Ali Al –Homhada\*

(Received: 6 December 2022, Accepted: 19 January 2023)

### Abstract:

The aim of this research is to study the grinding process using government mills and laboratory mill and its impact on the value of the starch damage and by using the SD MATIC and some of the measures obtained from the Mixolab device in addition to some physical and chemical lab., and all analyzes were done in the grain technology laboratory, Alfurate University.

The results of the difference in the grinding process showed that the LMF flour is smoothly and brightly white and passed through the 280  $\mu$  sieve holes compared to the MMF flour that passed through the sieve holes (265)  $\mu$ , as well as when estimating the average protein ratio, there was a Statistical significance difference between the tested samples that raised in MMF Also, an increase in the starch damage ratio in the flour of lab. mill LMF sample, the height of time and the absorbing iodine ratio compared to the floure of man. mill MMF flour sample.

In addition it is noticed that a rise in the development time of the dough C1 with a Statistical significance and reached (1.2 and 2.9) minutes for MMF and LMF samples, respectively, as well as the MMF sample was distinguished by the high time of the dough stability and the fall number and with a Statistical significance, and no differences between the samples regarding the average of the torques of all stages of Mixolab, and the long of shelf life of baking bread from the flour of MMf, but there was a Statistical significance correlation relationship between some measures such as the percentage of protein, the value of the falling number and the dough stability.

LMF can be directed to the manufacture of biscuits, and the MMF sample is suitable for noodles

Keywords: Chopin mill, starch damage, Mixolab, SD MATIC.

---

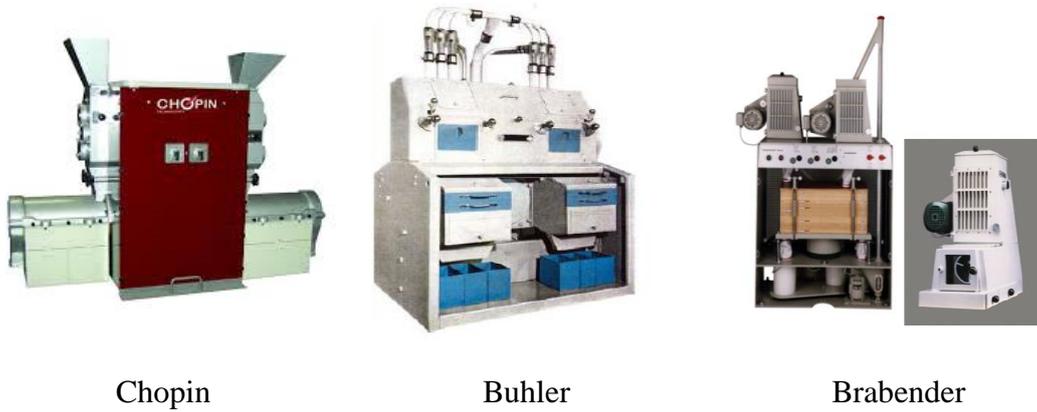
(PhD) in the Department of Food Science, Faculty of Agriculture in Deir Al –Zour, Al –Furat University,

## 1. المقدمة:

تُعدّ جودة الطحن أو نسبة استخراج الدقيق من الحبوب من أهم الخصائص التقنيّة والاقتصاديّة لعملية الطحن، إلا أنّها ترتبط بالخواص الفيزيائيّة لحبة القمح والتي تنعكس على جودة هذه العملية، ويتم تحديد جودة الطحن من خلال الاختبارات الفيزيوكيميائيّة والمواصفات الريولوجيّة وكذلك مواصفات المنتج النهائي، كما تُحدّد جودة الطحن للقمح باستخدام مطاحن مخبرية مثل مطاحن شركة Chopin و Brabender ومطحنة Buhler كما في الشكل (1) (ألفين، 2004).

كما تُعدّ عملية طحن الحبوب أحد أهمّ العمليات الرئيسيّة لتحضير الحبوب قبل إجراء الاختبارات على الدقيق، والتي هدفها تحطيم الأندوسبرم وتنعيمه للحصول على الدقيق المستخدم في الصناعات الخبزيّة، ويسبق عمليات تحضير الحبوب عملية الغريلة التي تهدف إلى تنظيف الحبوب وإزالة الأجرام والشوائب منها، وثم إجراء عملية التكييف بهدف رفع نسبة المحتوى المائي (والذي يختلف حسب نوع الحبوب المستخدمة) بحيث يساعد على سهولة فصل الأندوسبرم عن الجنين والنخالة، كذلك لها تأثير ايجابي على رفع نسبة الاستخراج (الصالح، 1996؛ ألفين، 2004).

يتم الحصول على الدقيق اللازم لعملية التصنيع من خلال عملية الطحن حسب هدف الاستخدام، فهذه العملية تحدد حجم حبيبات الدقيق الناتجة التي تؤثر بشكل سلبي أو إيجابي في عملية التصنيع، وكذلك تحدد سرعة امتصاص الماء وكميته أثناء العجن وحجم المنتج النهائي، كما تؤثر في نسبة النشاء المتحطم التي تنعكس على مواصفات المنتج النهائي من خلال لزوجة اللب وعدم نضجه وبالتالي تؤثر على جودة الدقيق والمنتج النهائي (Chopin Mixolab User's Manual, 2005).

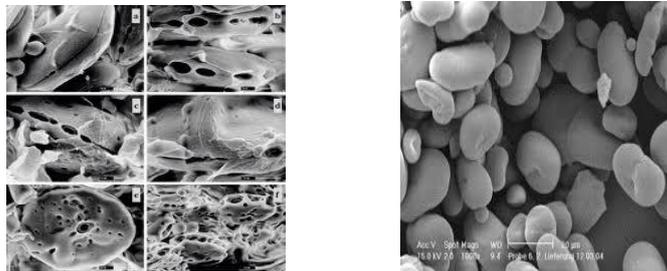


الشكل رقم (1) : بعض أنواع المطاحن المخبرية.

يتم ترطيب حبوب القمح قبل البدء بعملية الطحن بهدف توحيد البنية الفيزيائية للقمح، حيث تصبح النخالة أكثر متانة وأقل قابلية للكسر ويصبح الأندوسبرم أكثر طراوة مما يسهل عملية طحنه، بالإضافة إلى انخفاض كمية الطاقة اللازمة والمستهلكة في عملية الطحن وانخفاض نسبة قطع النخالة مع الدقيق الناتج، وبالتالي الحصول على دقيق أبيض ناصع منخفض نسبة الرماد، إذ يتم استبعاد الغلاف الخارجي والجنين (ألفين، 2004)، كذلك يتميز الخبز الناتج من الدقيق الأبيض بحجمه الكبير مقارنة مع الخبز المعدّ من الدقيق الأسمر، وهذا الاختلاف يعود إلى أن بروتين الجلوتين المتكون يكون أكثر في الخبز الأبيض، إذ تكون فرصة تكوين الجلوتين دائماً أكبر في حال غياب الغلاف والجنين (الجديلي، 2005)

كما تعتمد نوعية الدقيق الناتج على محتوى الأجزاء التثريحية لحبة القمح وعلى المركبات الأساسية الموجودة في الأندوسبرم مثل والبروتينات والليبيدات، التي تكون متوزعة بشكل غير منتظم داخل الحبة (Dewettinck, et al., 2008; Stoenescu, et al., 2010)، كذلك للنشاء دور كبير في تحديد نوعية المنتج النهائي وصلاحيته للتخزين، إذ أن المعكرونة البيضاء تعدّ أفضل عند استخدام دقيق القمح الشمعي مقارنة مع بقية الأنواع الأخرى، كما له دور كبير في حدوث ظاهرة النيات للخبز أو عملية تراجع النشاء، حيث وجد أن الخبز الذي يحتوي على نسبة مرتفعة من الأميلوبكتين يميل للبيات بسرعة مقارنة مع المنتجات ذات النسب المنخفضة منه (ألفين، 2004).

تتعرض معظم حبيبات النشاء إلى التحطم خلال عملية الطحن ونتيجة العمل الميكانيكي للأسطوانات؛ ولنسبة النشاء المتحطم تأثير أثناء عملية الخبز، فمن الناحية الإيجابية؛ له قدرة أكبر على امتصاص الماء مقارنة مع الحبيبات السليمة، حيث تمتص حبيبات النشاء المتحطمة من 2 إلى 4 أمثال وزنها ماء وقد تصل إلى عشرة أضعاف ما كانت عليه (Dubat, 2004; Catteral, 1995)، وبالتالي ترفع من قدرة الحبيبات على الانتفاخ والتجلتن بالمقارنة مع الحبيبات السليمة (Dubat, 2004; Morris, et al., 2000)، ولا ينحصر دور النشاء في قدرته على امتصاص الماء بل له دور في المحافظة على شكل المنتجات الخبزية وبنيتها أيضاً، إذ يمنع نفاذ الغاز من هذه المنتجات في أثناء عملية التبريد (Miyazaki, et al., 2006)، كذلك تُعدّ نسبة النشاء المتحطم من المقاييس المهمة في تحديد جودة الدقيق المستخدم في التصنيع، فقد تتشقق أو تتكسر أو تتحطم بشكل كامل كما في الشكل (2) (Živančev, et al., 2012) كذلك تصبح حبيبات النشاء أكثر عرضة للتحلل بواسطة انزيمات  $\alpha$ - $\beta$  أميلاز وبالتالي إتاحة كمية أكبر من السكريات خلال عملية التصنيع، أما من الناحية السلبية فإنه زيادة نسبة النشاء المتحطم تؤدي إلى لزوجة العجينة ولون غير محبب للمنتجات المخبوزة بالإضافة إلى رداءة نوعية الخبز الناتج، إذ يكون الخبز ذا لون غامق وحجم صغير ولب ضعيف (Brun., et al., 2008; Dubat, 2007; Morris, et al., 2000). تتميز حبيبات النشاء بسرعة انفجارها في الماء البارد، ولكن عند رفع درجة الحرارة ستزداد كمية الماء الممتص والذي يؤدي إلى انتفاخ حبيبة النشاء وهذا ما يسمى بظاهرة التهلّم أو Gelatinization (Grant, et al., 1996). وأن حدوث ظاهرة النشاء المتحطم ستؤثر على عملية التهلّم (التجلتن) والتي لها تأثير كبير خلال العمليات التصنيعية (الشكل 2)، وخصوصاً على الخصائص الريولوجية للدقيق وأهمها اللزوجة، أما عند انخفاض درجة الحرارة تبدأ جزيئات الأميلوز المتجلتنة بالتبلور من جديد وإعادة وتشكيل البناء الكريستالي الذي يترافق معه خروج الماء المرتبط معها، وبالتالي يحدث انكماش للحبيبات وتصلب اللب، وهذا ما يُعرف بعملية تراجع النشاء أو ما يسمى بظاهرة البيات (Staling) (Mixolab applications handbook, 2006).



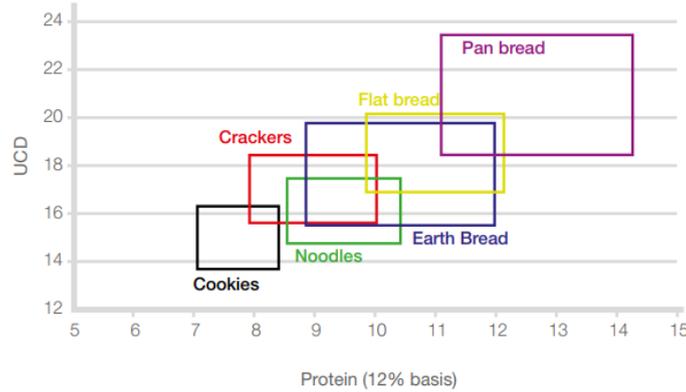
حبيبات النشاء المتحطمة

حبيبات النشاء المتجلتنة

### الشكل 1 نماذج حبيبات النشاء المتهلّمة والمتضررة (packa, 2002)

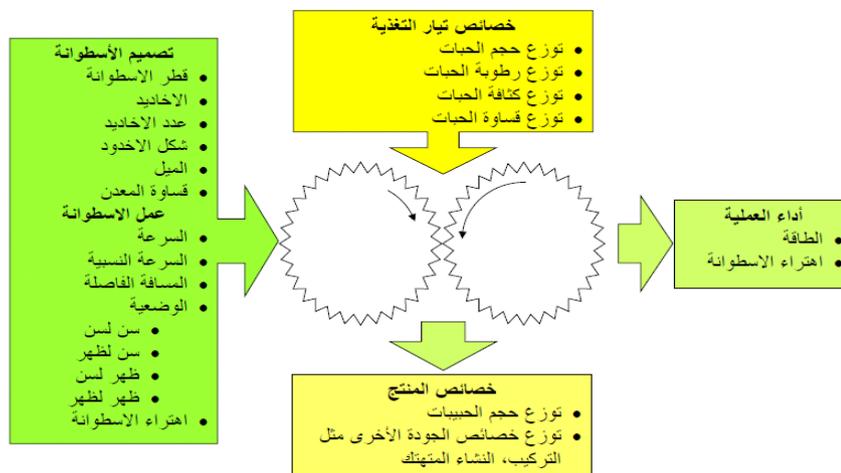
تتزايد نسبة النشاء المتحطم تدريجياً من بداية الطحن حتى الوصول إلى عملية التخفيض وخاصة عند وجود مرحلة التنعيم، وكذلك فإن زيادة نسبة تغذية المطحنة بالحبوب وتقليل سرعة أسطوانات الطحن المختلفة وتقليل المسافة بين الأسطوانات يؤدي بالنتيجة إلى ارتفاع نسبة النشاء المتحطم (Williams, et al., 1969).

تتباين نسبة حبيبات النشاء المتحطمة في القمح الطري عنه في القمح القاسي، إذ يكون القمح الطري أقل مقاومة لعملية الطحن وبالتالي انخفاض نسبة النشاء المتحطم لذلك يستخدم لتصنيع منتجات منخفضة المحتوى المائي مثل البسكويت والكعك، أما القمح القاسي ترتفع فيه نسبة النشاء المتحطم نتيجة العمل الميكانيكي على الأندوسبرم لذلك يستخدم في صناعة الخبز (ATWAL, et al., 2005; Morris, et al., 2000)، إذ إن استخدام الدقيق الذي تكون فيه نسبة النشاء المتحطمة مرتفعة في صناعة البسكويت يؤدي إلى ارتفاع نسبة الماء الممتص أثناء تشكيل العجينة وبالتالي ارتفاع الزمن اللازم للخبز كما في الشكل (3)، كذلك ارتفاع نسبة SD في الدقيق الموجه لصناعة المعكرونة يؤدي إلى منتج نهائي ذا نوعية سيئة وجودة منخفضة (Dubat, 2004).



الشكل رقم (3): استخدامات الدقيق وفقاً لمقاييس النشاء المتحطم ونسبة البروتين ( d'Hotel, 2006)

من أهم العوامل التي تؤثر على عملية الطحن أيضاً أسطوانات الطحن وخاصة المسافة بين الأسطوانتين، وقطر الأسطوانة كما يبين الشكل (4)، بالإضافة إلى بعض الخواص الفيزيائية كالبورية والصلابة والخصائص الميكانيكية للحبة وحجم الحبوب (Dziki, et al., 2004 ;Campbell, et al., 2012).



الشكل رقم (4): العوامل المؤثرة في عملية الطحن (ألفين، 2004)

كذلك تختلف نوعية الدقيق وجودته بحسب مرحلة الطحن، فالدقيق الناتج من مرحلة التحطيم يكون خالياً من النخالة، كذلك ترتفع نسبة الاستخراج من الحبوب ذات الوزن النوعي المرتفع لذلك فهو مرتفع الثمن مقارنة مع الدقيق الناتج من عمليات التخفيض اللاحقة، (Morris, et al., 2000).

وترتفع القيمة الغذائية للدقيق بارتفاع نسبة الأغلفة أو النخالة الذي يكون غنياً بالسكريات العديدة غير النشوية كالأرابينوكسيلانز والسيلولوز وبيتاغلوكان (Courtin, et al., 2002) بالإضافة إلى وجود طبقة الأليرون التي تكون غنية بالمعادن والبروتينات والفيتامينات المضافة إلى الدقيق من الطبقات الخارجية للحبة في أثناء عملية الطحن (Stoenescu, et al., 2010)، أما نواتج الطحن فتستخدم كعلف للحيوانات بسبب غناها المستمد من مصادر الطاقة كالأحماض الأمينية والفوسفور (Huang, et al., 2014).

إنّ الهدف الاقتصادي من عملية الطحن هو فصل مكونات الحبة عن بعضها بشكل فعال قدر الإمكان، وتجنّب حدوث تأثيرات سلبية عليها مثل زيادة نسبة حبيبات النشاء المتحطمة، يفضل أن تكون بأقل التكاليف، والحصول على الأندوسبيرم النشوي الذي يحتوي على البروتين والنشاء (Morris, et al., 2000)، كذلك تجري عدة عمليات تخفيض على الناتج بهدف الحصول على أكبر كمية ممكنة من الدقيق (Campbell, et al., 2012)، وفي النهاية يتم مزج الدقيق المفصولة بعدة مراحل تقنية لتشكيل الجزء الاقتصادي من الدقيق التجاري النوعي المغذي ذي الخصائص المميزة (Stoenescu, et al., 2010) وأكدت دراسة قام بها (Cenkowski، وآخرون، 1998) أن عمليات الطحن هذه لا تؤثر على المواصفات الريولوجية للدقيق الناتج.

## 2. هدف البحث:

يهدف هذا البحث إلى:

- 1-دراسة تأثير اختلاف عملية الطحن باستخدام المطاحن الحكومية MMF والمطاحن المخبرية LMF.
- 2-معرفة تأثير عملية الطحن على نسبة النشاء المتحطم باستخدام جهاز قياس نسبة النشاء المتحطم.
- 3-معرفة تأثير عملية الطحن على بعض الخواص الريولوجية للدقيق والاستخدام النهائي باستخدام جهاز المكسولاب.

## 3. مواد البحث وطرائقه:

### 3.1. تحضير العينات:

تم الحصول على عينات الحبوب من الصوامع الموجودة في مدينة دير الزور وبمعدل ثلاث مكررات لكل عينة بحجم (1) كغ، وتمت تنقيتها بغربلتها بغربال شقي /20×1مم/، وعزل الجزء الاقتصادي واستكمال تنظيف الحبوب يدوياً، إذ فصلت باقي الأجزاء والشوائب للحصول على نقاوة تصل إلى 99.9% تقريباً، ثم تم طحنها بواسطة المطحنة المخبرية Chopin، مع إجراء مرورين لكل عينة والحصول على الدقيق (LMW)، أما عينات الدقيق الحكومي فتم الحصول عليها من المطحنة المحلية في محافظة دير الزور (MMW).

### 3.2. الاختبارات الفيزيائية:

أ. تقدير المحتوى المائي: تم تقدير المحتوى المائي للعينات المدروسة وفقاً لطريقة AACC 44-15A لعام 2000 باستخدام فرن التجفيف من نوع Chopin EM10، على درجة حرارة 130°م لمدة ستون دقيقة.

. تقدير النشاء المتحطم: قُدِّر النشاء المتحطم باستخدام جهاز SDmatic من شركة Chopin وفقاً لطريقة AACC.76-33 الشكل رقم (6)، كما تم التعبير عن النتائج بوحدات (unit chopin degree) UCD وUCD<sub>C</sub> وAACC الخاصة بالجهاز المستخدم ونسبة امتصاص اليود A، وزمن امتصاص اليود المقاس بالتواني (matic, 2008; d'Hotel, 2006).

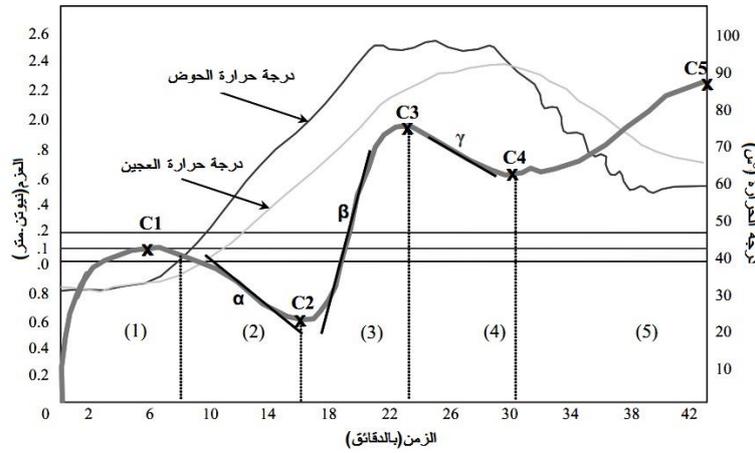
## 3.3. الاختبارات الكيميائية.

أ. تقدير البروتين: جرى تقدير المحتوى البروتيني باستخدام جهاز كلداهل من نوع Gerhertvapodest 45s وفقاً لطريقة AACC 46-16، وذلك باعتماد معامل التحويل  $(5.7 \times N)$ .

ب. تقدير نسبة الرماد: تم تقدير الرماد وفقاً لطريقة AACC.08-1 باستخدام فرن الترميد من نوع Nabertherm.

## 3.4. الاختبارات الريولوجية:

تم استخدام جهاز Mixolab حيث اعتمدت طريقة ICC.No.173 في الاختبارات الشكل رقم (6)، وذلك لدراسة الخواص الريولوجية للعينات المختبرة، حيث تم استخدام 50غ تقريباً وذلك وفقاً لبروتوكول Chopin<sup>+</sup> (الحماة، 2019؛ Chopin Mixolab User's Manual, 2005)، والحصول على مخطط بياني بما يتوافق مع نسب البروتين والنشاء في العينة كما في الشكل رقم (5).



الشكل رقم (5): المنحنى القياسي المسجل بواسطة جهاز Mixolab.

وكذلك الحصول على مقاييس أخرى مثل ثباتية العجين وزمن تكون العجين ونسبة الماء الممتص ورقم السقوط، كما في الجدول رقم (1).

الجدول رقم (1): بعض القراءات المستحصل عليها باستخدام جهاز المكسولاب

المقياس	الدلالة
C1 torque	العزم الاعظمي خلال المزج
C2 torque	يوضح ضعف البروتين بالاعتماد على العمل الميكانيكي مع ارتفاع درجة الحرارة
C3 torque	معدل جلتنة النشاء
C4 torque	ثبات هلام النشاء
C5 torque	تراجع النشاء أثناء عملية التبريد
C1-C2	يبين قوة الشبكة البروتينية مع ارتفاع درجة الحرارة
C3-C4	يوضح ارتباط النشاط الاملازي مع رقم السقوط
C5-C4	يدل على فترة صلاحية المنتج

بالإضافة إلى أنه يمكننا الحصول على الشبكة سداسية التي يتم من خلالها التنبؤ بالاستخدام النهائي الأمثل للدقيق المختبر وفقاً لمواصفات الدقيق (Collar، وآخرون، 2007؛ الحماده، 2020؛ الحماده، 2022)، حيث يتم مقارنتها مع أشكال قياسية مخزنة مسبقاً في الجهاز لبعض المنتجات الأساسية لتحديد الاستخدام المثالي لهذا الدقيق.



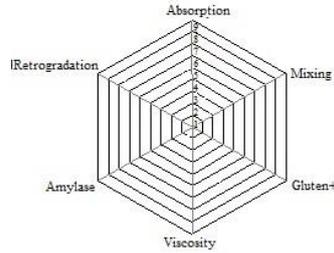
جهاز المكسولاب



جهاز قياس النشاء المتحطم SD Matic

### الشكل رقم (2): الأجهزة المستخدمة في التحليل الفيزيائي والريولوجي

تتكون الشبكة السداسية من ست خواص كل منها مقسم إلى تسع درجات، وهي (امتصاص الماء، معامل المزج، معامل الغلوتين، معامل اللزوجة، معامل النشاط الأميلازي، تراجع النشاء) كما في الشكل رقم (7).



الشكل رقم (3) الشبكة السداسية الناتجة عن جهاز Mixolab-

### 3.5. التحليل الإحصائي:

تم تحليل النتائج إحصائياً على الحاسب في جميع المراحل باستخدام برنامج SPSS v23، وتمت مقارنة النتائج عند مستوى معنوية 0.01.

### 4. النتائج والمناقشة:

يبين الجدول رقم (2) أن نسبة الدقيق الناتج عن طحن 1 كغ من الحبوب في المطحنة المخبرية (LMW) بلغت 63% مقارنة مع نسبة الاستخراج من المطحنة المعملية (MMW) والتي بلغت 80%، ولمعرفة حجم حبيبات الدقيق الناتجة تم إجراء عملية نخل يدوية لحوالي 50 غ من الدقيق المختبر باستخدام غربيل شقية (265، 280، 315، 400)  $\mu\text{m}$ ، تبين أن الدقيق MMF لم يمر عبر فتحات المنخل (280)  $\mu\text{m}$  مقارنة مع الدقيق LMF حيث عبرت الكمية الأكبر من

خلال هذه الفتحات والتي تدل على مدى نعومة الحبيبات الناتجة من الطحن بالمطحنة المخبرية أعلى، كما انها امتازت ببياضها الناصع مقارنة مع الدقيق المعملية.

الجدول رقم (1): حجم حبيبات الدقيق الناتج عن الطحن المخبري والطحن المعملية باستخدام غرابيل ذات فتحات مختلفة

(MMF)	(LMF)	المقياس	
%80	%63	نسبة الاستخراج	
9.9	0	265	عملية النخل لـ50غ /المتبقي فوق المنخل/μm
36.8	8.7	280	
1.5	37.1	315	
1.3	1.9	400	
0.5	2.3	المتبقي	

ويوضح الجدول رقم (3) حدوث انخفاض في متوسط النسبة المئوية للبروتين في الدقيق المخبري (LMF) مقارنة مع الدقيق المعملية (MMF) التي بلغت (7.1 و 8.2) % على التوالي، أما متوسط نسبة الرماد فلم يلاحظ وجود فروق معنوية بين العينات المختبرة.

الجدول رقم (2): الإختبارات الكيميائية لعينات الدقيق المحضرة مخبرياً ومعملياً (%).

الرماد%	البروتين%	الرطوبة%	الدقيق
0.01 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	18.5	المحضر مخبرياً (LMF)
0.01 <sup>a</sup>	8.2 <sup>b</sup>	15	المحضر معملياً (MMF)

# الأحرف المتشابهة بالمقارنات المختلفة ضمن نفس الصف لا تدل على فروق معنوية

وعند تقدير نسبة النشاء المتحطم بوساطة جهاز SD Matic ووفقاً لطريقة AACC (2000) لوحظ عدم وجود فروق معنوية بين العينات المختبرة، كذلك بالنسبة لطريقتي UCD وUCDC، أما بالنسبة لمتوسط امتصاص اليود فقد ارتفعت في الدقيق المخبري (LMF) وبلغت 95.39 % مقارنة مع دقيق (MMF)، كذلك الأمر بالنسبة لمتوسط زمن امتصاص اليود ومع وجود فروق معنوية فيما بينها كما في الجدول رقم (4).

الجدول رقم (3): مؤشرات قياس النشاء المتحطم لعينات الدقيق المدروسة"

الدقيق	وفقاً لـ AACC	وفقاً لـ UCD	وفقاً لـ UCD <sub>c</sub>	نسبة امتصاص اليود (%)A	زمن امتصاص اليود (ثانية)
المحضر مخبرياً (LMF)	5.51 <sup>a</sup>	22.3 <sup>a</sup>	21.9 <sup>a</sup>	95.39 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>
المحضر معملياً (MMF)	4.76 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>	21.2 <sup>a</sup>	93.23 <sup>b</sup>	49 <sup>b</sup>

# الأحرف المتشابهة بالمقارنات المختلفة ضمن نفس العمود لا تدل على فروق معنوية

يبين الجدول رقم (5) وجود فروق معنوية بين متوسطات كلاً من النسبة المئوية لامتصاص الماء وزمن تكوّن العجين وثباتية العجين وقيمة رقم السقوط بين عينات (LMF) و (MMF)، إذ انخفض متوسط نسبة امتصاص الماء في (LMF) وبلغت 50.3% مقارنة مع الدقيق (MMF) الذي ارتفع فيه متوسط نسبة الماء الممتص ووصل إلى 62.6%.

الجدول رقم (4): مؤشرات قياس بعض المتوسطات المقاسة باستخدام جهاز المكسولاب لعينات الدقيق المختبرة

الدقيق	امتصاص الماء %	زمن تكوّن العجين (د)	الثباتية (د)	رقم السقوط(ثا)
المحضر مخبرياً (LMF)	50.3 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	338 <sup>a</sup>
المحضر معملياً (MMF)	62.6 <sup>b</sup>	2.9 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	383 <sup>b</sup>

# الأحرف المتشابهة بالمقارنات المختلفة ضمن العمود نفسه لا تدل على فروق معنوية

كذلك لوحظ ارتفاع واضح في متوسط زمن تكوّن العجين ومتوسط ثباتيته لدقيق (MMF) التي بلغت ما يقارب (3 و 7.5) دقائق مقارنة مع الدقيق (LMF) والتي بلغت (1 و 4) دقائق تقريباً على التوالي، وهذا يعود إلى ارتفاع نسبة البروتين الذي أثر بشكل إيجابي على خواص الدقيق، أما بالنسبة لمتوسط رقم السقوط فقد بلغ (338، 383) ثانية لعينات الدقيق (LMF) ولدقيق (MMF) على التوالي كما في الجدول (5) والشكل (8).

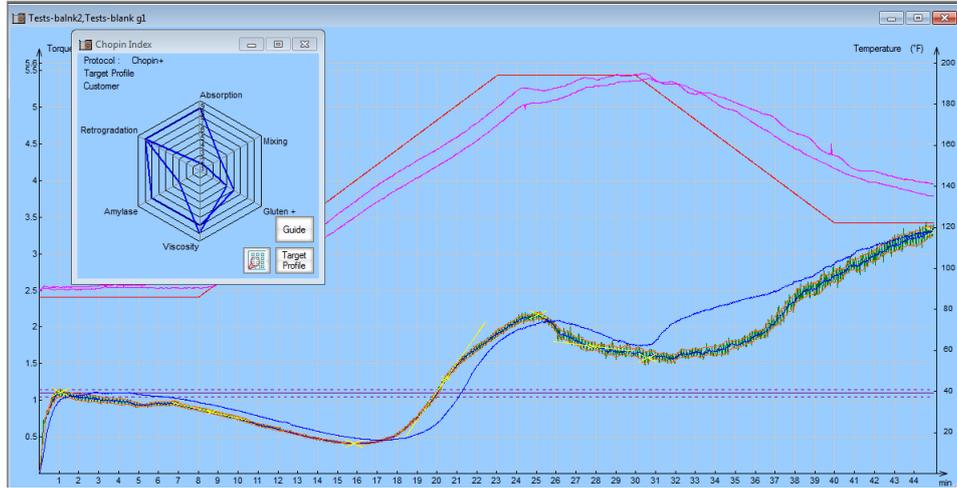
الجدول رقم (6): مؤشرات قياس عزوم القوة للمراحل المختلفة المقاسة بواسطة جهاز المكسولاب لعينات الدقيق المختبر (N.M)

الخلطة	C2	C3	C4	C5	C1-C2	C3-C4	C5-C4
المحضر مخبرياً (LMF)	.356 <sup>a</sup>	2.160 <sup>a</sup>	1.713 <sup>a</sup>	3.380 <sup>a</sup>	.743 <sup>a</sup>	.446 <sup>a</sup>	1.666 <sup>a</sup>
المحضر معملياً (MMF)	.560 <sup>a</sup>	2.090 <sup>a</sup>	1.780 <sup>a</sup>	3.530 <sup>a</sup>	.540 <sup>a</sup>	.310 <sup>a</sup>	1.750 <sup>a</sup>

# الأحرف المتشابهة بالمقارنات المختلفة ضمن العمود نفسه لا تدل على فروق معنوية

ومن خلال الجدول رقم (6) يلاحظ عدم وجود فروق معنوية بين متوسطات العزوم الناتجة عن عمل ذراعي العجان في جهاز المكسولاب والتي ترتبط بنسبة النشاء والبروتين للدقيق المختبر بالإضافة إلى العمل الميكانيكي والحراري والمقاسة

بـ (نيوتن.متر)، كما يلاحظ ارتفاع العزم في المراحل C2 و C4 و C5 في دقيق (MMF) مقارنة مع دقيق (LMF)، وكذلك لم يلاحظ أية فروق معنوية في المراحل (C3-C4 و C5-C4)، لكن تميّز دقيق LMF بقوة البروتين ومقاومته لارتفاع درجة الحرارة مقارنة مع دقيق MMF، وبالمقابل كانت مدة فترة تخزين المنتج النهائي المصنوع من دقيق MMF أطول (فترة البياض) وذلك من خلال عزم مرحلة تراجع هلام النشاء مع انخفاض درجة الحرارة.



الشكل رقم (4): المنحنى القياسي المسجل بواسطة جهاز المكسولاب لعينات الدقيق المختبرة

كذلك من خلال دراسة العلاقات الارتباطية بين بعض المقاييس المتحصل عليها بواسطة جهاز المكسولاب ومقاييس جهاز النشاء المتحطم كما في الجدول (7)، إذ تبين وجود علاقة ارتباط معنوية بين متوسط نسبة البروتين ومتوسطات (نسبة امتصاص اليود ورقم السقوط وزمن تكون العجين)، بالإضافة إلى وجود علاقة ارتباط معنوية بين متوسط نسبة اليود الممتص ومتوسط زمن امتصاصه.

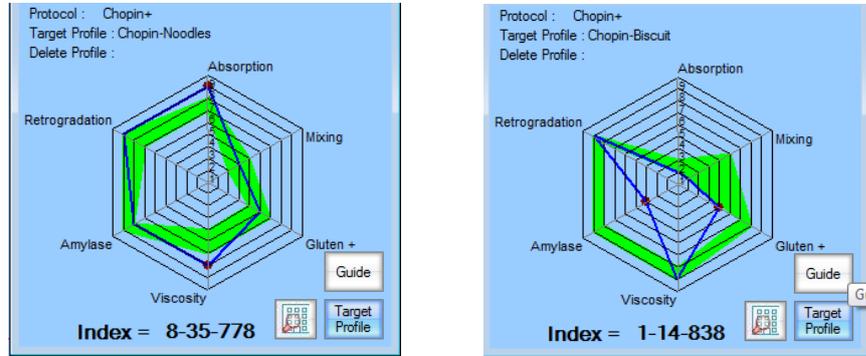
الجدول رقم (5): العلاقات الارتباطية بين بعض مقاييس جهاز المكسولاب وجهاز النشاء المتحطم

المقياس	اليود الممتص	AACC	ucd	A	رقم السقوط	امتصاص الماء	زمن تكون العجين	بروتين
بروتين	-.972**	-.717-	-.799-	-.840*	.930**	.985**	.982**	1
زمن تكون العجين	-.958**	-.610-	-.748-	-.885*	.960**	.998**	1	
امتصاص الماء	-.959**	-.639-	-.752-	-.875*	.944**	1		
رقم السقوط	-.877*	-.549-	-.779-	-.822*	1			
A	.918**	.328	.536	1				
ucd	.685	.886*	1					
AACC	.601	1						

\*\*الارتباط معنوي عند 0.01

\*الارتباط معنوي عند 0.05

توضح الشبكة السداسية الشكل رقم (9) التنبؤ بالتصنيع النهائي الأمثل للعينات المختبرة وفقاً لجهاز المكسولاب من أجل على أفضل مواصفات للمنتج النهائي وفقاً لمحتواها من النشاء والبروتين، وقد تبين أنّ توجيه دقيق (LMF) لصناعة البسكويت هو الأفضل، بينما الدقيق المستخرج معملياً فينصح بتوجيهه نحو صناعة المعكرونة Noodles.



الشكل رقم (5): الشبكة السداسية المتحصل عليها من جهاز المكسولاب لعينات الدقيق المختبر

#### 5.الاستنتاجات:

1. ارتفع متوسط نسبة البروتين في الدقيق المعملي MMF مقارنة مع الدقيق المخبري LMF.
2. ترافق ارتفاع متوسط نسبة البروتين ارتفاع كلاً من زمن تكون العجين ثباتية العجين في الدقيق الناتج من المطاحن المعملية.
3. ارتفاع نسبة النشاء المتحطم في الدقيق الناتج عن المطاحن المخبرية والذي يعود إلى زيادة نعومة الدقيق وبالتالي انعكست على نسبة النشاء المتحطم.
4. استخدام عينات الدقيق المختبرة في صناعة البسكويت أو المعكرونة، بالإضافة إلى إمكانية تصنيع منتجات أخرى حسب نسبة النشاء والبروتين فيها كما تبينها الشبكة السداسية.

#### 6.المقترحات:

1. يوصى بعدم اجراء أكثر من تكرارين عند الطحن باستخدام المطحنة المخبرية إذ يؤدي إلى زيادة نسبة النشاء المتحطم.
2. يمكن إجراء أبحاث حول زيادة المسافة بين أسطوانات الطحن في المطحنة المخبرية والمعملية.
3. نتيجة انخفاض نسبة البروتين عند طحن القمح في المطاحن المخبرية يمكن استخدامها في محلات تصنيع الحلويات للحصول على أفضل نتائج للبسكويت والمعجنات الأخرى.

#### المراجع

1. d'Hotel, C. L. (2006). starch Damage: impact & control. France: chopin.
2. Dubat A. .(2007) Cereal Foods World..323–52:319
3. ATWAL, A., & DHALIWAL, G. (2005). Insect Pests Of Stored Grain And Other Products. gricultural pests of India and South–EastAsi, 5th Ed, pp. 380–394.

4. Brun., ,., Algeldeh, J., Dubat, A., & Mcallist, j. (2008). STARCH DAMAGE CONTENT DETERMINATION: AMPEROMETRIC METHOD VS ENZYMATIC METHOD. Conference Paper.
5. Collar ,C. , and Rosell C., Bollain C.M.(2007) Rheological behavior of formulated bread doughs during mixing and heating. Food Science and Technology International, (13), , .107–99
6. Courtin ,C. M. Delcour , J. A .(2002 ) Arabinoxylans and Endoxylanases in Wheat Flour Bread–making. Journal of Cereal Science.243–225 ،
7. Campbell, G., Sharp, M., Wall, C., Mateos–Salv, K., Gubatz , F., Huttly, S., & Shewry, P. (2012). Modelling wheat breakage during roller milling using the double normalised Kumaraswamy breakage function: Effects of kernel shape and hardness. J. Cereal Sci, pp. 415–425.
8. Catteral, P. (1995). Flour Milling. Aspen Publishers, pp. 296–329.
9. Chopin Mixolab User’s Manual. (2005). Tripette & Renaud Chopin, France.
10. Dziki ،D. J Laskowski. .(2004) Influence of kernel size on grinding process of wheat at respective grinding stages. Pol. J. Food Nutr. Sci..33–29 ،
11. Dewettinck, K., Van Bockstaele, F., Kuhne, B. V., & Courtens, T. M. (2008). Nutritional Value of Bread: Influence of Processing, Food Interaction and Consumer Perception. Journal of Cereal Science, pp. 243–257.
12. Dubat, A. (2004). The Importance and Impact of Starch Damage and Evolution of Measuring Methods. Chopin SAS.
13. Grant, M., & Campbell, W. a. (1996). Cereals Novel Uses and Processes. Springer, 1st ed, p. P308.
14. Huang, Q., C.X., Su, Y., Liu, Z., & Li, D. (2014). Prediction of the digestible and metabolizable energy content of wheat milling byproducts for growing pigs from chemical composition. . Animal Feed Scienc and Technology .
15. Mixolab applications handbook. (2006). Rheological and Enzymatic Analysis. Chopin Applications Laboratory. France.
16. Miyazaki, M., HUNG, P., & MAEDA, T. a. (2006). Recent Advances in Application of Modified Starches for Breadmaking. Trends in Food Science and Technology,, 17(11), pp. 591–599.
17. Morris, P., & Bryce, J. (2000). Cereal biotechnology. CRC; 1ed, p. 264.

18. Cenkowski S. ، S. Ramanathan و ، M.G. and Dexter. J.E Scanlon. (1998) Thermodynamic and functional properties of mechanically compacted flour. Canadian Agricultural Engineering. 45–35 ، 40 ،
19. SD matic. (2008) measure of starch damage in flour. chopin technology.
20. Stoenescu, G., & Ionescu, V. a. (2010). Prediction the Quality of Industrial Flour Using the Mixolab Device. Bulletin UASVM Agriculture . 67(2), pp. 429–434.
21. Packa D.; Wiwart M. and Borusiewicz A. (2002) Scanning Electron Microscopy of Mature Wheat Kernals Infected with Fusarium Culmorum, journal of applied genetics, 43A: 167–176
22. Williams, P., & Fegol, K. (1969). Colorimetric Determination of Damaged Starch in Flour. Cereal Chemistry, pp. 56–62.
23. Živančev, D., Torbica, A., Mastilović, J., Knežević, D., & Đukić, N. (2012). Relation among Different Parameters of Damaged Starch Content, Falling Number and Mechanical Damage Level. original scientific paper / originalni naučni članak, pp. 282–287.
24. الصالح. عبود (1996). تكنولوجيا الحبوب (النظري). منشورات جامعة حلب.
25. الجديلي عفاف . (2005). علوم الأطعمة التجريبية. صفحة 264 ص.
26. ألفين فرحان. (2004). تقانة طحن الحبوب (النظري). منشورات جامعة البعث.
27. الحماده وصال. (2019). دراسة أثر استبدال دقيق القمح بدقيق العدس بنسب مختلفة في بعض الخواص الفيزيوكيميائية والريولوجية للخلائط الناتجة. المجلة العربية للبيئات الجافة.
28. الحماده. وصال (2020). دراسة بعض الخواص الريولوجية وتحديد الاستخدام الأمثل لخلائط من دقيق القمح وبعض أنواع البقوليات. المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث، المجلد 4.
29. الحماده. وصال (2022). دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والريولوجية والتنبؤ بالاستخدام النهائي الامثل لخلائط من دقيق القمح ودقيق حبوب الفاصولياء البيضاء. المجلة الاكاديمية للأبحاث والنشر العلمي، الصفحات 318–301.