

المواصفات الكيميائية والفيزيائية للطحين المنتج في مطاحن كربلاء ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية

Chemical and physical properties of flour produced from Kerbala millers compared with standard properties

شاكور محمود جواد شيماء مهدي كاظم
قسم علوم الحياة/ كلية التربية/ جامعة كربلاء

الخلاصة:

استخدم لأغراض هذه الدراسة الطحين المنتج في مطاحن الولاء، الهناء، الروضة، كربلاء والعلوي بنسبة استخلاص Extraction rate (85%) من خلطات حنطة مختلفة حسب تجهيز سايلو كربلاء. وقدرت نسب الرطوبة والرماد والكلوتين الرطب والجاف وحجم حبيبات الطحين Particle size لكل نموذج ضمن الفترة الممتدة من شهر كانون الأول 2006 م لغاية شباط 2007 م. وجد ان انتاج المطحنة الواحدة من الطحين كان مختلفاً في الخواص المذكورة اعلاه حسب اختلاف اصناف الحنطة ونسب خلطها، وعلى الاغلب كانت النتائج تقع ضمن الحدود القياسية المسموح بها في المواصفات القياسية باستثناء نسبة الرطوبة في مطاحن الولاء والهناء والروضة، ونسبة الرماد في مطحنتي الولاء وكربلاء فقد كانت اعلى من الحدود القياسية المسموح بها لبعض النماذج. معدل القراءات للخواص المذكورة لطيلة فترة الدراسة يبين ان جميع النتائج تقع ضمن الحدود القياسية المسموح بها لجميع المطاحن رغم وجود اختلافات بين مطحنة واخرى.

Abstract:

Flour produced from AlWala', Alhana', Alrawdha, Kerbala and Alali millers was used in this study with 85% extraction rate. This flour was taken from different wheat combination supplied from Kerbala silo. Percentages of moisture content, ash, wet and dry gluten and flour particle size were determined from Dec. 2006 till Feb. 2007. Results revealed that, (apart from moisture content of flour in Alwala', Alhana' and Alrawdha and ash content in Alwala' and Kerbala mills) each mill production was different in the above mentioned properties according to the wheat cultivars and the mixed percentage. It was also appeared that, values of the studied characteristics of all samples were within the standard ranges in spite of the slight differences between one mill and the other.

المقدمة:

يعتبر الطحين المادة الاساسية لغذاء المواطن اليومي، لذلك اهتمت الدولة بوضع ضوابط لمنتجي الطحين بهدف السيطرة على نوعية الطحين المنتج وهذه الضوابط هي المواصفات القياسية التي تضمنت ما يلي: (وزارة التجارة 2007)*

1. لا تزيد نسبة الرطوبة في الطحين عن 14 + 0.1 %.
2. لا تزيد نسبة المتبقي من الطحين فوق المنخل 50GG (قطر فتحاته 350 مايكرون) عن 3%.
3. لا تقل نسبة المار من الطحين عبر المنخل 10 XX (قطر فتحاته 132 مايكرون) عن 40%.
4. لا تتجاوز نسبة الرماد في الطحين 1% في حالة تجهيز المطاحن بحنطة استرالية او كندية او مثيلاتها من الانواع الاخرى المستوردة ذات نفس المواصفات.
5. لا تتجاوز نسبة الرماد في الطحين 1.1% في حالة تجهيز المطاحن بحبوب حنطة امريكية او بمثيلاتها وبذات المواصفات.
6. لا تتجاوز نسبة الرماد في الطحين 1.2% في حالة تجهيز المطاحن بحبوب حنطة محلية بنسبة 100%.
7. في حالة خلط نسبة من الحنطة المحلية مع الحنطة الاسترالية او الكندية او مثيلاتها (محلي + صنف واحد) اكثر من 10% ولغاية 35% تكون نسبة الرماد المسموحة هي 1.1% وفي حالة زيادة نسبة الحنطة المحلية عن 35% ولغاية 100% تكون نسبة الرماد المسموحة هي 1.2%.
8. في حالة خلط نسبة من الحنطة المحلية مع اكثر من صنف واحد من الحنطة المستوردة تعامل نسبة الرماد بذات معاملة الفقرة 7 اعلاه.
9. في حالة خلط نسبة من الحنطة المحلية مع الحنطة الامريكية او مثيلاتها (محلي + صنف واحد) اكثر من 10% فما فوق تكون نسبة الرماد المسموح بها 1.2%.

* عقد انتاج الطحين رقم 4271/4/1 في 2007/4/15 الصادر عن وزارة التجارة/ الشركة العامة لتصنيع الحبوب.

وينتج الطحين من اصناف حنطة مختلفة. وتتكون حبة الحنطة من ثلاث اجزاء رئيسية هي الجنين Germ ويكون حوالي 2-3% والنخالة Bran 13-17% والسويداء Endosperm 80-85% من وزن الحبة (Cornell and Hoveling, 1998) ; (Pomeranz, 1987). هذه الاجزاء الثلاثة تختلف كثيراً في تركيبها الكيميائي في الصنف الواحد وبين الاصناف المختلفة كما موضح في الجدول (1) (Dobraszczyk, 2000).

جدول (1) التركيب الكيميائي لأجزاء حبة الحنطة

%	الوزن	النشا	البروتين	الدهون	البتوزانات	المعادن
حبة الحنطة كاملة	100	60-70	10-14	1.5-2.5	5-8	1.6-2
السويداء	82-85	70-85	8-13	1-1.6	0.3-0.5	0.6-0.8
النخالة	15	0	7-8	1-5	30-40	3-10
الجنين	3	20	35-40	15	20	5-6

كافة القيم محسوبة على اساس 14% رطوبة (Dobraszczyk, 2000)

والتركيب الكيميائي للحنطة يحدد نوعيتها ومجال استخدامها (MacRitchie, 1989) وخصوصاً نوعية البروتين وبشكل رئيسي بروتين الكلوئين (Schofield and Booth, 1983). وأضاف (MacRitchie, 2003) بأن صفة اللزوجة والمطاطية للعجين تعتمد بدرجة كبيرة على حجم جزيئات الكلوئينين Glutenin. هنالك اتفاق كبير بين مختلف الباحثين حول تأثير المحتوى البروتيني للحنطة (الذي يتراوح بين 7-20% حسب ظروف النمو وكمية الناتروجين المجهزة خلال فترة النمو) على صفات الطحين (Bottomley et al, 1982; Mattern, 1991). كذلك فان الصفات الريولوجية للعجين Rheological properties تعتمد بدرجة كبيرة على تركيب بروتين الكلوئينين (Weegels et al, 1996; Waker and Hzelton, 1996). اثناء عملية الطحن يفصل الجنين والنخالة عن السويداء (وهي الجزء النشوي في حبة الحنطة) التي تمر بمراحل تنعيم للحصول على طحين ناعم (Sugden, 2000).

يستخلص الطحين الابيض تجارياً بنسبة 72% اما الطحين الاسمر (طحين كامل حبة الحنطة Whole wheat flour) فيستخلص بنسبة 100% (Cornell and Hoveling, 1998). وبين هذين المدين يوجد اختلاف كبير في التركيب الكيميائي للطحين بسبب الاختلاف في التركيب الكيميائي لاجزاء حبة الحنطة (Orth and Mander, 1975). لاحظ Shellenborger (1919, 1921) ان الماء المضاف للحنطة في عملية الترتيب يعمل على زيادة نسبة الرطوبة في الطحين.

في احدى الدراسات قورن الطحين المنتج من مطاحن مختلفة هي مطحنة بوهرل المختبرية Buhler roller mill، مطحنة هوبرت Hobart attrition mill ومطحنة تجارية Commercial roller mill. كان انتاج المطحنة التجارية اعلى بسبب حجم المطحنة وكمية الحنطة الداخلة. كانت نسبة الرطوبة اعلى في طحين مطحنة هوبرت بينما كانت نسبة البروتين والدهن الخام مقبولة بدرجة جيدة في المطاحن الثلاث. درجة تحبب الطحين (حجم حبيبات الطحين) كانت متشابهة في المطاحن الثلاثة ايضاً (Finney, 1949).

في دراسة اخرى استخدمت مطاحن بوهرل، اليس Allis ومطحنة تجارية. كانت نسبة الطحين والرماد اعلى في مطحنة بوهرل. اما حجم حبيبات الطحين فقد كان متساوياً تقريباً في المطاحن الثلاث (Anderson, 1938). اما Raiendrag (1984) فقد وجد ان الخواص الكيميائية والفيزيائية للطحين المصنع من ثلاث مطاحن مختلفة كانت متشابهة باستثناء النشا المتضرر Damaged starch فقد كانت نسبته مرتفعة في المطحنة الحجرية Stone mill.

المواد وطرائق العمل :

1. **المواد المستعملة:** استخدم الطحين المنتج في مطاحن الولاء، الهناء، الروضة، كربلاء والعلي بنسبة استخلاص 85% من خلطات حنطة مختلفة مجهزة للمطاحن حسب الخزين المتوفر في سايلو كربلاء.

2. طرائق العمل:

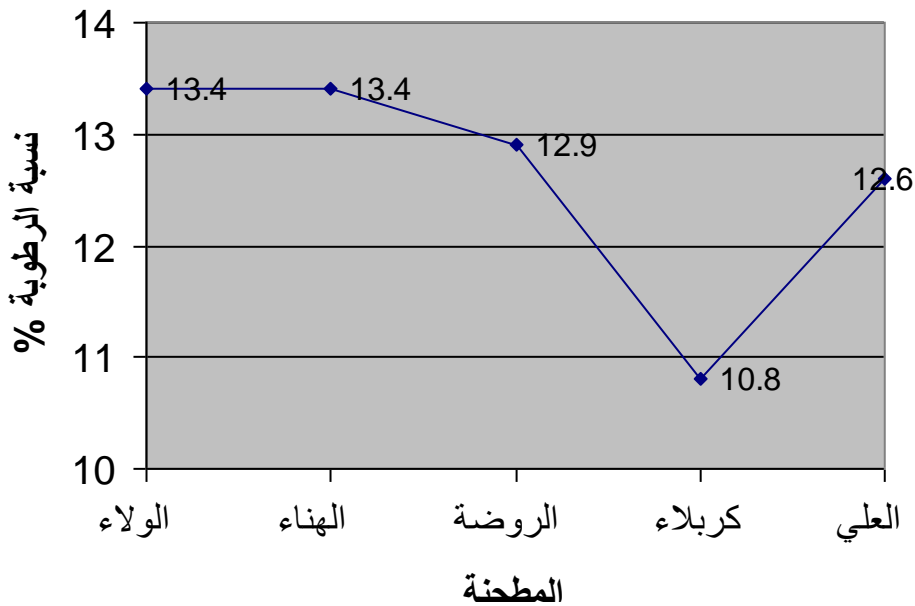
أ- **جمع العينات:** تم اخذ عينات عشوائية من طحين المطاحن المذكورة المعبأ باكياس زنة 50 كغم (بواسطة اسطوانة مجوفة تسمى محلياً ب البمبة) من أكثر من موقع للكيس الواحد ولعدة أكياس حسب الاكداس الموجودة والمعدة للتسويق. خلطت هذه العينات ومزجت جيداً ثم نقلت في نفس اليوم الى مختبر الشركة العامة لتصنيع الحبوب فرع كربلاء لأجراء الفحوصات الكيميائية والفيزيائية حسب ما تضمنته المواصفات القياسية.

ب- **الأعمال المختبرية:** قدرت الرطوبة بجهاز قياس الرطوبة Metler Toledo (HR 73-P and HG 53-P moisture analyzer) وذلك بوضع 3غم من الطحين في طبق الجهاز، وبعد تشغيله يقوم بتجفيف العينة واعطاء النتيجة على الشاشة الرقمية. احتسبت نسبة الرماد حسب طريقة (AACC-0.8-01) المحورة بوضع 5غم من الطحين في فرن الترميد على درجة حرارة 550م لمدة 24 ساعة (AACC, 1976).

استعمل جهاز النخل بوهرلر Buhler laboratory sifter MIU.300 RPM 260 حسب الطريقة المذكورة في نشرة Flour chemistry (Staudt and Zeigler, 1973) وذلك بترتيب المنخلين 50GG و 10XX من الاعلى الى الاسفل لاحتساب نسبة الطحين المتبقي فوق الاول ونسبة الطحين المار من الثاني. تم استخراج نسبة الكلوتين الرطب بواسطة الغسل الميكانيكي حسب الطريقة (AACC-36-11) ثم جفف بدرجة 100م لمدة 24 ساعة لاستخراج نسبة الكلوتين الجاف (AACC. 1976).

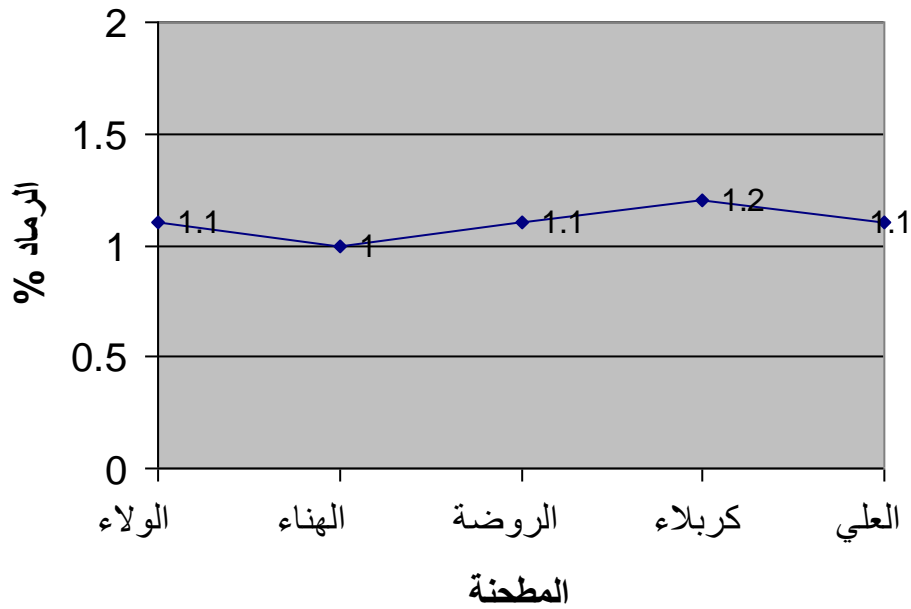
النتائج والمناقشة :

1. الرطوبة: يبين الشكل (1) معدل نسبة الرطوبة لنماذج طحين المطاحن المختلفة. اتضح ان نسبة الرطوبة كانت متفاوتة بين مطحنة واخرى، فقد بلغت اعلى مستوياتها في مطحنتي الولاء والهنا حيث كانت 13.4% ، بينما كانت في مطحنة كربلاء بادنى مستوياتها وبلغت 10.8% في حين بلغت 12.9% و 12.6% في مطحنتي الروضة والعلي على التوالي. وجميع هذه النسب تقع ضمن الحدود المسموح بها. ان الاختلاف في نسبة الرطوبة بين مطحنة واخرى قد يعود الى عملية الترطيب (كمية الماء المضافة للحنطة قبل الطحن) وكذلك الى طول الخط الانتاجي فكلما كان الخط الانتاجي طويل كلما تعرض الطحين للجفاف بسبب فقد الرطوبة. وقد اشار Shellenborger (1919، 1921) الى ان كمية الماء المضاف للحنطة اثناء عملية الترطيب يؤثر في نسبة رطوبة الطحين المنتج. ان انخفاض معدل نسبة الرطوبة عن 14+0.1% وهي النسبة المسموح بها يسبب ضرراً اقتصادياً لصاحب المطحنة.



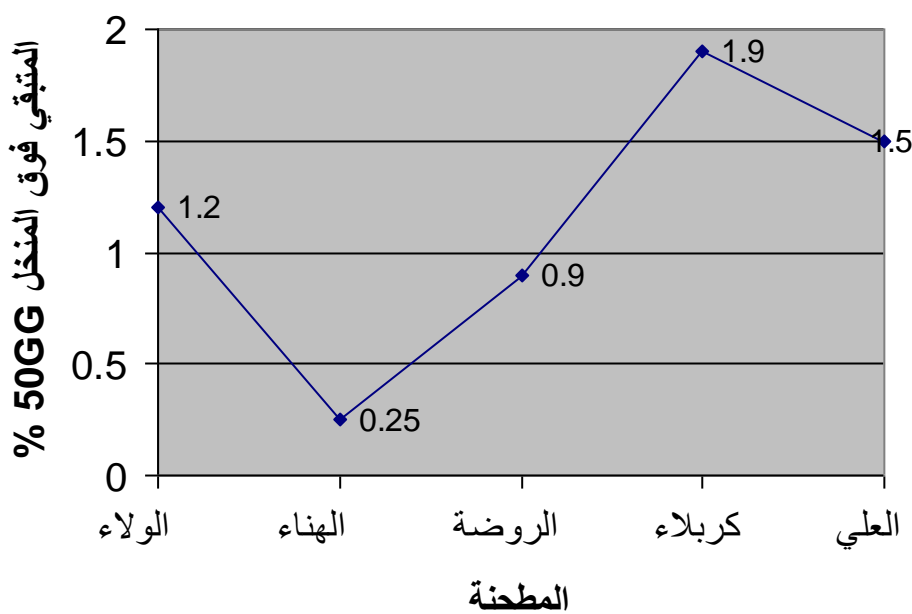
شكل رقم (1) معدل نسبة الرطوبة في الطحين

2. الرماد: يبين الشكل (2) معدل نسبة الرماد لنماذج الطحين. ومنه يتضح ان اعلى معدل لنسبة الرماد كان في مطحنة كربلاء وبلغ 1.2% في حين كان اقل معدل في مطحنة الهناء وبلغ 1% بينما كان المعدل 1.1% لكل من مطاحن الولاء والروضة والعلي. وهذه النسب تقع ضمن الحدود القياسية المسموح بها. ان الاختلاف في نسب الرماد يعود الى عدم الدقة في ضبط نسبة استخلاص الطحين البالغة 85%، بسبب الاختلاف في التركيب الكيميائي لأجزاء حلبة الحنطة (Orth and Mander, 1975 ; Dobraszcyk, 2000). وهذه جاءت متفقة مع ما اورده كل من (Finney, 1949 ; Anderson, 1938).



شكل رقم (2) معدل نسب الرماد في الطحين

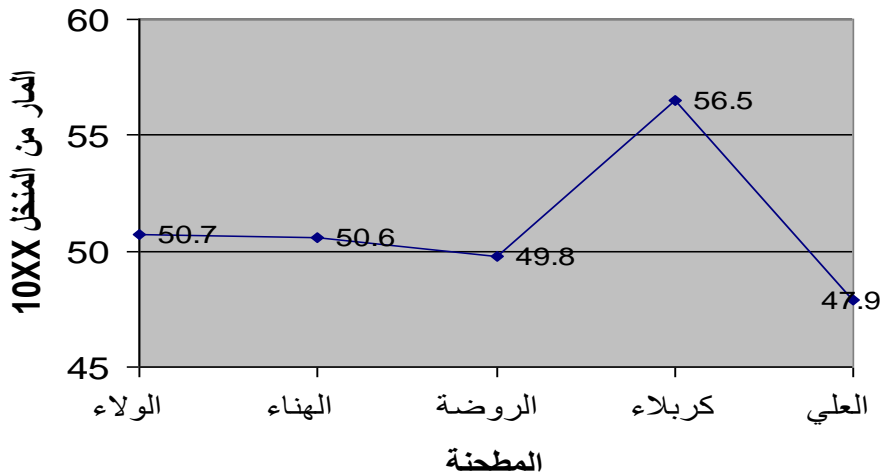
نسبة التحبب (حجم حبيبات الطحين) Flour particle size: الشكل (3) يبين درجة الخشونة في حجم حبيبات الطحين. ومنه يتضح ان جميع المطاحن اختلفت في النسب المتبقية فوق المنخل 50GG. وقد بلغ معدل اعلى نسبة 1.9% في مطحنة كربلاء بينما كان معدل اقل نسبة في مطحنة الهناء 0.25%، في حين بلغت معدلات النسب 0.9%، 1.2% و 1.5% في مطاحن الروضة والعلي والولاء على التوالي. وجميع هذه النسب تقع ضمن الحدود المسموح بها.



شكل رقم (3) المتبقي من الطحين فوق المنخل 50GG

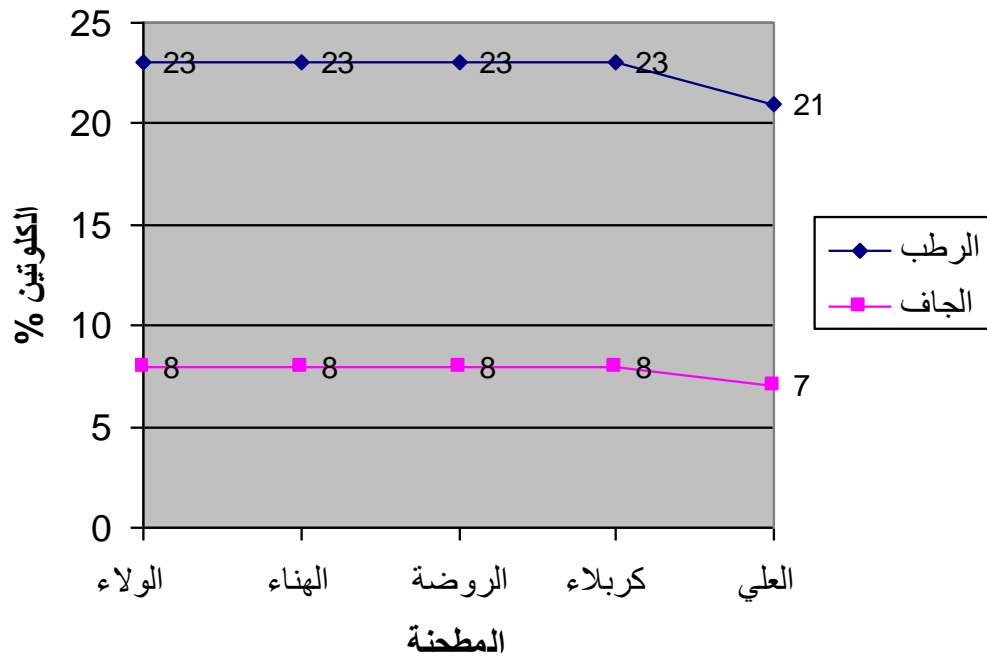
أما الشكل (4) فيشير الى درجة نعومة الطحين. ومنه يتضح ان جميع المطاحن اختلفت في النسب المارة عبر المنخل قياس 10XX. وقد بلغ معدل اعلى نسبة 65.5% في مطحنة كربلاء بينما كان معدل اقل نسبة في مطحنة العلي 47.9% في حين كانت معدلات النسب 49.8%، 50.6% و 50.7% في طحين مطاحن الروضة والهناء والولاء على التوالي. وجميع هذه النسب هي ضمن الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية.

ان الأختلاف في درجة خشونة ونعومة الطحين قد يعود الى عدم دقة تنظيم المسافة بين رولات الكسر ورولات التنعيم والى عدم الدقة في ترتيب المناخل بين مختلف المطاحن، والذي يؤدي بدوره الى عدم ضبط نسبة الاستخلاص. وهذا يقودنا الى القول ان الاختلاف بين حجم حبيبات الطحين يعود الى الاختلاف في نسب الاستخلاص وما يترتب عليه من اختلاف في مكونات الطحين بسبب اختلاف التركيب الكيميائي لأجزاء حبة الحنطة (Orth and Mander, 1975 ; Cornell and Hoveling 1998, Pomeranze 1987 ; Dobraszcyk, 2000). والناتج اعلاه لم تكن متفقة مع ما اورده كل من (Finney, 1949 ; Anderson, 1938).



شكل رقم (4) المار من الطحين عبر المنخل 10XX

3. الكلوتين الرطب والجاف Wet and Dry Gluten: يبين الشكل رقم (5) معدل نسب الكلوتين الرطب والجاف للطحين. ومنه يتضح ان معدل نسب الكلوتين الرطب كان متساوياً (23%) في جميع نماذج الطحين ما عدا طحين مطحنة العلي فقد كان 21%. أما معدل نسب الكلوتين الجاف فقد كان متساوياً أيضاً (8%) عدا طحين مطحنة العلي فقد كان 7%. يعتبر الكلوتين المكون الاهم في طحين الحنطة والذي يعطي مؤشراً لمدى صلاحية الطحين للتخبيز. اذ كلما كانت نسبة الكلوتين اقل كلما اصبح الطحين من النوع السيلال الذي لا يصلح لتصنيع الخبز. وقد اشار (Schofield and booth, 1983) الى ان بروتين الكلوتين يحدد نوعية الحنطة ومجال استخدامها. وان صفة اللزوجة والمطاطية للعجين تعتمد بدرجة كبيرة على حجم جزيئات الكلوتينين Glutenin (MacRitchie, 2003). كذلك فان الصفات الريولوجية للعجين Rheological properties تعتمد بدرجة كبيرة على تركيب بروتين الكلوتين (Walker and Hzelton, 1996) و (Weeglds et al, 1996).



شكل (5) معدل نسبة الكلوتين الرطب والجاف في الطحين

تشير الجداول (2، 3، 4، 5، 6) الى مواصفات نماذج طحين المطاحن المختلفة طيلة فترة الدراسة. ومنها يتضح ان الخواص الكيميائية والفيزيائية تختلف فيما بين نماذج المطحنة الواحدة والسبب في ذلك يعود الى اختلاف اصناف الحنطة المجهزة ونسب خلطها. وهذا يتفق مع ما اورده كل من (Orth and Mander, 1975) و (Dobrazczyk, 2000). وبينما كانت معظم النتائج منسجمة مع المواصفات القياسية، كانت اخرى لا تتطابق معها وهي نسب الرطوبة في مطاحن الولاء والهناء والروضة، ونسبة الرماد في مطحنتي الولاء وكربلاء فقد كانت اعلى من الحدود المسموح بها حسب المواصفات القياسية. في نفس الوقت تشير النتائج الى اختلافات في مواصفات الطحين لنفس اصناف الحنطة ونفس نسب الخلط وهذه ناتجة من عدم الدقة في اجراء عمليات الترطيب والطحن والنخل من يوم لآخر مما يجعل نسب الاستخلاص غير مضبوطة. وهذا يتماشى مع ما اورده (Cornell and Hoveling, 1998).

وعلى العموم فان النتائج المستحصلة تشير الى العافية التي تتمتع بها مطاحن كربلاء في انتاج طحين مطابق للمواصفات القياسية وكذلك الى جهود العاملين في الشركة العامة لتصنيع الحبوب فرع كربلاء ومتابعاتهم اليومية والمستمرة وفرض الرقابة الصارمة على تلك المطاحن.

جدول (2) مواصفات نماذج طحين مطحنة الولاء

نسبة الخلط %	تاريخ السحب	الرطوبة %	الخشونة %GG50	النعومة %XX10	الرماد %	الكلوتين الرطب %	الكلوتين الجاف %
50 استرالي + 50 محلي	12/5	11.54	2.5	54.7	1.4*	25	8
100 محلي	12/13	11.6	2.2	42.1	1.1	20	5
10 محلي + 40 استرالي + 50 امريكي	1/22	15*	1	49.7	1	19	7
=	1/24	15.9*	1	43.5	1	24	9
=	1/25	14	0.9	54.5	1.2	25	8
100 امريكي	2/2	12.8	0.9	50.6	1	23	7
=	2/4	12.5	0.1	48.4	1	24	8
=	2/5	12.9	1.4	62.2	1.2*	26	9
=	2/8	14.4*	1.2	48	1	23	8
=	2/13	13.8	1.1	54	1.1	25	8
المعدل		13.4	1.2	50.7	1.1	23	8

* تجاوز المواصفات القياسية

جدول (3) مواصفات نماذج طحين مطحنة الهناء

الكلوتين الجاف %	الكلوتين الرطب %	الرماد %	النعومة %XX10	الخشونة %GG50	الرطوبة %	تاريخ السحب	نسبة الخلط %
6	18	1	49.1	0.1	13	12/5	50 استرالي + 50 محلي
6	16	1	40.1	0.1	13.6	12/13	100 محلي
8	24	1.1	52	0.1	14.8*	1/22	10 محلي+40 استرالي+50 امريكي
8	24	1	49	0.2	13.2	1/24	=
8	23	1	50	0.1	12.7	1/25	=
12	33	1.1	54.6	1.4	14	2/2	100 امريكي
9	27	1.1	58.1	0.1	13.2	2/4	=
8	33	0.9	50.6	0.1	12.4	2/5	=
8	24	1	52.5	0.1	14.1	2/8	=
7	21	0.9	50.5	0.2	13.3	2/13	=
8	23	1	50.6	0.25	13.4		المعدل

* تجاوز المواصفات القياسية

جدول (4) مواصفات نماذج طحين مطحنة الروضة

الكلوتين الجاف %	الكلوتين الرطب %	الرماد %	النعومة %XX10	الخشونة %GG50	الرطوبة %	تاريخ السحب	نسبة الخلط %
9	27	1.1	47	1.1	13	12/5	50 استرالي + 50 محلي
6	20	1.2	43	0.9	12.5	12/13	100 محلي
8	26	1.1	51.7	0.7	14.7*	1/22	10 محلي+40 استرالي+50 امريكي
8	22	1.1	51.1	0.8	13.1	1/24	=
7	21	1.1	48.6	1.1	12.5	1/25	=
8	23	1.1	51.3	0.9	12.9	2/2	100 امريكي
10	27	1.1	51.6	0.9	13	2/4	=
7	19	1.1	54.2	0.9	14	2/5	=
7	21	1	48.1	1	11.1	2/8	=
8	24	1.1	51	1.4	12.5	2/13	=
8	23	1.1	49.8	0.9	12.9		المعدل

* تجاوز المواصفات القياسية

جدول (5) مواصفات نماذج طحين مطحنة كربلاء

الكلوتين الجاف %	الكلوتين الرطب %	الرماد %	النعومة %XX10	الخشونة %GG50	الرطوبة %	تاريخ السحب	نسبة الخلط %
9	24	1.3*	56.3	1.5	9.3	12/5	50 استرالي + 50 محلي
7	22	1.3*	52.4	1.3	8.9	12/13	100 محلي
7	22	1.5*	51.7	2.2	8.6	1/22	10 محلي+40 استرالي+50 امريكي
6	16	1.1	58.6	1.8	12	1/24	=
8	23	1.1	59	1.9	11.8	1/25	=
9	26	1.1	59.1	1.6	12.4	2/2	100 امريكي
8	24	1.1	58.3	1.8	12	2/4	=
10	28	1.1	57.2	2.4	11.4	2/5	=
8	22	1.2*	56.2	2.6	11.1	2/8	=
9	24	1	56.5	2.1	10.9	2/13	=
8	23	1.2	56.5	1.9	10.8		المعدل

* تجاوز المواصفات القياسية

جدول (6) مواصفات نماذج طحين مطحنة العلي

الكلوتين الجاف %	الكلوتين الرطب %	الرماد %	النعومة %XX10	الخشونة %GG50	الرطوبة %	تاريخ السحب	نسبة الخلط %
7	27	1.4	48	1.3	11.4	12/5	50 استرالي + 50 محلي
7	20	1.1	44	2.1	12.3	12/13	100 محلي
4	10	1	44.8	1.8	13.5	1/22	10 محلي + 40 استرالي + 50 امريكي
7	22	1.2	49.3	1.6	11.4	1/24	=
9	24	1.1	51.4	1.4	13.6	1/25	=
7	21	1.2	46.9	2.6	10.2	2/2	100 امريكي
7	24	1.2	51.9	1.4	13.3	2/4	=
8	23	1.1	49.5	0.7	14	2/5	=
6	21	1.1	44.7	0.9	12.1	2/8	=
8	23	1	51.1	1.7	14.1	2/13	=
7	21	1.1	47.9	1.5	12.6		المعدل

المصادر :

- American Association of cereal chemists. A.A.C.C. Approved methods (1976). Published by: American Association of cereal chemists INC. St. Paul Minnesota 55121, U.S.A.
- Anderson, J.E. (1938). Comparison of experimental and commercial milling results. Northwestern Miller 8:46.
- Bottomley, R.C., Kearns, H.F., and Schofield, J.D. (1982). Characterisation of wheat flour and gluten proteins using buffers containing sodium dodecyl sulphate. J.Sci. Food Agric. 33:481-491.
- Cornell. H.J., and Hoveling, A.W. (1998). The milling of wheat. PP. 43-78 in: Wheat Chemistry and Utilization. H.J. Cornell and A.W. Hoveling eds. Technomic Publication Company. Inc. 851 New Holland Avenus, Box 3535. Lancaster, Pennsylvania 17604. U.S.
- Dobraszczyk, B.J. (2000). Wheat and flour. PP. 100-139 in: Cereal and Cereal Products Chemistry and Technology. D.A.V. Dendy, B.J. Dobraszczyk eds., Aspen Publisher, Inc. 200 Orchard Ridge Drive, Suite 200, Gaithersburg, Maryland. 20878.
- Finney, K.F., Heizer, H.K., Shellenberger, J.A., Bode, C.E., and Yamazaki, W.T. (1949). Comparison of certain chemical, physical and baking properties of commercial, Buhler and Habart milled flours. Cereal Chem. 26:72.
- MacRitchie, F. (1989). Identification the baking quality related composition of wheat flours. Cereal Foods World. 34: 548-552.
- MacRitchie, F. (2003). Fundamentals of dough formation. Cereal Foods World, 48:173.
- Mattrn, P.J. (1991). Wheat. PP. 1-54 in: Handbook of Cereal Science and Technology. K.J. Lorenz, and K.Kulp, eds., Marcel Dekker, Inc. 207 Madison Ave. NY. 10016.
- Orth, R.A., and Mander, K.C. (1975). Effect of milling yield on flour composition and bread making quality. Cereal chem. 52:305-314.
- Pomeranz, Y. (1987). Physical properties and structure. PP. 25-39 in: Modern Cereal Science and Technology. Y. Pomeranz. VCH Publishers Inc. 220 East 23rd St., Suite 909. New York, NY. 10010-4606.
- Rajendra G. (1984). Quality evaluation of whole wheat flours: 1.Effect of different milling techniques 11. mixing and energy. A doctoral dissertation. Department of Grain Science and Industry. Kansas State University. Manhattan. Kansas.
- Schofield, J.D., and Booth, M.R. (1983). Wheat proteins and their technological significants, Dev. Food Proteins, 2:1.
- Shellanberger (1919). Moisture in wheat and mill product. USDA. Bul. No. 788:12.

Shellenberger (1921). The influence of relative humidity and moisture content of wheat on milling yields and moisture content of flour. USDA. Bul. No. 1.013:12.

Staudt, E., and Ziegler, E. (1973). Flour Chemistry Translated from 2nd English edition (1965). Publisher: Buhler Brothers Ltd., Engineering Work.

Sugden, T.D. (2000). Wheat flour milling. PP. 140-181 in: cereals and cereal products chemistry and Technology. D.A.V. Denny, B.J. Dobraszczyk eds., Aspen publisher, Inc. 200 Orchard Ridge Drive, suite 200, Gaithersburg, Maryland. 20878.

Walker, C.E., and Hazelton, J.L. (1996). Dough rheological tests. Cereal Foods World. 41:23-28.

Weegeles, P.L., Hamer, R.J. and Schofield, J.D. (1996). Functional properties of wheat glutenin. J. Cereal Sci. 23: 1-18.