** المقدمة **

الطحن التجريبي هو أحد أهم الاختبارات التي تجري في المخبر، والهدف منه هو الحصول على معلومات تقنية حول المادة الأولية وخصائص المنتج النهائي، وذلك بطحن عينة صغيرة من القمح.

يسمح الطحن التجريبي بتحديد جودة طحن القمح، وذلك من خلال تحديد نسبة الاستخراج للطحين الناتج عنه، وإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والريولوجية له، كما ويستخدم الطحن التجريبي لتقييم شحنات قمح جديدة أو محصول جديد.

****

الفصل الأول

خواص جودة القمح

1-1- مقدمة:

يعد القمح الأكثر إنتاجاً واستهلاكاً من بين الحبوب والأهم كونه مصدر للطحين المستخدم في صناعة الخبز. يستهلك (82%) من القمح المنتج كغذاء للإنسان، و(11%) كبذور لزراعتها في العام التالي، و(7%) كعلف ويستخدم مقدار بسيط في إنتاج البرغل.

بشكل عام يطحن القمح لإنتاج الطحين والسميد لاستخدامها كمادة أولية في المنتجات الغذائية. ويوجد علاقة كبيرة بين جودة القمح المطحون وجودة الطحين، لذلك فإن الخواص المحددة لجودة القمح تعتبر خواص مساعدة في تحديد جودة الطحين الناتج عن هذا القمح.

1-2- خواص جودة القمح:

تقسم خواص جودة القمح لعدة مجموعات هي:

1-2-1- الخواص النباتية:

تعود كل أنواع القمح في الأصل إلى الجنس (Triticum) من الفصيلة النجيلية (Gramineous) العائلة العشبية، ويوجد آلاف من أنواع وأصناف من القمح (Triticum) وتختلف عن بعضها بشكل أساسي بعدد الصبغيات (2n) فمنها:

- الثنائي Diploid : n = 7
- الرباعي Tetraploid : n = 14
- السداسي Hexaploid : n = 21

1-2-2- الخواص الزراعية:

وهي الخواص التي تهم المزارع، وتتطلب أن يكون الصنف متأقلماً مع المناخ والتربة وأن يكون ذو غلة وافرة، ومقاوم للحشرات والأمراض.

1-2-3 - الخواص الكيميائية:

يؤثر على التركيب الكيميائي للقمح عدة عوامل وهي:

1. نوع وصنف القمح.
2. العوامل الطبيعية (كمية الأمطار، درجة الحرارة، رطوبة الجو).
3. نوعية التربة وكمية السميد.

ويبين الجدول **(1–1)** توزع المركبات الكيميائية في أقسام حبة القمح.

جدول (1–1): توزع المركبات الكيميائية في أقسام حبة القمح

جزء الحبة	نسبة جزء الحبة	نشاء	بروتين	الألياف الخام	الألياف الغذائية	دهن	رماد
النخالة	15	0	20	93	70	30	67
الأندوسبيرم	82	100	72	4	27	50	23
الجنين	3	0	8	3	3	20	10

ومن أهم الخصائص الكيميائية للقمح:

- **محتوى الماء:**

يتعلق محتوى الماء في القمح بالشروط الجوية، وكيفية تخزين القمح، ورطوبة الجو المخزن بها.

يجب ألا تكون رطوبة القمح منخفضة جداً لأنه يصبح هشاً سهل التكسير أثناء النقل، وأيضاً هامة من ناحية تقنية الطحن، ففي حال الرطوبة المنخفضة تصبح عملية

الترطيب صعبة وتزداد مدة الترطيب. كما أن الرطوبة الحدية من أجل صلاحية تخزين القمح لفترة طويلة يجب ألا تزيد عن 14%.

- **محتوى البروتين:**

يختلف محتوى القمح من البروتين وفقاً لنوعه وصنفه وشروط نموه والبيئة من تربة شروط جوية. يتراوح محتوى البروتين في القمح بين (6–22%) والقمح المنتج في بيئة جافة يكون ذو محتوى بروتين أعلى من القمح المنتج في بيئة ماطرة. كما أن نسبة البروتين في القمح تحدد مجال استخدامه فمثلاً:

- ❖ صناعة المعكرونة تتطلب قمح ذو نسبة بروتين أكثر من (13%).
- ❖ صناعة خبز الصمون تتطلب قمح ذو نسبة بروتين بين (13–14%).
- ❖ صناعة الخبز العربي تتطلب قمح ذو نسبة بروتين بين (12–13%).

- **محتوى الرماد:**

الرماد هو أكاسيد المواد غير العضوية الناتجة عن حرق المادة النباتية، أهمها الكبريت والبوتاسيوم والفوسفور. يتعلق محتوى الرماد في القمح بكمية المعادن في التربة وكمية ونوعية الأسمدة ويتراوح بين (1.3–2.5%).

- **محتوى الحموضة:**

وهي تعبر عن كمية الحموض الدسمة الحرة الموجودة في القمح، وتزداد نسبة الحموضة خلال تخزين القمح وفقاً لفعالية أنزيم الليباز الذي يفكك الزيوت ويشكل الحموض الدسمة الحرة.

- **محتوى الليف:**

يحتوي القمح على سليلوز بنسبة (2–2.7%) وتزداد نسبة الليف في القمح ذو الحبات الصغيرة والضامرة والمجعدة.

1-2-4- الخواص التكنولوجية:

أولاً: محتوى الغلوتين الرطب والجاف:

الغلوتين الرطب هو المادة المتشكلة عن عجن دقيق القمح بالماء ثم غسل هذا العجين بالماء المالح الذي يذيب النشاء والمواد البروتينية (ألبومين والغلوبولين) المنحلة بالماء الملحي ونحصل على الغلوتين الجاف بعد تجفيف الغلوتين الرطب.

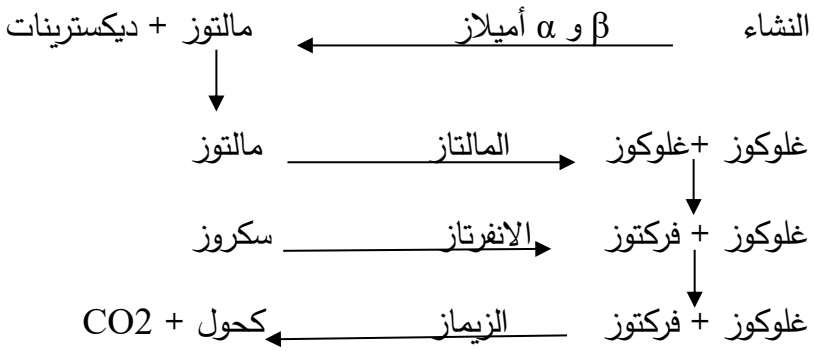
ومن الطرق المستخدمة لاختبار نسبة ونوعية الغلوتين: رقم بلشنكي، رقم الترسيب Zeleny، رقم الترسيب SDS، تحديد نسبة الغلوتين الرطب والجاف ودليل الغلوتين.

ثانياً: فعالية أنزيم الأميلاز:

	الناتج الأساسي (60%)	الناتج الثانوي (40%)
نشاء + β–أميلاز	المالتوز	الديكسترينات
نشاء +α –أميلاز	الديكسترينات	المالتوز

وتزداد فعالية الأنزيم بزيادة عملية إنتاش الحبوب.

إن التأثير المشترك لكل من α وβ أميلاز مع بعضهما البعض يضمن تحلل أعظمي للنشاء.



1-2- 5 الخواص الفيزيائية:

✓ **الأجرام والشوائب:**

* الأجرام: هي جميع المواد الغريبة غير النباتية كالحجارة والطين والقطع المعدنية وكذلك القش والتبن.

* الشوائب: هي الحبوب الضامرة والمكسورة والمتضررة (المنبتة والخضراء والمنخورة) والمريضة وحبوب أخرى.

✓ **وزن الهيكتولتير (الوزن النوعي):**

وهو وزن 100 لتر من القمح مقدر بالكغ. ويؤثر على الوزن النوعي عدة عوامل منها: محتوى ونوع الشوائب، حجم الحبة وشكلها وملاستها، ومحتوى الرطوبة.

✓ **وزن الألف حبة:**

وهو وزن ألف حبة من القمح مقدرة بالغرام على أساس الوزن الجاف ومن عينة خالية من الشوائب، ويعتبر وزن الألف حبة دليل على كمية الطحين التي يتم استخراجها من القمح.

✓ **المقطع الشفاف:**

يمكن أن يكون مقطع الحبة شفاف أو نشوي ويعود ذلك بشكل أساسي لأسباب وراثية وكذلك بيئية، حيث أن القمح الذي ينمو في البيئة الجافة (التي ستسرع نضج القمح) يكون عادة شفاف، في حين أن البيئة التي تسمح بنضج بطيء للقمح تنتج قمح نشوي، والوزن النوعي للحبات الشفافة أعلى منه للنشوية.

✓ **جودة الطحن أو نسبة الاستخراج:**

وهي كمية الطحين المنتجة من 100كغ قمح، وتحدد جودة الطحن للقمح باستخدام مطحنة تجريبية مخبرية مثل: مطحنة بوهلرBuhler، مطحنة برابيندر غوادرومات جينيور Jr. Brabender Quadrumat ومطحنة برابيندر غوادرومات سينيور Sr . Brabender Quadrumat ومطحنة مياغ Miag ومطحنة شوبين س د 1 Chopin C D.1

إن الهدف الرئيسي من الطحن التجريبي هو تحديد جودة الطحن من خلال تحديد نسبة استخراج الطحين وإجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية والريولوجية لتحيد جودة المنتج النهائي للطحين. **[1]**

✓ **قساوة القمح:**

تتحكم العوامل الوراثية بقساوة القمح الحقيقية وذلك من خلال مورثة واحدة أو مورثتين رئيسيتين على الأغلب. تتضمن الأقماح القاسية وراثياً على الأغلب الأصناف الرباعية Tetraploid n = 4 مثل T. durum, وأيضاً بعض الأصناف السداسية Hexaploid n = 4 مثل T. aestivum.

وتتأثر القساوة الوراثية بظروف النمو، فالقمح المنتج في بيئة جافة يتميز بالقساوة في حين يتميز القمح المنتج في بيئة رطبة ماطرة بالطراوة، إلا أن الأقماح الطرية والقاسية وراثياً تبقى كذلك بغض النظر عن ظروف النمو، وربما تكون الأقماح القاسية وراثياً متنوعة في القساوة ولكن لاتصل أبداً إلى حد الطراوة والعكس صحيح. **[1]**

وتتضمن العوامل الرئيسية لقساوة القمح القساوة الفعلية للمركبات الرئيسية (بروتين ونشاء) وشدة الارتباط بين مكونات بنية الحبة. وإن مدى انتظام بنية الأندوسبيرم هو الذي يحدد القساوة وهذا يعتمد بشكل أولي على حالة الشبكة البروتينية التي تعمل كوسيلة اتصال ضمن خلايا الأندوسبيرم الناضج.

تحجز الشبكة البروتينية المستمرة فيزيائياً حبيبات النشاء وهذا يجعل عملية فصل حبيبات النشاء عن الشبكة البروتينية صعبة، وهذه ميزة في الأقماح القاسية.

لماذا يكون من الضروري اختبار بنية حبة القمح (القساوة والطراوة)؟

هناك سببان رئيسيان هما السعر والجودة. إن بنية حبة القمح هي الصفة الأكثر أهمية التي تؤثر على جودة الأقماح الشائعة، فهي تؤثر على الطريقة التي سترطب بها قبل الطحن وعلى المردود وحجم حبيبات الطحين، وكثافتها وشكلها وخصائص المنتجات النهائية من المطحنة. **[6]**

كما أن القساوة أو الطراوة تؤثر على عملية الطحن وكيفية تهشم الأندوسبيرم. ففي القمح القاسي يميل الأندوسبيرم إلى التفتت والتكسير حول جدران الخلايا، بينما يتهشم أندوسبيرم القمح الطري بشكل عشوائي، كذلك فإن القمح القاسي يتطلب عند طحنه طاقة أكبر من القمح الطري ويجب ترطيبه لنسبة رطوبة أعلى ولزمن أطول.

ينتج عن القمح القاسي طحين سهل الجريان والنخل ذو حبيبات خشنة ومتناسقة الشكل، أغلبها ناشئ عن خلايا الأندوسبيرم، بينما يعطي القمح الطري طحين ناعم غير متناسق الحبيبات (تتضمن الحبيبات سللوز مقسمة وحبيبات نشاء حرة) ويكون صعب النخل. كما أن الطحين الناتج عن القمح القاسي يحوي نسبة من حبيبات النشاء المتهتكة أعلى من طحين القمح الطري.

تؤثر القساوة على سهولة فصل الأندوسبيرم عن النخالة، حيث تفصل حييات الأندوسبيرم في القمح القاسي بشكل أكثر نظافة وسليمة، في حين تنقسم حبيبات النشاء المجاورة لطبقة الأليرون فينفصل قسم منها ويبقى الجزء الآخر ملتصق بالنخالة. **[1]**

ومن العوامل المؤثرة على القساوة نذكر:

1. البنية الوراثية.

2. موقع النمو.
3. فصل النمو.
4. محتوى البروتين.
5. الرطوبة.
6. درجة الحرارة.
7. حجم الحبة.
8. عوامل أخرى مثل تضرر الحبيبات، الإنبات، الوزن النوعي، سماكة القشرة. **[6]**

✓ **حجم الحبة:**

يتأثر حجم حبات القمح بالشروط البيئية التي تسمح بمدة نضج طويلة، وهي تستخدم في تقدير نسبة استخراج الطحين من القمح، حيث أن كمية الطحين التي يمكن استخراجها تتوقف على كمية الأندوسبيرم، وهذه تتأثر بحجم وشكل الحبة وسماكة القشرة. **[1]**

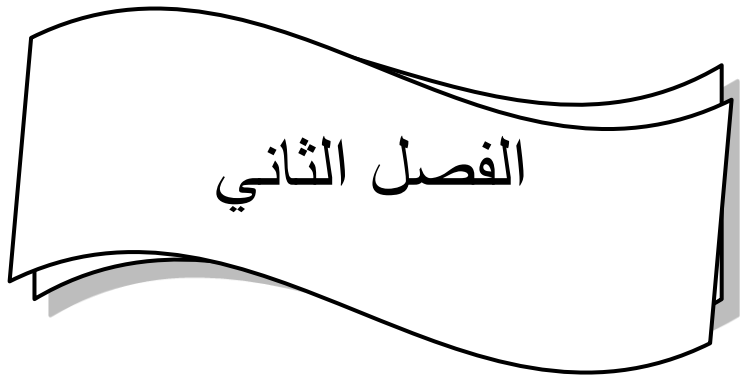
حيث لوحظ أن حجم الحبة يؤثر على توزع النشاء، ففي حالة القمح الجاف الأصفر تكون الحبات الصغيرة ممتلئة بالنشاء في رأسها من ناحية القمة والقاعدة بينما الحبات الكبيرة تكون ممتلئة في الوسط. **[6]**

يفضل أن تكون حبات القمح كبيرة، ومن أجل سهولة وانتظام عملية الطحن يجب أن تكون حبات القمح متشابهة في الحجم.**[1]**

وبشكل عام فإن الاختبارات المعتمدة على الطحن والنخل أو الطحن البسيط لا تتأثر بشكل كبير بحجم الحبة، بينما الاختبارات المتعلقة بقياس الطاقة تكون ميالة للتأثر باختلاف حجم الحبة بشكل أكبر وتبين أنه لا توجد علاقة ثابتة بين مقاومة التقشير وحجم الحبة. **[6]**

لوحظ أن محتوى الرماد للطحين الناتج عند طحن حبات كبيرة أقل من محتوى الرماد للطحين الناتج عند طحن حبات صغيرة عند نفس نسبة الاسترجاع ونفس نوعية القمح.

****



ترطيب القمح

2-1- مقدمة:

إن الشعار القديم للطحان الخبير هو "الحصول على قمح نظيف ومحضر بشكل جيد، يشكل نصف العمل في موازنة المطحنة" حيث أن ذلك يؤثر بشكل كبير على نسبة استخراج الطحين ونوعيته.

وتشكل عملية الترطيب إحدى أهم عمليات تحضير القمح للطحن، وهي تتضمن الخطوات التالية:

1. إضافة الكمية المناسبة من الماء للوصول إلى درجة الرطوبة المطلوبة.
2. توزيع الماء بشكل متجانس بين حبات القمح.
3. إعطاء الوقت الكافي للماء كي يخترق حبات القمح.

2-2- نظرية ترطيب القمح:

الترطيب: هو عملية إضافة الماء، يتبعها فترة استراحة حيث تسمح هذه الفترة باختراق الماء المضاف للحبة.

إن الميزة الفريدة للقمح والتي تمكننا من استخراج الأندوسبيرم هي اختلاف أجزاء الحبة الثلاثة (أندوسبيرم، القشرة، الجنين) في متانتها وسهولة تفتتها، وتزيد عملية الترطيب من هذا الاختلاف.

تتعلق كمية الماء المضافة برطوبة القمح الأصلية وبالرطوبة النسبية ودرجة الحرارة في المطحنة وبمحتوى الرطوبة المطلوبة في المنتجات النهائية. وبشكل عام تتراوح رطوبة

القمح المثالية بين (14–17%)، فالأقماح القاسية ترطب إلى (16–17%) أما الأقماح الطرية ترطب إلى (15–15.5%).

تعتبر مرحلة الترطيب المرحلة الوحيدة التي تمكن الطحان من تغيير الحالة الفيزيائية والكيميائية للقمح، ويكون هدفه جعل جميع حبات القمح المرطب متجانسة لها نفس الحالة الفيزيائية قبل الطحن.

يعمل الترطيب المثالي للقمح على تمتين النخالة مما يؤدي إلى تفتتها لأحجام كبيرة أثناء عملية الطحن، بينما يصبح الأندوسبيرم أكثر طراوة بحيث يتم فصل الأندوسبيرم النقي بكفاءة أكبر.

يؤدي ترطيب القمح لرطوبة أقل أو أعلى من الرطوبة المثلى إلى خروج نظام الطحن عن توازنه الأمثل والذي يؤدي إلى انخفاض نسبة استخراج الطحين وسوء صفاته.

إن نسبة الرطوبة المثلى من أجل الحصول على نسبة استخراج (80–85%) هي أقل بحوالي (1–1.5%) من نسبة الرطوبة المثلى من أجل الحصول على نسبة استخراج (70–75%) وفي حال تم الترطيب بشكل خاطئ كترطيب أصناف قمح قاسية إلى رطوبة منخفضة ستتحول قشرة القمح خلال الطحن إلى قطع صغيرة ناعمة، تمر من خلال فتحات غربال الطحين وتختلط مع الطحين المنتج، مما يؤدي إلى سوء نوعية الطحين، فازدياد كمية النخالة (القشرة) في الطحين المنتج يؤدي إلى لون أسمر قاتم، كذلك نقصان ماء الترطيب يؤدي إلى صعوبة في تحطيم الأندوسبيرم وانقسامه إلى قطع كبيرة واستهلاك في الطاقة.

أما زيادة كمية ماء الترطيب تخفف من مردود الطحين وذلك نتيجة التصاق حبيبات الأندوسبيرم ببعضها مما يجعل عملية النخل لفصل الطحين صعبة، وكذلك صعوبة في فصل الأندوسبيرم عن القشرة.

إن وصول رطوبة القشرة إلى (18%) والأندوسبيرم إلى (15%) يعتبر أمثلياً. تكون نسبة الرطوبة في المنتجات الوسطية وفي الطحين المنتج أقل من نسبته في القمح الداخل إلى الكسرة الأولى، وذلك بسبب التبخر الحاصل أثناء عملية الطحن نتيجة لاحتكاك القمح والمنتجات الوسطية والطحين مع سطح الأسطوانات والمناخل، وتتوقف نسبة هذا الضياع أيضاً على الشروط الجوية في المطحنة. وبشكل عام تتراوح هذه الضياعات بين (1-2.5%).

تحسب كمية الماء اللازمة للترطيب من العلاقة التالية:

$$\text{كمية الماء التي يجب إضافتها} = \frac{A(R_2 - R_1)}{100 - R_2}$$

حيث أن:

A : كمية القمح.

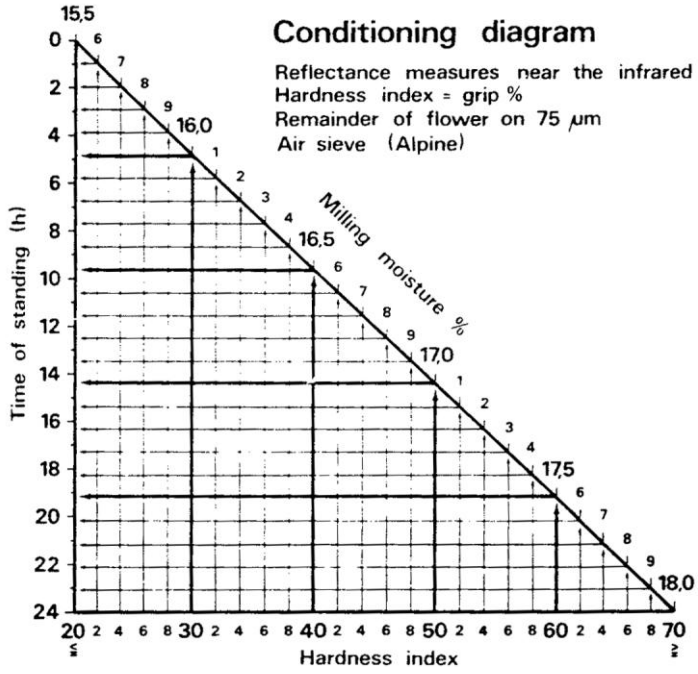
R_2 : الرطوبة التي يجب الترطيب إليها.

R_1 : الرطوبة البدائية للقمح.

2- 3- طرق تحديد الترطيب المناسب للقمح:

1. استخدام قيم القساوة ورطوبة الطحن المرغوبة لتحديد زمن الترطيب:

يظهر الشكل (2–1) العلاقة بين كمية الماء التي يجب إضافتها وزمن الترطيب، بدلالة قساوة القمح باستخدام NIR.



الشكل (2–1)

2. اختبار طحن عينة من القمح:

توجد وسيلة أخرى لتحديد الترطيب المناسب لحمولة معينة من القمح، وهي اختبار طحن عينة، حيث ترطب عينة القمح باستخدام إضافات وأزمنة ترطيب مختلفة، ويطحن القمح

في مطحنة تجريبية في مرحلة الكسرة الأولى ثم ينخل على منخل ذو حركة ترددية وتقسم الكتلة المطحونة إلى أجزاء مختلفة لتحديد نسبة الرماد ومحتوى الرطوبة.

نقيّم حجم الأجزاء الناتجة عن المطحنة من حيث الوزن وتوزع حجم حبيباتها ونسبة الرماد والرطوبة، وبربط القيم الناتجة مع طريقة الطحن تبعاً لنسبة الاستخراج يمكن أن تعطي مؤشر عن الترطيب المثالي للقمح المعد للطحن في مطحنة تجارية خاصة

3. مراقبة وزن الهيكتوليتر في اختبار الوزن (TW):

يمكن للعامل الخبير أن يحدد مستوى الترطيب من أجل كمية كبيرة من قمح معين أو شحنة بمراقبة وزن الهيكتوليتر في اختبار الوزن (TW) قبل عملية الكسرة الأولى.

يجب أن يتم إجراء اختبار الوزن لشحنة القمح المرطب وبمقارنة النتائج مع نتائج اختبار الوزن للقمح المرطب بشكل مثالي وأي اختلاف عن (TW) المثالي يدل على وجود خلل في زمن الترطيب.

تعتمد طريقة المراقبة الدقيقة هذه على الحقيقة التالية:

إن حبات القمح المرطبة أكثر تشغل حجم أكبر نظراً للتغير الحاصل في بنيتها الفيزيائية، حيث ينقص الوزن النوعي لشحنة القمح طبقاً لذلك.

2-4- آلية ترطيب القمح:

- تبين نتيجة الدراسات أنه تبعاً لصنف القمح ورطوبته الأولية تنتفخ حبات القمح بسرعة كبيرة في الـ 40 دقيقة الأولى بعد إضافة الماء، مما يؤدي لزيادة (8%) في حجمها وتكون زيادة الحجم أكبر بـ 1.5% فقط في الـ 80 دقيقة الثانية.

- إن الأنابيب الشعرية تمتد من منطقة اتصال الحبات بالسنبلة إلى داخل الحبة، ويمكن استخدام ذلك لإدخال الماء إلى الحبة حيث تعتمد كمية وسرعة امتصاص الماء من قبل حبات القمح على رطوبتها الأولية ودرجة حرارتها. يسبب ارتفاع درجة حرارة الحبات في تضخمها، مما يؤدي إلى توسع المسامات الشعرية، هذا ويسمح بمرور كمية أكبر خلال زمن محدد.

- استخدم التكبير العالي من أجل متابعة حركة الماء داخل الشقوق في الحبة، حيث تتشكل الشقوق بشكل قطري وعرضي بالنسبة لشق الحبة خلال الساعة الأولى من الترطيب.

- تم استخدام ماء معين لإعطاء صورة شعاعية تظهر نسبة توزع الماء داخل الحبة، ففي ساعة واحدة دخل الماء المحدد إلى خلايا الأليرون وإلى الأندوسبيرم النشوي بعمق (50–60) ميكرومتر, كما يمتص الجنين والأغلفة الماء بسرعة كبيرة، ويتأخر دخول الماء اللاحق للأندوسبيرم النشوي لعدة ساعات. [5]

تمتص الحبات الرطبة رطوبة أقل من الحبات الجافة، ولكن سرعة الامتصاص تكون أكبر في الحبات المرطبة مسبقاً، يمكن شرح هذه الفكرة اعتماداً على أن البنية الداخلية قد تغيرت وشكلت الشقوق بواسطة الماء خلال عملية الترطيب الأولى وتحول هذه الفراغات والشقوق الدقيقة الناتجة عن ترطيب الأندوسبيرم الحبات الشفافة إلى حبات ذات لون داكن وسهلة التفتت.

يمكن تحسين منتجات الطحن بمضاعفة زمن الترطيب، فبعد الترطيب الأولي يمكن أن ينظف القمح من الأغلفة الخارجية المفصولة خلال الترطيب، تحسن عملية مضاعفة زمن الترطيب من لون الدقيق النهائي وتنقص محتواه من النخالة.

- تم دراسة بعض الحالات التي يتوجب فيها على الطحانين طحن مزيج من القمح، مكون من أصناف مختلفة تماماً في قساوتها وفي مثل هذه الحالات يتوجب عليهم ترطيب كل من القمح القاسي والطري، على حدا ومن ثم مزجها قبل الطحن.

- درس ***Li and Posner (1987)*** هجرة الماء من حبات القمح خلال الترطيب حتى وصولها لمرحلة التوازن، حيث استخدم 1000 غرام من القمح ***HRW*** بشكل مزيج من حبات صغيرة ومتوسطة وكبيرة الحجم، وأضاف إليها كمية محسوبة من الماء لتصبح رطوبة عينة القمح 15.5 %, تبين أن الحبات الصغيرة تمتص الماء بسرعة أكبر من المتوسطة والكبيرة، وتحدث هجرة الرطوبة بعد فترة الترطيب من الحبات الصغيرة ذات الرطوبة المرتفعة إلى الحبات الكبيرة ذات الرطوبة المنخفضة حتى الوصول إلى التوازن.

احتاجت عينة القمح ***HRW*** حوالي 10 ساعات لإكمال انتشار الرطوبة، ويتم امتصاص الماء بسرعة كبيرة من قبل مسامات الطبقة الخارجية، ولذلك تكون كمية الماء الممتصة متناسبة مع سطح الحبات.

وبما أن الحبات الصغيرة لها نسبة سطح خارجي بالنسبة للحجم أكبر من الحبات الكبيرة فإن محتوى رطوبة الحبات الصغيرة أكبر من محتوى رطوبة الحبات الكبيرة في بداية مرحلة الترطيب.

إن مقاومة انتشار الماء المضاف إلى الأندوسبيرم في الحبات الكبيرة أقل منها في الصغيرة، ويسبب انتشار الماء السريع في الحبات الكبيرة انخفاض سريع في محتوى

الماء في الطبقات الخارجية لحبات القمح، ويحافظ بطء انتشار الرطوبة في الحبات الصغيرة على محتوى رطوبة مرتفع في الطبقات الخارجية.

يسبب عدم توزع الرطوبة المنتظم في كتلة القمح انتشار الرطوبة من الأجزاء المرتفعة الرطوبة (الحبات الصغيرة) إلى تلك المنخفضة الرطوبة (الحبات الكبيرة). **[4]**

تعتمد سرعة امتصاص الماء على الظروف المحيطة مثل:

- الرطوبة النسبية.
- درجة الحرارة.

ويعتبر القمح ناقل رديء جداً للحرارة، حيث توجد اختلافات كبيرة في درجات الحرارة بين الطبقات الداخلية والخارجية للقمح المخزن في الصومعة، وعندما يتم تفريغ الصومعة يختلط القمح الموجود في الطبقات الخارجية مع القمح الموجود في الداخل ذو درجة الحرارة الأعلى وفي هذه الحالة يحدث تعديل لدرجة حرارة القمح الداخل إلى المطحنة، ويحتاج القمح البارد إلى زمن ترطيب أطول.

ويبين الجدول (2–1) أن ارتفاع درجة حرارة الماء يسرع من عملية الترطيب.

درجة حرارة الماء (م)	20	35	50	70	100
زمن دخول الماء إلى الأندوسبيرم (سا)	8	6	5	45	15

الجدول (2–1) [1]

ويظهر الجدول (2–2) الاختلاف بين القمح الدافئ والقمح البارد Howe (1943)

	القمح الدافئ (24-27) cْ	القمح البارد أقل من 15cْ
نسبة الاستخراج الكلية %	**76.2**	**74.7**
نسبة استخراج الدقيق المسجل%	**96**	**90**
رماد الدقيق %	**0.46**	**0.52**
بروتين الدقيق %	**14.2**	**14.4**

الجدول (2–2)

يؤدي التوزيع الغير منتظم للحرارة داخل القمح إلى امتصاصية غير منتظمة، مما يؤدي إلى سحق الحبات الجافة خلال الطحن بينما يحدث تقشير فقط للحبات الرطبة، وهذا يؤدي إلى تخفيض نسبة الاستخراج وإلى دقيق أنعم ومنتجات رطبة جداً.

إن أحد أهم الأهداف في ترطيب القمح قبل الطحن هو توزع الماء بشكل متجانس في جميع حبات مزيج القمح، حيث أن التوزع المنتظم وثبات الظروف الفيزيائية لكل حبات القمح قبل الطحن متعلق بمعيار استهلاك الطاقة، فالقمح المرطب بشكل مثالي يحتاج إلى طاقة كهربائية معينة أثناء الطحن، وهذا يشكل المتغيرات الهامة التي يراقبها ويسجلها ويحللها الطحان.

تستخدم عدة طرق متطورة لتحديد محتوى الرطوبة للقمح بشكل مستمر، حيث تستخدم الأشعة القصيرة (ميكروويف) لتحديد محتوى الماء للقمح المرطب حديثاً، ويستخدم الرنين النووي المغناطيسي **NMR** كطريقة أخرى لقياس محتوى رطوبة القمح الرطب باستمرار، وإيجابية استخدامها تكمن في إمكانية تحديد الماء المرتبط والحر في القمح.

2-5- الطرق المختلفة لتحسين ترطيب القمح:

لقد تم تطوير عدة طرق لتحسين عملية ترطيب القمح منها:

- تطبيق الضغط على حبوب القمح مما يؤدي إلى تحطيم بنيتها، وينشئ الشقوق التي من خلالها يتغلغل الماء إلى داخل الحبة، ولكن يجب الانتباه لتجنب الكسر الكامل للحبة حيث يمكن أن يسبب الكسر الجائر للحبيبات وكشف الأندوسبيرم مشاكل في تدفق كتلة القمح المرطبة من صوامع القمح الغير مصنعة بشكل جيد.
- يمكن تحسين عملية الترطيب عن طريق تقشير القمح، حيث يزيد نزع نخالة الحبات من معدل امتصاصها للماء خلال وقت الترطيب القصير تماماً قبل عملية الطحن، وكنتيجة لذلك يقل إنتاج النخالة الخشنة، ونسبتها للنخالة الناعمة تتغير مقارنة مع تلك الناتجة عن الطحن التقليدي.
- هناك طريقة حديثة لإجراء الترطيب، وهي الترطيب باستخدام التفريغ للقمح المتغير النوعية والقابلية للطحن.

تم تطبيق التفريغ على القمح الجاف لإزالة الهواء من الأنابيب الشعرية عند طرف الجنين، عند وضع القمح في هذه المرحلة في الماء فإنه يخترقها بسرعة أكبر حتى بدون وجود درجات حرارة عالية. تقلل أنظمة ترطيب القمح التي تستخدم التفريغ في المطاحن التجارية زمن ترطيب من **3–4** ساعات، وبذلك يصل القمح

إلى مرحلة الكسرات الأولى وهو يملك خواص مرغوبة من حيث الرطوبة والطراوة.**[7]**

- من الحلول الفعالة لتخفيض زمن الترطيب هو ترطيب حبة القمح بمساعدة العملية الاهتزازية الفعالة، فالتركيب الجزيئي الطبيعي لجزيء الماء يتحلل بطاقة اهتزازية عالية جداً، وماء الترطيب يقل توتره السطحي ويشكل غشاء مائي يحيط بلب القمح الكلي، وينفذ بسرعة وتساوي عبر السطح الكلي للطبقة الخارجية إلى الأندوسبيرم.

إن هذه التكنولوجيا الحديثة تسمح لماء الترطيب أن يدخل إلى الثلم، وكون ماء الترطيب شبكة معقدة من الجزيئات فيمكن أن يستخدم كحامل ليوزع وسائل تقليل البكتيريا على كامل سطح حبة القمح، وبالتالي إزالة التلوث في أعمق نقطة في الثلم في لب القمح. **[3]**

****

الفصل الثالث

جـودة الطـحن

3-1- مقدمة:

إن لنوعية القمح أهمية كبيرة بالنسبة لمحسني القمح وتجار الحبوب والطحانين وكل من يشترك في إنتاج واستخدام القمح وبما أن لخصائص القمح تأثير على نسبة استخراج الطحين والعائد التجاري فإن الطحانين يهتمون بجودة طحن القمح ويرغبون بقمح ذو نسبة استخراج طحين مرتفعة وينتج عنه دقيق ذو نسبة رماد منخفضة.

3-2- الشروط البيئية التي يجب توافرها في مخبر المطحنة:

يجب التحكم في بيئة مخبر المطحنة من حيث الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة وقد تبين أن أثر تغير الرطوبة على أداء الطحن وخصائص الطحين في المخبر أكبر من أثر درجة الحرارة.

تلعب البيئة دورا هاما في تكرار الاختبارات والإجراءات وخاصة في الطحن المخبري، البيئة المناسبة للعمل في مخبر المطحنة هي درجة الحرارة 23.9 C° ورطوبة نسبية 65%-70%.

أظهرت الدراسات بأنه لا يوجد تأثير لتغير الرطوبة النسبية في المطاحن المخبرية التي تنقل تياراتها في الطرق غير الهوائية، إلا أنه يوجد التأثيرات التالية لزيادة الرطوبة النسبية على الطحين المنتج من مطاحن ذات نقل هوائي:

زيادة رطوبة الطحين، نقصان نسبة الرماد ومحتوى البروتين ومستوى الاستخراج، ونسبة الفاقد في الطحين، وانخفاض مستوى أداء الطحن والنخل.

تؤثر درجة حرارة اسطوانات الطحن على كفاءة فصل أجزاء حبة القمح، وتتغير درجة الحرارة المثلى وفقا لنوع القمح، فعلى سبيل المثال يعطي قمح المينيتوبا Maintoba الربيعي أفضل النتائج عندما تكون درجة حرارة الأسطوانات 38C° فالأسطوانات ذات درجة الحرارة الأقل من ذلك ذات تأثير ضار وذلك بسبب انخفاض درجة حرارة التيارات الوسطية عن درجة الحرارة المثلى، كما تؤثر درجة الحرارة على التحبحب في الطحن التجريبي والتجاري، ويجب على الطحان أخذا الخطوات المناسبة للتحكم بدرجة الحرارة خلال الطحن ودرجة حرارة منتجات الطحن.

3-3- تحضير القمح للطحن في المختبر:

قبل بداية الطحن التجريبي يحضر المخبري عينة القمح ويهيئها ضمن شروط المختبر. فمن الضروري تنظيف عينة القمح بأجهزة تنظيف مختلفة قبل الطحن، لأن الشوائب تغير جودة الطحن، ويمكن أن تتلف أجهزة الطحن.

يستعمل في المختبر عدة أجهزة لتنظيف الطحين مثل Carter dockage المستخدمة من قبل إدارة تفتيش الحبوب والناقلين والماشية (GIPSA) لتدريج القمح، ويستخدم أيضا في المخبر شفّاط هوائي لفصل الغبار والمواد الخفيفة من عينة القمح مثل جهاز Labofix الذي يتكون من شافط هوائي وأسطوانات مشكلة ومناخل لفصل المواد الغريبة من عينة القمح.

كما في المطاحن التجارية فإنه يجب ترطيب عينة القمح قبل الطحن التجريبي، وهدف الترطيب – كما ذكر سابقا – هو إيصال القمح للشروط المثلى للطحن أي تطرية الأندوسبيرم مما يسهل تفتيته وجعل النخالة متماسكة لكيلا تتناثر عند الطحن.

3-4- المطاحن المخبرية:

تمثل المطحنة المخبرية الآلية حل وسطي بين خبرة الطحن التي يجب على الطحان إظهارها للحصول على نتائج مرضية من القمح، وحاجة كيميائي الحبوب للحصول على عينة طحين لتقيم جودة المنتجات النهائية بأقصر وقت.

طورت شركات هندسية مثل Brabender, Buhler, Miag مطاحن آلية متطورة يمكن أن توفر لتقني مراقبة الجودة أو باحث الحبوب طحين مقبول من عينة قمح خلال وقت قصير جداً، ويجب عدم الخلط بين الطحين التجريبي وبين الطحين المخبري المصغر، يسمح الطحن التجريبي بتحديد جودة طحن القمح، تسمح مثل هذه الأنظمة بتغيير خصائص الأسطوانات والمسافة الفاصلة والسرعة النسبية ووضعية الأسنان لتحديد أفضل عوامل الطحن لقمح محدد.

أما المطحنة المخبرية فهي تنتج كمية من الطحين كافية لتجارب التحليل والتجارب الريولوجية والتجربة الخبيزية أو لتقييم منتج نهائي آخر.

إجراءات التشغيل مهمة جداً في وحدات الطحن المخبرية والتجريبية، ويجب ضبط التغذية بشكل جيد لإعطاء نتائج مرضية.

ويبين الجدول (3–1) أهم خصائص المطاحن التجريبية:

المطحنة	عدد مراحل الكسرات	عدد مراحل التنعيم	المعايرة	عدد تيارات الطحن	عدد تيارات النخالة	معدل التغذية غ / د
كوادر ج ر (1)	3	0	لا	2	1	50
كوادر س (2)	3	3	لا	2 – 4	2	140
بوهلر	3	3	نعم	6	2	100 قمح قاسي
مياغ	3	5	نعم	10	4	500-1800

الجدول (3-1)

(1) المطحنة المخبرية برانبدركوادرومات جينيور

(2) المطحنة المخبرية رانبدركوادرومات سينيور

هناك طريقتان للطحن باستخدام مطحنة مخبر آلية تدعى الأولى تنظيف العينة، والثانية المطحنة المحملة بالعينة، ويفضل تشغيل المطحنة من قبل مخبري واحد لتقليل الاختلافات بين المخبريين.

*** تنظيف العينة:**

في هذه الطريقة يترك المشغل الآلة وهي تعمل بدون تغذية لفترة زمنية ثابتة 5min بعد مرور التيارات، ثم يضرب إطارات المنخل بمضرب مطاطي أثناء هذه الفترة أو يستخدم هواء مضغوط لتنظيف الآلة.

يجب تكرار التوقيت والخطوات المستعملة في تنظيف الماكينة بشكل متشابه قدر الإمكان في نهاية كل اختبار. بعد أن تنظف المطحنة تكون جاهزة للعينة اللاحقة.

*** المطحنة المحملة بالعينة:**

طورت هذه الطريقة من قبل الطحانين لإزالة تأثير الحمل الخفيف للمطحنة خلال الطحن وتماثل النخل. تقسم العينة التي ستطحن على الأقل إلى جزأين، أحدهما يستعمل فقط لتحميل العينة والذي يزيل بقايا العينة السابقة عند مرور آخر حبة من قمع التغذية توقف المطحنة وهي محملة، تفرغ نواتج هذه المرحلة من حاويات المطحنة. تبقى حجيرات الطحن وآلية النخل محملة بالمادة، تفرغ العينة التي ستختبر في قمع التغذية وتشغل المطحنة. مرة أخرى توقف المطحنة عند مرور آخر حبة من قمع التغذية وهي محملة.

عند إتباع هذه الطريقة خلال عملية الطحن الكلية فإن العينة تطحن عندما تكون المطحنة محملة بالقمح المجرب.

3-5- ضبط <u>اسطوانات الطحن</u>:

أنظمة الطحن الثابتة Fixed system لا تسمح بضبط المطحنة خلال عملية الطحن المخبرية.

أحد مساوئ المطحنة المخبرية ذات المسافة الثابتة بين الأسطوانات:

حدوث تغيرات نتيجة ارتفاع درجة حرارة المطحنة كما أنه في الوضعية الثابتة لا يمكن للطحان اختبار التغيرات في وضعية الأسطوانات. ومن مساوئ هذه التقنية أيضا عدم اعتبار التغيرات الفيزيائية والبعدية (قساوة القمح وشكل وبعد الحبة). فقد تبين أن لهذه الاختلافات تأثير كبير على نتائج الطحن ...

أما في نظام الطحن الذي يمكن معايرته يتم ضبط عملية الطحن تبعا لكفاءة طحن القمح، تضبط شدة طحن الأسطوانات لتعطي أفضل توزع للتيارات الوسطية وفصل

النخالة والجنين عن الأندوسبيرم. وتتطلب هذه العملية التجريبية عمال ذوي خبرة عالية.

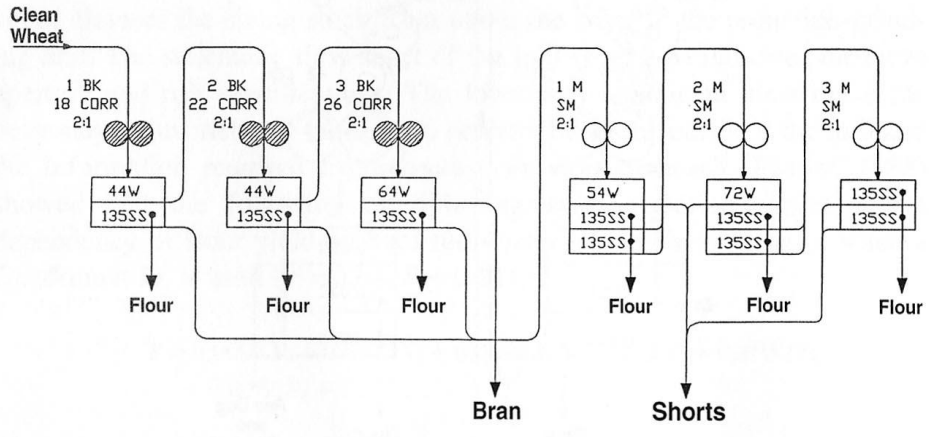
النظام الذي يمكن معايرته هو منطقياً أقرب لعملية الطحن التجاري الحقيقية، لذلك فهي موثوقة أكثر للتنبؤ بسلوك القمح أثناء عملية الطحن، وفي إعداد هذا المشروع استخدمنا مطحنة بوهلر المخبرية التي يمكن معايرة المسافة الفاصلة بين الأسطوانات.

3- 6 - مطحنة بوهلر المخبرية:

تتضمن مطحنة بوهلر المخبرية (Mlu202) ستة مراحل وأقسام مطابقة من النخل. تتواجد الكسرات الثلاثة على زوج اسطوانات واحد، صنعت الأقسام بأقطار مختلفة لتلائم اختلاف المسافة الفاصلة لكل مرحلة ويستعمل زوج آخر من الأسطوانات لثلاث مراحل تنعيم.

أسطوانات الكسرات مسننة، وعندما تكون المطحنة مصممة لإنتاج الطحين فإن أسطوانات التنعيم تكون ملساء reduction rolls, وهناك مطحنة من بوهلر مصممة لإنتاج السميد أو الفرخة من القمح، وفي هذه الحالة تكون أسطوانات التنعيم مسننة أيضا لإنتاج السميد من قمح الديوروم.

يبين الشكل (3-1) مخطط تدفق مطحنة بوهلر.



الشكل (3-1)

تنتقل جميع المواد هوائيا، مساحة النخل الإجمالية للمطحنة 0.841 م^2, متوسط معدل التغذية حوالي 150 gr/min, تضبط المسافة الفاصلة بين الأسطوانات وفقا لطرق AACCمثل 26-21A, 26-30, 26-31, 26-41 (AACC,2000) حيث تضبط في البداية المسافة عند كل طرف من الأسطوانات، ثم يدار ساعد المعايرة للمسافة المطلوبة لمراحل الطحن بين الأسطوانات.

يمكن إنتاج ست تيارات طحين أو سميد في مطحنة بوهلر بالإضافة لذلك تنتج نخالة خشنة من المتبقي فوق منخل مرحلة الكسرة الأخيرة، ونخالة ناعمة من المتبقي فوق منخل مرحلة التنعيم الأخيرة.

إن نسبة الاستخراج ونوعية الطحين المنتج بهذه المطحنة يعتمدان على القمح وترطيبه للطحن وعلى بيئة المخبر وتدفق المطحنة.

نحصل في مطحنة بوهلر المخبرية على مردود طحين أقل من مردود الطحين التجاري، يحصل هذا وبشكل ملحوظ في حالات القمح الطري، ولذلك يعطي القمح القاسي نسبة استخراج أقل من التجارية أيضا، ولكن الفرق أقل من القمح الطري.

3 -7- تقييم الطحن:

يستخدم الطحانون التجريبيون طرق مختلفة لتقييم نتائج الطحن، من المهم ملاحظة أن بعضها يمكن استخدامه في الطحن المخبري أو الطحن التجاري، الطريقة الأكثر شيوعاً هي منحني الرماد.

منحني الرماد: هو إجراء لحساب الرماد التكاملي للطحين الناتج عن مزج طحين تيارات المطحنة.

عند معرفة وزن ونسبة رماد ورطوبة كل تيار طحين في المطحنة يمكن إجراء حسابات قيّمة، وقبل تحديد قيم المنحني يجب تصحيح قيم الرماد على أساس رطوبة محددة. ثم ترتب تيارات الطحين وفقاً لمحتوى الرماد ترتيباً تصاعدياً، نبدأ بتياري الطحين الأقل محتوى رماد ونجري سلسلة من العمليات الحسابية لتحديد محتوى الرماد لمزيج التيارين. ومحتوى رماد المزيج الناتج يشكل أساس الطحين الأول في مزيج مع تيار الطحين الثالث.

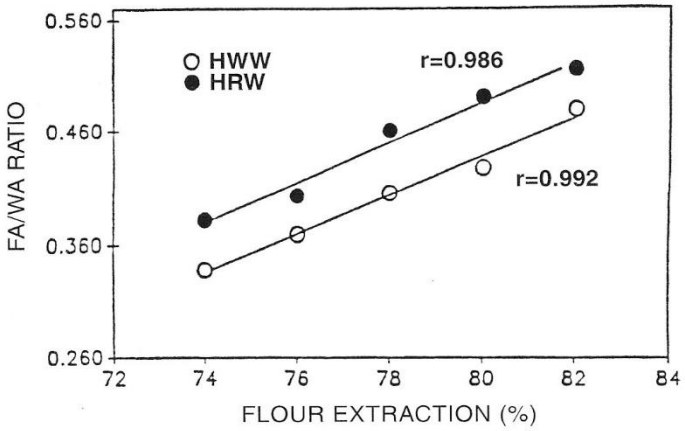
هناك تطبيق آخر لقيم رماد الطحين لتحديد أداء طحن القمح يتضمن استخدام نسبة رماد الدقيق إلى رماد القمح (FA/WA). هذه النسبة بين رماد الطحين الكلي ورماد حبة القمح كاملة، عند رسم العلاقة بين هذه النسبة ونسبة الاستخراج فإنه كلما كانت النسبة منخفضة عند نسبة استخراج محددة كان أداء عملية الطحن أفضل وبالتالي خصائص جودة طحن القمح أفضل. يبين الشكل (3-2) زيادة النسبة بين رماد القمح ورماد الطحين بزيادة نسبة استخراج الدقيق. كلما انخفض خط الانحدار الخطي للعلاقة مابين النسبة (FA/WA) ومستوى استخراج الدقيق كلما ازدادت كفاءة فصل النخالة عن الأندوسبيرم وهذا يشير إلى أن القمح ذو خصائص طحن أفضل. بهذه الطريقة تتوافق نسبة الرماد المرتفعة وراثياً في الأندوسبيرم لأنواع معينة من القمح مع تقييم أداء الطحن التقني.

تصف المعطيات المتعلقة بكمية السميد Sizing والفرخة Middling والطحين المنتج في نظام الكسرات والاختلاف في محتواها من الرماد جودة طحن القمح بشكل أفضل

من محتوى رماد منتجات نظام التنعيم، وذلك لأن خصائص وكميات المواد الوسطية التي تنشأ في نظام الكسرات تشير إلى جودة طحن القمح وقابلية فصل أجزاء حبة القمح الجنين والأندوسبيرم والنخالة بشكل أفضل.

يمكن أن يقيم أداء القمح أيضا من خلال قيمة الدرجة اللونية Kent – Jones.

قيمة الطحن = نسبة الاستخراج – قيمة اللون بجهاز Kent – Jones



الشكل (3-2)

HWW : قمح قاس شتوي أبيض.

HRW : قمح قاس شتوي أحمر.

FA : رماد الطحين.

WA : رماد القمح. (Li and posner ,1989b)

بهذه الحالة كلما ارتفع هذا الرقم كلما كانت جودة الطحن أفضل.

هناك طريقة أخرى لتدريج الطحن تعتمد على محتوى رماد الطحين الكلي.

تدريج الطحن = نسبة الاستخراج – (الرماد x 100)

يفضل رقم تدريج الطحن (من الطحن التجريبي) مرتفعاً.

يعبر مؤشر قيمة الرماد عن قيمة معينة مستخدماً المعادلة التالية:

مؤشر قيمة الرماد =(رماد الطحين / استخراج الطحين) x 100

هناك طرق إضافية للتعبير عن العلاقات بين الرماد ونسبة الاستخراج ولون الدقيق برقم دليل لتقييم أداء طحن القمح. ويجب على المخابر وضع أرقامها المرجعية الخاصة بها بالاعتماد على دلائل تعتبر هامة لإرضاء الزبون.**[7]**

3-8- مواصفات جودة الطحين:

1. نسبة استرجاع الدقيق:

وهي كمية الدقيق التي يمكن الحصول عليها من كمية معينة من القمح، أو عدد الكيلوغرامات من الدقيق التي نحصل عليها من 100كغ قمح.

أهم الطرق المتبعة في حساب نسبة استرجاع الدقيق هي:

أ- على أساس كمية القمح قبل التنظيف:

$$\text{نسبة الاسترجاع} = \frac{\text{كمية الدقيق المنتج}}{\text{كمية القمح الداخل غير المنظف}} \times 100$$

ب- القمح نظيف وقبل الترطيب:

$$\text{نسبة الاستخراج} = \frac{\text{كمية الدقيق المنتج}}{\text{كمية القمح المنظف}} \times 100$$

ت- القمح بعد التنظيف والترطيب:

$$\text{نسبة الاستخراج} = \frac{\text{كمية الدقيق المنتج}}{\text{كمية القمح المرطب}} \times 100$$

ث- على أساس نواتج الطحين:

$$\text{نسبة الاستخراج} = \frac{\text{كمية الدقيق المنتج}}{\text{وزن كافة النواتج}} \times 100$$

ويلاحظ اختلاف نسبة الاستخراج وفق الطريقة المتبعة في الحساب. **[1]**

2. نسبة الرماد:

إن نسبة رماد الطحين ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنسبة الاستخراج، حيث تزداد نسبة رماد الطحين بزيادة نسبة الاستخراج، لذلك يستخدم محتوى الرماد في تصنيف الطحين.

ويتميز طحين قمح الديوروم عن طحين القمح الطري باحتوائه رماد أكثر بحوالي 25-50% , فعلى سبيل المثال: طحين ذو نسبة استرجاع 75% ناتج عن القمح الربيعي الأحمر RSW يحتوي على نسبة رماد قدرها 0.45% -0.50 في حين أن الطحين الناتج عن قمح الديوريوم وعند نفس نسبة الاسترجاع يحتوي على نسبة رماد قدرها 0.75%. **[1]**

3. لون الطحين والمنتجات الأخرى للطحن:

يعتبر لون الطحين عامل جودة أساسي، إن حساسية درجة لون الطحين بسبب وجود أجزاء من الحبة غير الأندوسبيرم النشوي دفع محسني القمح لاختيار أنواع قمح ذات حبات فاتحة وذلك عند تساوي بقية الخصائص.

وبسبب الفوائد الاقتصادية فإنه يفضل القمح الذي يتصف بلون نخالة فاتح لأن جزء النخالة سيكون ذو تأثير أقل على لون الطحين. **[7]**

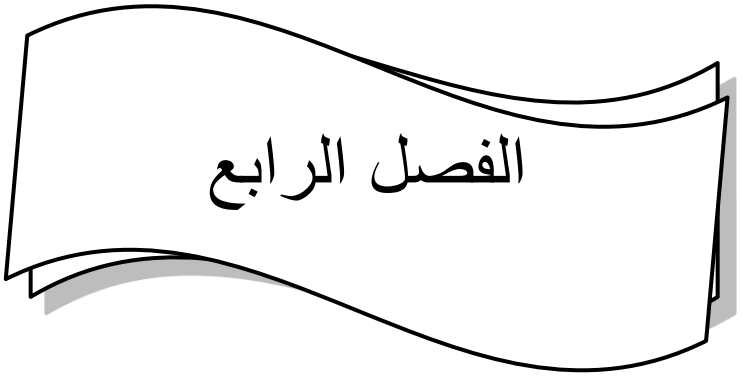
يغمق لون الطحين بزيادة نسبة الاستخراج وذلك بسبب زيادة كمية حبيبات النخالة في الطحين، يزداد اللون بشكل طفيف حتى نسبة استخراج 65% ويغمق اللون

بمعدل أكبر بين نسبة استخراج 65-75%, ويصبح معدل دكانة اللون بعد نسبة استخراج 75% كبير جداً، ويحدد لون الطحين بطرق مختلفة، ولكن على الأغلب يحدد لمزيج من الماء والطحين باستخدام كنت جونس ومارتن أو جهاز أغترون لقياس اللون ويبين الجدول (3-2) علاقة اللون بنسبة الاسترجاع.**[1+7]**

نسبة الاسترجاع	درجة اللون (Kent – Jones)
72	1 – 1.5
75	2 – 4.5
80	5 – 7.5
85	8 – 12.5

الجدول (3-2)

****



القسم العملي

4-1- العينات:

تم اختيار تسع عينات قمح سوري، منها 5عينات قمح قاسي(ديوروم)، و4عينات قمح طري موضحة في الجدول (4-1):

رقم العينة	اسم العينة	نوع القمح
1	بحوث 4	طري
2	بحوث 6	
3	شام 10	
4	دوما 2	
5	بحوث 5	ديوروم
6	بحوث 7	
7	بحوث 9	
8	شام 1	
9	دوما 1	

الجدول (4-1)

4-2- الطرق والاختبارات:

4-2-1- الاختبارات المجراة على القمح:

الاختبارات الكيميائية:

1. تحديد الرطوبة Moisture:

تم تحديدها اعتماداً على طريقة (ICC standard, NO:110/1).

2. تحديد الرماد:Ash

تم تحديده اعتماداً على طريقة (ICC standard, NO:104).

3. تحديد الغلوتين Glutein:

تم تحديده وفق طريقة (ICC standard, NO:155).

4. اختبار الترسيب (زيليني) Zeleny:

تم إجراءه وفق طريقة (ICC standard, NO:116).

5. اختبار رقم السقوط Falling number:

تم تحديده وفق الطريقة (ICC standard, NO:107)-(Anon,1982).

الإختبارات الفيزيائية:

- وزن الهكتوليتر: باستخدام جهاز Dicky John GAC 2000.
- وزن الألف حبة: تم تعينه وفق طريقة (ISO 520-1977).

حيث أخذت 100 حبة من كل عينة وتم تحديد وزنها ومنه حساب وزن 1000 حبة بعد ذلك تم تصحيح الوزن على أساس الوزن الجاف وفق المعادلة:

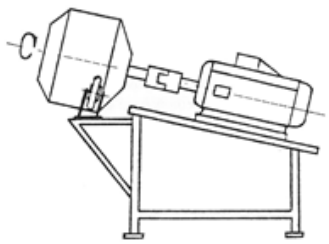
وزن الألف حبة على أساس الوزن الجاف (غ) = وزن الألف حبة/100-رطوبة القمح × 100.

- التحبحب: تم تعينه بالطريقة التالية:

نضـــع 50 غ من العينة فوق ثلاثة مناخل ذات فتحات شـــقية فوق بعضـــها. فتحات المناخل على الترتيب: العلوي (2.8mm)، الأوســط (2.5mm)، والســفلي (2.2mm). ونهز المناخل بعد إغلاقها باليد باتجاه أفقي موازٍ لطول الشـــق لمدة (5min). توزن العينات المتبقية فوق كل منخل والنازل من المنخل السفلي ثم تحسب نسبة كل منهما.

4-2-2- تجربة الطحن:

تم طحن عينات القمح التســعة المذكورة في مطحنة بوهلر المخبرية حيث تم في البداية ترطيب القمح (على دفعة واحدة) باستخدام برميل يدور بسرعة بين (30 – 50) دورة في الدقيقة لتقليب العينة لمدة 10 دقائق بعد إضـــافة الماء بســـلندر مدرج، كما هو مبين بالشكل. **[3]**



فعينات القمح الطري تم ترطيبها إلى الرطوبة 16% (مدة الترطيبhr 24)، أما عينات القمح القاسي تم ترطيبها إلى الرطوبة 17% (مدة الترطيبhr 48).

4-2-3- الاختبارات المجراة على الدقيق:

الإختبارات الكيميائية:

تم تحديدالرطوبة – الرماد – الغلوتين – اختبار الترسـيب (زيليني)، وذلك بنفس الطرق المذكورة سابقاً.

الإختبارات الريولوجية:

- ❋ الفارينوغراف: وذلك باسـتخدام جهاز الفارينوغراف من شـركة برانبدر وفق الطريقة (ICC 155).
- ❋ الاكستنسوغراف: باستخدام جهاز الاكتنسوغراف من شركة برانبدر وفق طريقة (ICC 114).

4-3- النتائج والمناقشة:

4-3-1- الخواص الفيزيائية لعينات القمح:

يبين الجدول (4-2) الخواص الفيزيائية لعينات القمح المدروسة:

	العينات	وزن الهكتولتر كغ/مل	وزن 1000 حبة غ	الحجم			
				%2.8	%2.5	%2.2	%النازل
قمح طري	1	75.1	26.55	8.99	36.8	35.18	19.04
	2	73.8	27.15	1.1	59.01	20.32	19.59
	3	78.4	29.27	20.21	37.11	28.48	14.21
	4	80.5	36.48	48.5	36.56	12.16	2.78
قمح ديوروم	5	80.1	45.08	67.14	22.41	8.18	2.28
	6	80.2	33.41	39.95	33.9	18.81	7.35
	7	79.6	39.37	61.06	26.42	9.28	3.24
	8	80	34.19	39.69	36.63	18.36	5.33
	9	78	40.65	55.5	29.18	12.02	3.31

الجدول (4-2)

نلاحظ من الجدول (4-2):

- تقارب وزن الهكتوليتر لأصناف قمح الديوروم حيث تراوحت في المجال (78-80.5) كغ/مل وبالتالي ذات وزن نوعي مرتفع.

كما لوحظ تباين وزن الهكتوليتر لأصناف القمح الطري حيث تراوحت في المجال (73.8-80.5) كغ/مل يمكن أن يرد هذا الفرق لاختلاف مكان الزراعة لأصناف القمح الطري. تعتبر العينة (3) والعينة (4) ذات وزن نوعي مرتفع. والعينة (2) والعينة (1) ذات وزن نوعي متوسط.

- وقد تراوح وزن 1000 حبة لأصناف القمح الطري في المجال (26.55-36.84) غ، وبالتالي فهي ذات وزن 1000 حبة متوسط.

وبالنسبة لأصناف قمح الديوروم تراوح وزن 1000 حبة في المجال (33.41- 45.08) غ، وبالتالي فإن العينتين (6)، (8) ذات وزن 1000 حبة منخفض والعينات (5)، (9)، (7)، ذات وزن 1000 حبة متوسط.

نلاحظ أن وزن 1000 حبة لأصناف قمح الديوروم أكبر منها للطري ولكن بالمجمل كان وزن 1000 حبة لجميع العينات بين المنخفض والمتوسط وذلك بسبب الظروف المناخية في سورية المعتدلة والأقرب للجافة والتي تسرع نضج الحبة مما يصعب من تجمع النشاء ونضوجها بشكل جيد مما يؤدي إلى انخفاض وزن 1000 حبة.

- تميزت أصناف قمح الديوروم بكبر حجم حباتها وتجانسها وتميزت أصناف القمح الطري بصغر حجم حباتها وعدم تجانسها ما عدا العينة (4) والتي تميزت بكبر حجم حباتها.

4-3-2- الخواص الكيميائية لعينات القمح:

يبين الجدول (4-3) الخواص الكيميائية لعينات القمح المدروسة:

	العينة	الرماد%	الرطوبة%	Zenely مل	رقم السقوط sec	الغلوتين الرطب%	الغلوتين الجاف%	دليل الغلوتين
قمح طري	1	1.72	9.64	11	457	29.2	10.5	80
	2	1.77	9.43	11	409	34.4	11.7	52
	3	1.68	8.85	12	442	26.9	9.8	22
	4	1.74	10.53	13	498	25.6	8.4	72
قمح ديوروم	5	1.8	9.69	13	484	28.7	11	23
	6	1.82	9.19	13	498	22.7	8.2	57
	7	1.58	9.91	15	486	32.5	11.4	34
	8	1.9	9.13	12	433	24.8	9.4	14
	9	1.74	9.27	14	422	27.7	9.8	29

الجدول (4-3)

نلاحظ من الجدول (4-3):

- أن نسبة الرماد لأصناف قمح الديوروم تتراوح في المجال % (1.77-1.47) بينما لأصناف القمح الطري تراوحت في المجال % (1.9- 1.58)، وبالتالي نجد أن أصناف قمح الديوروم ذات نسبة رماد أعلى من القمح الطري وبشكل عام فإن نسبة الرماد لجميع أنواع القمح يجب أن تتراوح في المجال % (2.5 - 11.3) وهذا محقق بالنسبة لجميع العينات.
- إن حجم الرسابة في اختبار زيليني لمعظم العينات كانت أصغر من 15مل وبالتالي فإن نوعية الغلوتين لها ضعيفة جداً ما عدا العينة (7) فإن حجم الرسابة 15.32 مل، وبالتالي فإن نوعية الغلوتين لها ضعيفة ويمكن أن يكون السبب الإصابة بحشرة السونة.

- إن قيمة رقم الســـقوط لجميع عينات القمح أكبر من 352sec وبالتالي فإن فعالية a-أميلاز لها منخفضة (أرقام السقوط لأصناف القمح في سورية مرتفعة وذلك بسبب الجو المعتدل الأقرب للجاف وقلة الأمطار).
- تتراوح قيمة دليل الغلوتين لعينات القمح الطري بين (80-21.5) بينما لعينات قمح الديوروم تراوحت في المجال (57-14)، ولما كان دليل الغلوتين يعبر عن كمية ونوعية الغلوتين، نجد أن العينة (1) تتميز بكمية ونوعية غلوتين جيدة، بالنسبة للقمح الطري وبالنسبة لعينات الديوروم فإن أعلى قيمة كانت للعينة (6) ومع ذلك فهي تعتبر متوسطة نسبياً.

4-3-3- الخواص الكيميائية لعينات الدقيق:

يبين الجدول (4-4) الخواص الكيميائية لعينات الدقيق المدروسة:

	العينة	نسبة الاستخراج%	الرماد%	الرطوبة%	Zeleny ml	الغلوتين الرطب%	الغلوتين الجاف%	دليل الغلوتين
قمح طري	1	71.72	0.91	13.10	35	29.9	9.3	94
	2	72.86	0.73	15	15	34.9	11.7	80
	3	70.14	0.77	12.5	23	26.9	9.2	77
	4	74.10	0.84	11.6	12	26	9	85
قمح ديوروم	5	64.70	1.09	14.4	12	29.1	12.4	56
	6	63.44	0.99	14.6	18	25.2	8	80
	7	66.11	1.01	13.2	14	33	12	61
	8	66.19	1.02	13.9	14	26.4	8.1	71
	9	66.93	1.01	14.7	12	30	10	60

الجدول (4-4)

نلاحظ من الجدول (4-4):

- إن نسبة استخراج عينات القمح الطري أعلى منها لعينات قمح الديوروم ويعود السبب لزيادة مدة ترطيب عينات قمح الديوروم أكثر من المدة اللازمة مما أدى إلى انخفاض نســـبة اســـتخراجها. ولم يلاحظ وجود علاقة واضـــحة بين

الخصائص الفيزيائية للقمح ونسبة استخراجه، وبينت بعض الدراسات أن تأثير امتلاء الحبة وشكلها الكروي أكبر من تأثير الهكتوليتر على نسبة استخراج الدقيق.

- بمقارنة نسبة الرماد لعينات القمح، نستنتج أنه ليس من الضروري أن تعطي عينات القمح ذات نسبة الرماد المرتفعة دقيق مرتفع نسبة الرماد، ويمكن تفسير ذلك بأن الرماد يمكن أن يكون متمركز في الغلاف لبعض العينات فتعطي دقيق منخفض نسبة الرماد.
- نلاحظ أن رطوبة الدقيق الناتج أخفض من رطوبة القمح قبل الطحن وذلك نتيجة التبخر الحاصل أثناء عملية الطحن من جراء احتكاك القمح والدقيق مع سطح الأسطوانات والمناخل، وتتوقف نسبة هذا الضياع أيضاً على الشروط الجوية في المطحنة، وتتراوح هذه الضياعات بين % (2.5–1).
- تراوح حجم الرسابة في اختبار زيليني لعينات دقيق القمح الطري بين (35 – 11.6) مل وبالنسبة لعينات دقيق قمح الدويوروم بين (18 –12) مل.
- تراوحت نسب الغلوتين الرطب لعينات دقيق القمح الطري بين (34.96–26) %, ولعينات دقيق قمح الديوروم بين (33–25.157) %، وبالمقارنة مع نسب الغلوتين الرطب لعينات القمح نلاحظ أنها أكبر في الدقيق وذلك بسبب وجود النخالة في القمح والتي استبعادها في الدقيق.

4-3-4- الخواص الريولوجية لعينات دقيق القمح:

يبين الجدول (4–5) نتائج الفارينوغراف والاكستنسوغراف لدقيق عينات القمح.

		ديـوروم				طري			
		دوما (1)	شام (1)	بحوث (5)	بحوث (7)	دوما (2)	شام (10)	بحوث (4)	بحوث (6)
نسبة الماء الممتص(%) A		73.4	74.8	75.7	72	63.1	70.2	68.2	70.1
زمن التشكل (د)		2.7	2.0	2.2	2.2	1.9	3.5	6.3	6.5
زمن الثباتية (د)		2.7	1.1	1.2	1.8	5.6	2.3	6.3	6.9
رقم جودة الفارينوغراف		50	26	31	36	73	116	103	106
قيمة ضعف العجين (و ب)		109	176	175	130	56	56	65	63
قابلية المط (مم)	45'	152	170	*	*	152	139	361	315
	90'	143	173	*	*	143	137	251	222
	135'	152	165	*	*	152	142	227	234
مقاومةالشد العظمى (و ب)	45'	218	170	*	*	218	134	287	341
	90'	187	175	*	*	187	128	308	371
	135'	162	160	*	*	162	118	289	346
مقاومة الشد عند مسافة 5سم (وب)	45'	190	160	*	*	190	134	196	232
	90'	169	158	*	*	169	128	222	238
	135'	152	144	*	*	152	118	210	228
المساحة ($سم^2$)	45'	49	43	*	*	49	29	83	102
	90'	41	36	*	*	41	28	88	110
	135'	38	33	*	*	38	26	81	105
الرقم النسبي R5/E	45'	1.34	0.94	*	*	1.25	0.96	0.54	0.73
	90'	1.43	0.91	*	*	1.18	0.93	0.88	1.07
	135'	0.98	0.87	*	*	1	0.83	0.92	0.97

A: على أساس رطوبة 14%.

*: لم تدرس خصائص الاكستنسوغراف لهذه العينات بسبب تدبّقها الزائد وصعوبة تشكيلها.

الجدول (4-5)

قيم الفارينوغراف:

إن كمية الماء الممتصـــة لدقيق قمح الديوروم تتراوح ضـــمن المجال (72-75.7) % وأقل قيمة هي لدقيق العينة (6) أي أنها الأضـــعف بينما أعلى هي لدقيق العينة (5) وبالتالي فهي الأقوى لأنه بازدياد نسبة الماء الممتص تزداد قوة الدقيق.

أما بالنسـبة لدقيق القمح الطري تراوحت كمية الماء الممتصـة ضـمن المجال (70.2-63.1) % والدقيق الأضعف هو دقيق (4)، والدقيق الأقوى هو للعينة (3).

ونلاحظ أن كمية الماء الممتصة لدقيق قمح الديوروم أعلى منها لدقيق القمح الطري.

بمقارنة الدقيق لعينات قمح الديوروم مع بعضـها تبين أن دقيق العينة (8) هو الأضـعف لأنه يملك أخفض زمن تشـكل، زمن ثباتيه، رقم جودة فارينوغراف، وأعلى قيمة ضـعف عجين. بينما دقيق العينة (7) كان الأقوى. وبإجراء نفس المقارنة لدقيق القمح الطري تبين أن الدقيق الأضعف هو دقيق العينة (4) والدقيق الأقوى هو دقيق العينة (2).

قيم الإكستنسوغراف:

مع ازدياد زمن التخمر يجب أن تتناقص قابلية المط وهذا محقق بالنسـبة لجميع عينات الدقيق أما مقاومة الشد العظمى ومقاومة الشد عند مسافة 5 سم^2 والمساحة يجب أن تزداد، ولكن نلاحظ أنها تتناقص بالنسبة لعينات الدقيق المدروسة وقد يكون السبب في ذلك هو الإصابة الخفيفة لحشرة السونة.

عند زمن تخمر 45 min نلاحظ أن الرقم النســبي منخفض جداً لجميع عينات الدقيق وبشكل خاص لدقيق القمح الطري وبالتالي فإنها ضعيفة جداً لأن $R_5/E<3$.

4-3-5- تقييم جودة الطحن:

تقييم جودة الطحن من خلال العلاقتين:

العلاقة 1* جودة الطحن = نسبة الاستخراج _ $\frac{FA}{WA}$

العلاقة 2** تدريج الطحن = نسبة الاستخراج – (FA × 10)

العلاقة 3*** مؤشر قيمة الرماد= $\frac{\text{رماد الدقيق}}{\text{نسبة الاستخراج}} \times 100$

حيث أن:

FA: رماد الدقيق.

WA: رماد القمح.

ويبين الجدول (4–6) خواص جودة الطحن لعينات دقيق القمح الطري:

اسم العينة	العينة	العلاقة 1*	الترتيب	العلاقة 2**	الترتيب	العلاقة 3***	الترتيب
بحوث 4	1	71.19	3	62.62	3	1.26	1
بحوث6	2	72.44	2	65.56	2	1	4
شام10	3	69.68	4	62.44	4	1.09	3
دوما2	4	73.52	1	65.70	1	1.13	2

الجدول (4–6)

ويبين الجدول (4–7) خواص جودة الطحن لعينات دقيق قمح الديوروم:

اسم العينة	العينة	العلاقة 1*	الترتيب	العلاقة 2**	الترتيب	العلاقة 3***	الترتيب
بحوث5	5	64.09	4	53.8	4	1.68	5
بحوث7	6	62.89	5	53.54	5	1.56	4
بحوث9	7	65.47	3	56.01	2	1.52	2
شام1	8	65.65	2	55.99	3	1.54	3
دوما1	9	66.34	1	56.83	1	1.5	1

الجدول (4–7)

في العلاقة 1* كلما ازداد الرقم ازدادت جودة الطحن، وبالتالي تكون العينة (4) هي الأفضل بالنسبة لأصناف القمح الطري، تليها العينة (2) فالعينة (1) ثم العينة (3).

وبالنسبة لأصناف قمح الديوروم يكون: العينة (9) هي الأفضل ثم العينة (8) ثم العينة (7) ثم العينة (5) ثم العينة (6).

في العلاقة 2** كلما ازدادت قيمة تدريج الطحن تزداد جودة الطحن وعليه: فإن العينة (4) هي الأفضل تليها العينة (2) فالعينة (1) فالعينة (3) بالنسبة للأقماح الطرية، أما بالنسبة للأقماح الديوروم نجد العينة (9) الأفضل تليها العينة (7) فالعينة (8) فالعينة (5) ثم العينة (6).

في العلاقة 3*** كلما انخفض مؤشر قيمة الرماد تزداد جودة الطحن وعلى هذا الأساس فإن:

العينة (2) هي الأفضل ثم العينة (3) ثم العينة (4) ثم العينة (1) وذلك بالنسبة للقمح الطري، أما بالنسبة لقمح الديوروم فإن:

العينة (9) هي الأفضل ثم العينة (7) ثم العينة (6) ثم العينة (5).

* بالمقارنة بين العلاقات الثلاث نلاحظ أن هناك توافق تام بين نتائج العلاقتين الأولى والثانية فيما يخص القمح الطري.

وبالنســـبة للقمح الديوروم كانت كذلك متطابقة عدا العينتين (7) و(8) فإن ترتيبهما متعاكسين.

* كما نلاحظ وجود تطابق بين العلاقة الثانية والثالثة بالنســبة للقمح الديوروم فقط عدا العينتين (5) و(6) كان ترتيبهما متعاكسين.

****

(المقترحــات)

إدراج مؤشــر جودة الطحن في برامج تحســين أصــناف القمح وراثياً. حيث لوحظ أن هنـاك عينـات حـديثـة، ورغم ذلـك لم تحصل على ترتيب جيد في جودة الطحن.

نقترح زراعة العينات المدروسة في أماكن زراعية مختلفة لمعرفة فيما إذا كانت خواصــها الفيزيائية والكيميائية والريولوجية وجودة الطحن تعود لصـــفاتها الوراثية أم أنها تختلف باختلاف مكان الزراعة.

المراجع العربية

1. ألفين, فرحان (2006). محاضـــرات في تكنولوجيا الطحن، جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، قسم الهندسة الغذائية.

2. صــطوف, مصــطفى (2006). مقرر تكنولوجيا الخبز والمعجنات، القســم العلمي، جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبترولية، قسم الهندسة الغذائية.

المراجع الأجنبية

3. Graf, D.O. 2007. An innovative way to decontaminate: Patented process allows tempering water to enter the erase of the grain kernel. World Grain. September.

4. Li, Y.Z. and Posner, E.S. 1987. The influence of kernel size on wheat mill ability. Assoc. Oper. Millers Tech. Bull, Nov.

5. Moss, R. 1977. An auto radiographic technique for location of conditioning water in wheat at the cellular level. J.Sci. Food Agric.

6. Pomeranz, Y., and Williams, P.C., 1990. Wheat hardness: Its genetic, structural and biochemical, background, measurement, and technology, vol.x, edited by Pomeran z, Y.

7. Posner, E.S., and Hibbs, A.N., 2005. Wheat flour milling, AACC, St. paul, Minnesota. UAA.