جامعة حمص
كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة الغذائية

إنتاج دقيق كامل الحبة

دراسة أعدت لنيل درجة الإجازة في الهندسة الغذائية

إعـــــــداد

ياسمين بشار زهور منار الطيارة لما الحلواني

إشراف
الدكتور فرحان ألفين
المهندسة مي الكاتب

الدفعة العشرون 2012-2013

بسم الله الرحمن الرحيم

"و قل ربي زدني علماً"

صدق الله العظيم

يعلمنا الإسلام أن الله سرمدي، و أن خلقه غير محدود و أن عقل الإنسان جزء من خلقه, و كل ما يفعله العلم هو اكتشاف نوافذ صغيرة على خلق الله، وتعلمنا الأوطان عشقاً لا حدود له حتى يقال في هذا المقال "لله درك موطني أكرمتني ... فعجزت عن رد الجميل ... كأن بي شح و لو بذلت دمي ... أهديتنا أولى الحروف منارةً للعالمين... فكأنما نسمو وأنت من يسمو بنا و يحلق"

قسماً سنبقى الأوفياء و سننحني بإجلال لكل الأتقباء
لكل معلم أضحى رماداً بعدما نشر الضياء
لمشاعل النور التي أوقدت فينا جذوة العلم

عهداً على متابعة الطريق و لنا فيهم الأسوة الحسنة و لهم منا كل المحبة و الإحترام و التقدير و كل الدعاء بدوام الصحة والرفعة وفي مقدمتهم

الدكتور المهندس فرحان ألفين

و إلى أستاذتنا ومعلمتنا الكريمة

المهندسة مي الكاتب

لك كل الحب و التقدير و العرفان بالجميل و نسأل الله أن يوفقنا معاً لبناءٍ أوله مرضاة الله و أوسطه سمو خلق الله و آخره عتق من غضب الله

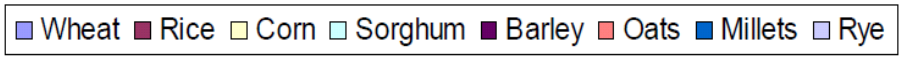
التركيب
التشريحي والكيميائي
للقمح

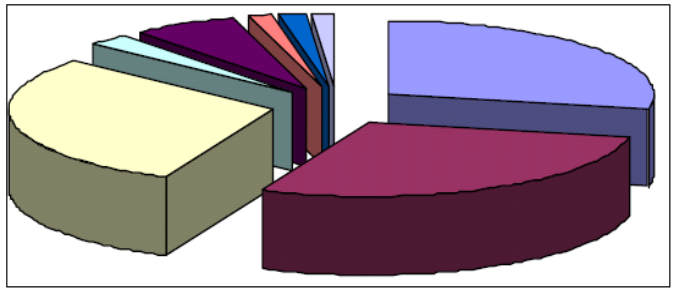
التركيب التشريحي والكيميائي للقمح

1-1- مقدمة :

يعتبر القمح من أهم محاصيل الحبوب، فهو يحتل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بين محاصيل الحبوب على المستوى العالمي شكل (1).

يمثل القمح الغذاء الرئيسي لكثير من الشعوب ومنتجاته تشكل أصناف الطعام الأكثر حضوراً على الموائد، فهو المادة الأساسية لتصنيع العديد من المنتجات (الخبز– المعكرونة– المعجنات– الحلويات– البسكويت– الكيك....)، كما يستخدم الفائض منه في الولايات المتحدة الأمريكية في صناعة التخمير والنشاء والمشروبات الكحولية والمواد اللاصقة، كما يصنع من غلوتين القمح غلوتامات أحادية الصوديوم التي تعتبر أحد أهم مواد النكهة والفائض منه يستخدم كعلف للحيوانات.





الشكل 1: أهمية القمح بالنسبة لمحاصيل الحبوب

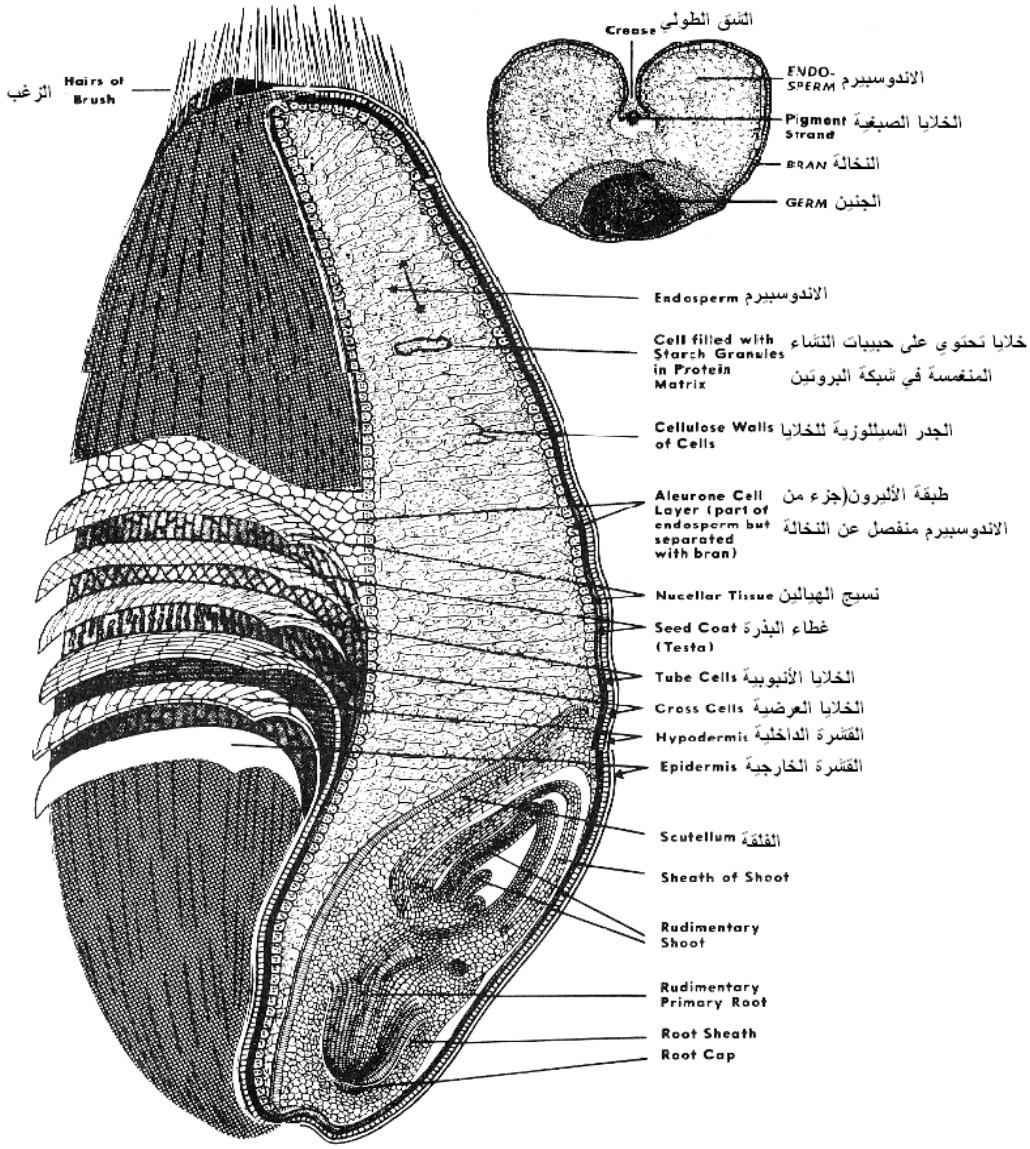
يحتل القمح المرتبة الأولى بين الحبوب في الجمهورية العربية السورية، وأشارت الإحصائيات أن إنتاج القمح ارتفع خلال تسعينات القرن الماضي من 2 مليون إلى 4 مليون طن تقريباً.

2-1 - البنية التشريحية لحبة القمح Anatomic Structure of Wheat:

تنتمي حبة القمح للبذور العارية التي لا تحتوي على غلاف عصافي بخلاف الشعير والشوفان والأرز،وتتميز بشكل مستطيلي مستدير نسبياً من كلا الطرفين, ويوجد على حبة القمح ثلم طولي Crease، يوجد الجنين في أحد طرفي الحبة وفي الطرف الآخر شعيرات يختلف طولها باختلاف صنف القمح.

يتدرج لون حبة القمح من الأبيض إلى الأحمر, وذلك بسبب اختلاف نوعية وكمية المواد الملونة الموجودة في غلاف البذرة (seed coat)، ويبلغ وزنها 35 mg وطولها 8mm تقريباً، وتختلف الحبوب في حجمها باختلاف الصنف وموقع السنبلة الحاوية على الحبة وكذلك ترتيب الحبة داخل السنبلة.

تتألف حبة القمح من عدة طبقات كما يبين الشكل (2)، ولكل طبقة تركيبها الكيميائي الخاص وخصائصها المختلفة.



الشكل 2: مقطع عرضي و طولي في حبة القمح

ويكون ترتيب الطبقات من الخارج إلى الداخل كالآتي:

1– غلاف الحبة Pericarp :

يشكل الغلاف 5% من وزن الحبة ويتألف مما يلي:

6% بروتين, 2% رماد, 20% سيللوز, 0.5% دهون والباقي بنتوزات.

يحمي هذا الغلاف الحبة من الوسط الخارجي ويتكون من طبقتين تشكلان النخالة الخشنة، هما:

- **القشرة الخارجية Epidermis:**

تتكون من خلايا سميكة مستطيلة وطويلة, وتكون متطاولة باتجاه طول الحبة، وهذه الخلايا متراصة مع بعضها ولا يوجد فيها فراغات هوائية.

- **القشرة الداخلية Hypodermis:**

تتكون هذه القشرة من ثلاث طبقات من الخلايا وهي: الخلايا الأنبوبية Tube cells، الخلايا العرضية Cross cells، الخلايا الوسطى Intermediate cells.

2– البذرة Seed:

- **غلاف البذرة seed coat:**

تعطي طبقة غلاف البذرة اللون للحبة نظراً لاحتوائها على الصبغات، نلاحظ أن غلاف البذرة للقمح الأبيض يحتوي على كمية قليلة صبغات أو قد تكون معدومة.

- **طبقة الهيالين nucellar layer :**

تربط طبقة nucellar بين غلاف البذرة وطبقة الأليرون، وهي طبقة عديمة اللون وغير نفوذه للماء.

- **الأندوسبيرم Endosperm:**

يتكون الأندوسبيرم مما يلي:

- **طبقة الأليرونAleurone Layer:**

تتكون طبقة الأليرون من صف واحد من الخلايا المكعبة ذات جدر سميكة خالية من النشاء وتحتوي على: 20%دهون و20%رماد و20%بروتين و10% سكريات أهمها الرافينوز، كما أن هذه الطبقة غنية بحمض النيكوتينيك والمركبات الفوسفورية والفيتامينات (تيامين, ريبوفلافين, نياسين)، ولقد لوحظ ارتفاع الفعالية الأنزيمية في هذه الطبقة.

- **الأندوسبيرم النشوي EndospermStarchy:**

يشكل الأندوسبيرم 85% من وزن الحبة, ويتكون من ثلاثة أنواع من الخلايا وهي: مكعبة ومركزية وموشورية.

لقد وجد أن معظم جدر خلايا الأندوسبيرم تتكون من البنتوز ونسبة بسيطة من الهيميسيللوز ولا تحتوي سيللوز، أما خلايا الأندوسبيرم فإنها تتكون من النشاء والبروتين، فالنشاء يتواجد على شكل حبيبات مستديرة أو كروية متراصة مع بعضها بقوة بواسطة البروتين الذي يملأ الفراغات بين حبيبات النشاء.

3- الجنين Germ:

يشكل الجنين2.5-3.5% من وزن حبة القمح، يتكون من 25% بروتين و18% سكريات و22% دسم و5% رماد كما يعد مصدراً أساسياً لفيتامين B1 وفيتامين E.

تشكل النخالة حوالي 14.5% من كامل حبة القمح حيث تتألف من:

البشرة 3.9% _ طبقات الخلايا العرضية 0.9% _ طبقة التيستا أو غطاء البذرة 0.6% _ طبقة الهيالين والأليرون9%.

3-1- التركيب الكيميائي لحبة القمح Chemical Composition of Flour:

يختلف التركيب الكيميائي لأجزاء حبة القمح, فنلاحظ ارتفاع نسبة النشاء في الأندوسبيرم وارتفاع الدهون في الجنين ومحتوى عالي من الألياف والمعادن في النخالة، كما تلعب العوامل المناخية وطبيعة التربة والشروط الزراعية ونوعية القمح دوراً كبيراً في هذا الاختلاف، ويبين الجدول(1) التركيب الكيميائي لأجزاء حبة القمح.

جدول 1: التركيب الكيميائي لأجزاء حبة القمح

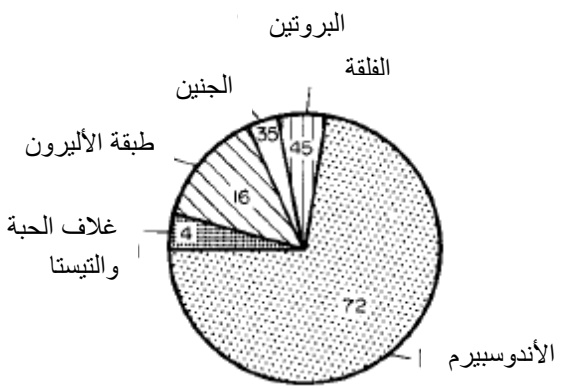
المكونات (%)	أجزاء الحبة		
	الأندوسبيرم	الجنين	النخالة
الرطوبة	14	11.7	13.2
البروتين	9.6	28.5	14.4
الدهون	1.4	10.4	4.7
الرماد	0.7	4.5	6.3
النشاء	71	14.0	8.6
السيللوز	0.2	7.5	21.4
الكربوهيدرات	74.1	44.5	60.8

تأثير عملية الطحن على التركيب الكيميائي للدقيق

تأثير عملية الطحن على التركيب الكيميائي للدقيق

لا يستهلك عادة القمح على شكل حبوب، وإنما يتم تحويله من حبوب إلى مسحوق، وبما أن توزع العناصر الغذائية في حبة القمح غير منتظم حيث يعتبر الجنين وطبقة الأليرون مثلاً غنيان بشكل خاص بالمعادن والفيتامينات، لذلك فإن عملية طحن القمح تؤدي إلى تغيرات مهمة بالقيمة الغذائية للدقيق المنتج من القمح، حيث أن العناصر الغذائية المتركزة في طبقات النخالة والجنين سوف تستبعد خلال عملية الطحن للحصول على الدقيق الأبيض، ولذلك إن إزالة القسم الخارجي لحبة القمح تؤدي إلى زيادة قبول المستهلك للمنتج وبالمقابل انخفاض القيمة الغذائية، وبشكل واضح نستنتج أن تحسين القيمة الغذائية لدقيق القمح يمكن أن يتم بزيادة نسبة الاستخراج.

تختلف كمية ونوعية البروتين في القمح باختلاف أجزاء الحبة كما هو واضح في الشكل(2).



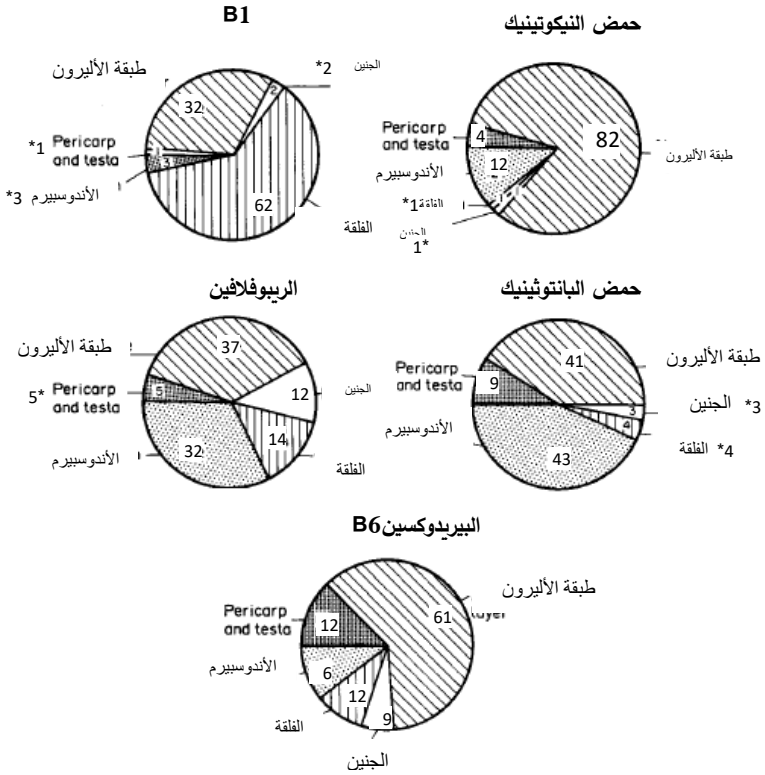
الشكل(2) توزع البروتين في حبة القمح معبراً عنه كنسبة مئوية

يحتوي القمح على العديد من الفيتامينات مثل الثيامين والريبوفلافين والنياسين وغيرها ولكن تركيزها مختلف في أجزاء الحبة جدول(2).

جدول(2) توزع فيتامينات B في حبة القمح معبراً عن التركيز كنسبة % من الفيتامينات الكلية في الحبة و µg/g

	الثيامين		الريبوفلافين		النياسين		البيروكسين		حمض البانتوثينيك	
	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%
غلاف الحبة، التيستا، هيالين	0.6	1	1.0	5	25.7	4	6.0	12	7.8	9
طبقة الأليرون	16.5	32	10	37	741	82	36	61	45.1	41
الأندوسبرم	0.13	3	0.7	32	8.5	12	0.3	6	3.9	43
الفلقة	156	62	12.7	14	38.2	1	23.2	12	14.1	4
الحبة الكاملة	3.75		1.8		59.3		4.3		7.8	

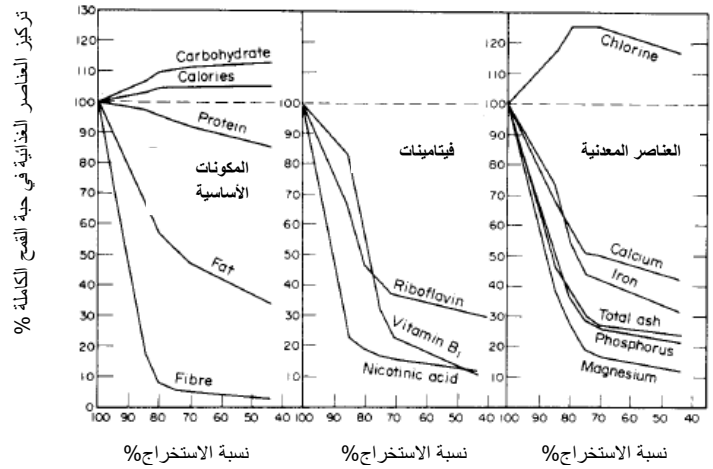
تختلف نسبة هذه الفيتامينات في أجزاء حبة القمح كما هو موضح في الشكل (3).



الشكل(3) توزع فيتامينات B في حبة القمح

*تعني أن الرقم يعبر عن نسبة الفيتامين في هذا الجزء من الحبة

يلاحظ مما سبق أن معظم العناصر الغذائية تتواجد في الجنين والطبقات الخارجية للحبوب، ولذلك يتغير محتوى الدقيق الناتج من العناصر الغذائية بتغير درجة فصل الأندوسبيرم عن باقي أجزاء الحبة أي بتغير نسبة الاستخراج الشكل(4).



الشكل(4) تأثير نسبة الاستخراج على تركيب الدقيق الناتج

يبين الجدول (3) تأثير نسبة الاستخراج على تركيب الدقيق الناتج.

الجدول(3) تأثير نسبة الاستخراج على تركيب الدقيق الناتج

نسبة الاستخراج%	البروتين %	دسم %	رماد %	ليف خام %
100	100(13.8)	100(2.5)	100(1.6)	100(2.2)
90	99.3	68.3	49	15.2
80	97.1	57.5	38.7	6
70	93.5	46.4	26.5	0.5

تعرف نسبة الاستخراج بأنها نسبة الدقيق (وزناً) التي يتم الحصول عليها من كمية محددة من القمح، وتستخدم نسبة الاستخراج لتمييز أنواع مختلفة من الدقيق، فالدقيق الذي نسبة استخراجه أقل من 75% يكون دقيق نموذجي أبيض، بينما عندما تتجاوز نسبة الاستخراج 80% فإن الدقيق يحتوي عندها على أجزاء من الطبقات الخارجية للحبة وليست من الأندوسبيرم، وعندما تصل نسبة الاستخراج إلى 100% فعندها نحصل على دقيق الحبة الكاملة.

إن تخفيض نسبة الاستخراج يعني إزالة كمية أكبر من الطبقات الخارجية للحبة وبالتالي فقدان الألياف الغذائية والمكونات المغذية الأخرى كالفيتامينات وغيرها، وبالتالي إن نسبة الاستخراج لدقيق القمح تؤثر بشكل واضح على المحتوى الغذائي، على كل حال، إن القيمة الغذائية للدقيق أقل بالمقارنة مع القمح وهذا ناتج عن عملية الطحن، فقد بينت الدراسات انخفاض محتوى المعادن بالدقيق الأبيض بنسبة 30% بالمقارنة مع القمح الكامل، كما أن تركيز العناصر الغذائية الأساسية انخفض مع انخفاض نسبة الاستخراج، حيث لوحظ زيادة نسبة البروتين والألياف والسكريات والمواد الدسمة والعناصر المعدنية مع زيادة نسبة الاستخراج بينما لوحظ انخفاض نسبة النشاء.

بالنسبة للألياف الغذائية لوحظ أن محتواها ثابت عندما تكون نسبة الاستخراج مابين 65%_80% ومن ثم تتزايد بشكل خطي مع زيادة نسبة الاستخراج.

بينت الأبحاث أن زيادة نسبة الاستخراج تؤدي إلى زيادة كمية البروتين والدسم والألياف والرماد والغلوتين الرطب وامتصاصية الماء واللون لدقيق القمح بينما يتناقص محتوى الرطوبة وقيمة الترسيب ورقم السقوط.

أكدت الدراسات الريولوجية انخفاض ثباتية العجين وزيادة دليل تحمل العجين مع زيادة نسبة الاستخراج.

إن زيادة نسبة استخراج الطحين الأبيض حتى 80% يؤدي إلى زيادة محتوى البروتين 0.4g/100g والرماد 0.2g/100g وامتصاصية الماء المحددة بالفارينوغراف 1.1g/100g بينما يؤدي إلى انخفاض قيمة اللون (L) بمقدار 1.3 واللزوجة النسبية بمقدار 37.4 وحدة.

درس الباحث Mueen , G 2009 تأثير زيادة نسبة الاستخراج على التركيب الكيميائي للدقيق، حيث قام بترطيب القمح إلى رطوبة 15% وطحنه بمطحنة Quadrumate Senior Mill (Brabender,Germany)، ومن ثم تم خلط تيار الطحين الناتج من الكسرات والتخافيض للحصول على الدقيق الأبيض أو المباشر, ومن ثم قام بطحن التيارات الناتجة الأخرى وهي تيار النخالة والبقايا shorts بمطحنة مطرقية ونخلها بمنخل قياس610m, ومن ثم تم الحصول على دقيق بنسبة استخراج 76%, 88%,100% عن طريق خلط نسب محددة.

أظهرت النتائج الموضحة بالجدول (4) أن أعلى نسبة رطوبة 11.78% كانت للدقيق ذو نسبة الاستخراج 64 % وقد تناقصت الرطوبة تدريجياً مع زيادة نسبة الاستخراج حيث وصلت إلى 9.8% لدقيق القمح الكامل ذو نسبة استخراج 100%.

بالنسبة لنسبة البروتين الخام والدسم لوحظ زيادة كل منهما مع زيادة نسبة الاستخراج فقد كان محتوى الدقيق ذو نسبة الاستخراج 64% هو الأدنى 12.05%-2.766% بالترتيب بينما دقيق الحبة الكاملة كان ذو أعلى نسبة 13.36%-1.400% على التوالي.

كما تبين أن نسبة الألياف الخام والرماد تزداد مع زيادة نسبة الاستخراج حيث أن دقيق الحبة الكاملة (100%) احتوى على أعلى نسبة 2.14%-1.55% على التوالي

بينما الدقيق ذو نسبة الاستخراج 64% احتوى على أقل نسبة 0.4%-0.56% على التوالي.

جدول 4: تأثير نسبة الاستخراج على التركيب الكيميائي للدقيق

التركيب الكيميائي	نسبة استخراج دقيق القمح			
	64%	76%	88%	100%
الرطوبة	11.78	11.08	10.42	9.8
البروتين الخام	12.05	12.48	12.92	13.36
الدسم الخام	1.4	1.9	2.34	2.76
الألياف	0.4	1.06	1.62	2.14
الرماد الكلي	0.56	0.86	1.21	1.55

درس الباحث Mueen , G 2009 أيضاً تأثير زيادة نسبة استخراج دقيق القمح على الخصائص الريولوجية باستخدام جهاز Germany Brabender Farinograph وفق (AACC2000), ويلاحظ من الجدول (5) أن نسبة الماء الممتص (wa) تتراوح بالمجال 55.83%-64.72%, وهي تزداد مع زيادة نسبة استخراج الدقيق وقد أظهر دقيق الحبة الكاملة أعلى نسبة للماء الممتص 64.72% وقد تناقصت النسبة تدريجياً حتى 55.83% للدقيق ذو نسبة استخراج 64%.

تبين أن كلاً من ثباتية العجين DS ودليل تحمل العجين TI تتناقص مع زيادة نسبة استخراج الدقيق, فقد تراوحت قيمة ثباتية العجين بالمجال 1.8-6.27 min وظهرت أعلى قيمة لها للدقيق ذو نسبة الاستخراج 64% ومن ثم تناقصت ثباتية العجين

تدريجياً مع زيادة نسبة الاستخراج حتى وصلت إلى 1.8min لدقيق الحبة الكاملة 100% .

جدول (5) تأثير زيادة نسبة استخراج دقيق القمح على الخصائص الريولوجية المحددة بجهاز الفارينوغراف

الخاصية	نسبة استخراج دقيق القمح			
	%64	%76	%88	%100
الماء الممتص%	55.83	58.3	61.24	64.72
زمن تطور العجين min	4.5	5.47	6.14	6.58
ثباتية العجين min	6.27	3.7	2.26	1.8
دليل تحمل العجين Bu	64	62.1	56.24	45.08

أما بالنسبة لدليل تحمل العجين فقد أظهر الدقيق ذو نسبة استخراج 64% أعلى قيمة (64 Bu) ومن ثم تناقصت تدريجياً حتى 45 Bu لدقيق الحبة الكاملة 100%.

كما يلاحظ من الجدول (5) أن زمن تطور العجين يزداد مع زيادة نسبة استخراج الدقيق، وقد أظهر دقيق الحبة الكاملة 100% أعلى زمن لتطور العجين 6.58 min بينما كانت أقل قيمة زمن 4.53min ذو نسبة استخراج 64%.

تأثير طرائق الطحن على خصائص طحين كامل الحبة:

قام الباحثان Prabhasankar,P., Rao,P ,2001 بدراسة تأثير طرائق الطحن المختلفة على خصائص طحين كامل الحبة المستخرج من نوعين من القمح باستخدام المطاحن الأربعة التالية: المطرقية (Kamas model Apex) الاسطوانية (Mlu202) الحجرية (Bemco) الطبقية (Mini kek mill).

تم تحديد الخواص الطبيعية التالية لهما (عند رطوبة 14%) :

قيم القساوة : 9.1kg_11.2kg .

وزن الهيكتوليتر : هيكتوليتر/71kg_ هيكتوليتر / 86kg.

قيم تجربة الترسيب : 60ml_ 49 ml .

الرماد :1.6% _ 1.8 % .

البروتين : 9% _ 13.5 % .

الدسم : 1.8 %_ 2 % .

يقيم هذين النوعين استناداً لمحتوى البروتين إلى قوي وضعيف على التوالي.

A– دقيق كامل الحبة من قمح قوي ; B– دقيق كامل الحبة من قمح ضعيف

- **الخصائص الفيزيوكيميائية:**

يوضح الجدول (6) تأثير طرائق الطحن المختلفة على الخواص الفيزيوكيميائية لنوعي الدقيق كامل الحبة القوي والضعيف.

جدول6: تأثير طرائق الطحن المختلفة على الخصائص الفيزيوكيميائية لدقيق كامل الحبة لنوعين من القمح

الخصائص الفيزيوكيميائية	المطحنة المطرقية		المطحنة الطبقية		المطحنة الحجرية		المطحنة الاسطوانية	
	A	B	A	B	A	B	A	B
الرطوبة %	9.5±0.08	9.2± 0.06	8.7±0.05	8.5±0.05	7.5±0.05	7.3±0.05	9.9±0.09	9.5±0.06
الرماد %	1.6±0.01	1.8±0.02	1.5±0.02	1.7±0.03	1.7±0.04	1.9±0.04	1.5±0.03	1.6±0.02
البروتين %	11.1±0.1	9.5±0.08	11.0±0.1	9.5±0.07	11.3±0.1	9.4±0.09	11.3±0.1	9.6±0.09
الدهون %	1.9±0.03	1.7±0.02	1.8±0.02	1.5±0.01	1.6±0.02	1.3±0.01	2.0±0.06	1.9±0.05
النشاء المتهتك%	9.0±0.05	8.0±0.07	14.5±0.2	11.9±0.1	16.3±0.2	12.8±0.2	7.0±0.07	5.3±0.05
درجة الحرارة (°C)	50	50	78	78	85	85	32	32

يلاحظ من الجدول (6) انخفاض بسيط بنسبة البروتين في الدقيق الناتج عن المطحنة الحجرية والمطحنة الطبقية ويعزى ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة بشكل كبير أثناء عملية الطحن.

- **تركيب الأحماض الأمينية :**

يشير جدول(7) إلى تركيب الأحماض الأمينية لعينات الدقيق التي تم الحصول عليها باستخدام طرائق الطحن المختلفة، وقد شوهدت اختلافات كبيرة في محتوى الأحماض الأمينية لهذه العينات بمختلف طرائق الطحن.

يتراوح المحتوى الكلي للأحماض الأمينية بين 6.7 إلى 9.3 % للدقيق المستخرج من القمح القوي و 5.9 إلى 8.5 % للدقيق المستخرج من القمح الضعيف.

لوحظ أن محتوى الأحماض الأمينية بالنسبة لكلا نوعي الدقيق مرتفع عند استخدام المطاحن الاسطوانية وتليها المطاحن المطرقية أما الدقيق الناتج عن المطاحن

الطبقية أو الحجرية فيتميز بانخفاض في نسبة بعض الأحماض الأمينية الأساسية مثل (أرجينين –ميتيونين– هيستادين– فالين– تريونين– ليزين) وغيرها.

جدول 7 : تركيب الأحماض الأمينية لدقيق القمح القوي والضعيف المحضر بطرائق الطحن المختلفة

الحمض الأميني	المطحنة الاسطوانية		المطحنة المطرقية		المطحنة الطبقية		المطحنة الحجرية	
	A	B	A	B	A	B	A	B
الاسباراتيك	266.1	256.5	239.6	255.3	247.4	196.9	222.8	177.5
الغلوتاميك	3052.	2631.	2385.	2398.	2149.	2221.	2198.	1900.
سيرين	423.9	365.1	235.9	243.2	213.1	238.3	229.7	192.9
غليسين	463.2	438.9	439.1	428.6	430.0	439.6	461.8	362.4
هيستيدين	231.6	135.0	89.0	124.0	86.6	101.0	78.8	97.0
أرجينين	464.0	370.0	323.3	312.3	280.6	287.0	312.8	244.6
تريونين	240.9	217.5	181.8	162.7	167.4	165.7	166.5	145.1
الانين	321.8	248.9	177.5	183.7	171.4	123.9	188.6	150.4
برولين	1120.	1042.	1006.	1038.	1021.	1071.	1072.	881.7
تيروزين	224.2	222.5	162.0	251.3	211.9	123.0	224.9	175.0
فالين	540.4	475.3	274.4	274.2	272.8	277.3	287.5	227.1
ميتيونين	232.0	545.0	170.0	500.4	220.0	490.0	150.0	480.0
سيستئين	100.0	65.6	101.6	63.3	72.9	79.3	77.2	58.0
ايزوالوسين	340.0	276.3	245.3	250.8	284.2	277.2	257.6	219.5
لوسين	703.0	638.2	462.6	476.8	456.5	476.6	420.6	375.0
فينيل	414.4	389.9	319.4	383.4	329.9	379.7	298.1	272.0
ليزين	167.2	165.8	100.0	94.0	101.2	134.2	80.0	80.2

فسر الباحثون السبب في ذلك بالحرارة المتولدة أثناء عملية الطحن, حيث تدخل الأحماض الأمينية في تفاعلات مختلفة عن طريق تشكيل روابط تساهمية ايزوبتيدية أو تدخل بتفاعل ميلارد.

بالنتيجة نرى أن محتوى الحموض الأمينية عند استخدام المطاحن المطرقية والأسطوانية أعلى منها في حال استخدام المطاحن الحجرية أو الطبقية.

- **المواد الدسمة :**

محتوى الدسم للدقيق الناتج عن المطاحن المطرقية (1.9%) والاسطوانية(2%) أعلى منه في المطحنة الطبقية (1.8%) أو الحجرية (1.6%)، قد يعود ذلك لتغليف الدسم بواسطة مكونات الدقيق الأخرى مثل النشاء أو البروتين نتيجة توليد الحرارة، ولكن ليست معروفة حتى الآن الآلية الفعالة لتغليف الدسم، بصفة عامة يحتوي القمح القوي نسبة دسم (1.9%) أعلى من القمح الضعيف (1.6%).

- **الحموض الدسمة:**

يوضح جدول (8) تركيب الحموض الدسمة لعينات الدقيق الناتجة من طرائق الطحن المختلفة.

نلاحظ أن أعلى محتوى لحمضي الستياريك والبالميتيك نحصل عليها باستخدام المطاحن الحجرية أو الطبقية وذلك بالنسبة لنوعي القمح القوي والضعيف بالمقارنة مع طرائق الطحن الأخرى.

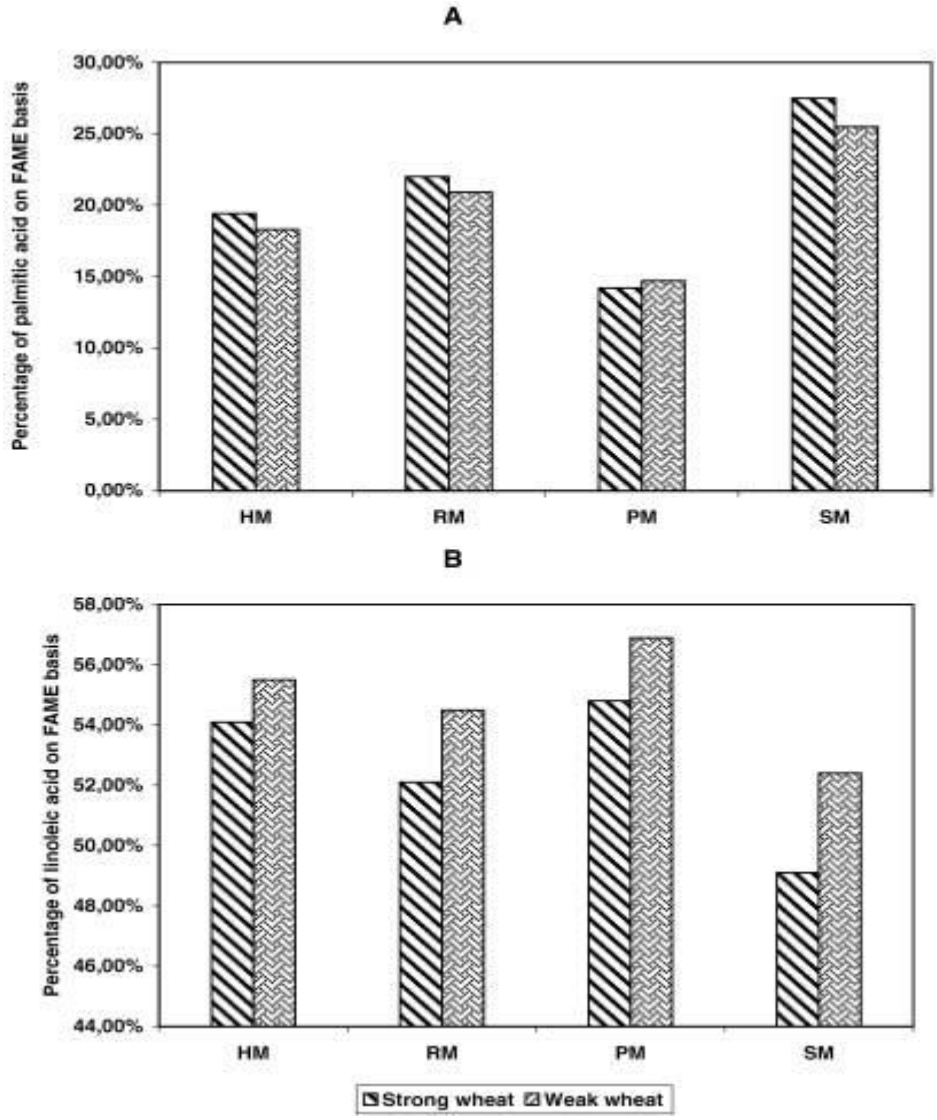
لوحظ بالمقابل انخفاض محتوى الدقيق الناتج عن طرائق الطحن المختلفة من الأحماض الدسمة الغير مشبعة وبشكل خاص حمض اللينوليئيك، الشكل (5).

يعود ذلك بسبب إرجاع الأحماض الدسمة الغير مشبعة إلى مشبعة بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

بالنتيجة فإن حمض البالميتيك هو الحمض المشبع الرئيسي واللينوليئيك هو الحمض الغير مشبع الموجود بشكل رئيسي في الدقيق الناتج من كلا نوعي القمح القوي والضعيف.

جدول 8 : تركيب الأحماض الدسمة لدقيق القمح القوي والضعيف الناتج عن طرائق الطحن المختلفة

الحمض الدسم	المطحنة المطرقية		المطحنة الطبقية		المطحنة الاسطوانية		المطحنة الحجرية	
	A	B	A	B	A	B	A	B
الميرستيك(C14:0)	1.7	1.6	1.3	1.4	1.9	1.7	1.3	1.2
البالميتيك(C16:0)	19.4	18.3	22.0	20.9	14.2	14.7	27.5	25.5
الستياريك(C18:0)	0.9	1.8	2.2	2.1	1.3	0.9	2.3	2.2
الأوليئيك(C18:1)	21.0	20.1	20.2	19.2	24.0	22.0	18.5	17.5
اللينوليئيك(C18:2)	54.1	55.5	52.1	54.5	54.8	56.9	49.1	52.4
اللينولينيك (C18:3)	2.9	2.7	2.2	1.9	3.8	3.8	1.3	1.2



شكل 5 : النسبة المئوية لمحتوى الأحماض الدسمة لعينات دقيق القمح الكامل التي تم الحصول عليها باستخدام طرائق الطحن المختلفة

إنتاج دقيق كامل الحبة واستخداماته

إنتاج دقيق كامل الحبة واستخداماته

3-1- تهيئة القمح لعملية الطحن:

يحتوي القمح الذي يصل إلى المطحنة عادة على مواد غريبة كالخيطان أو القش أو أجزاء الأكياس أو الخشب أو الحجارة أو شوائب معدنية والتي يجب إزالتها قبل عملية الطحن, حيث أن وصول هذه الأجرام والشوائب إلى أجهزة الطحن تسبب حدوث أخطاء تقنية وضرر على آلة الطحن وتدني جودة الدقيق الناتج ونسبة الاستخراج وقد تكون هذه الشوائب عبارة عن مواد سامة تضر بالمستهلك وقد تسبب إمكانية حدوث انفجار غباري.

تختلط هذه الملوثات والشوائب عادة مع القمح في الحقل وخلال نقله عبر المراحل المختلفة في نظام معالجة الحبوب، إضافة لذلك يحتوي القمح عادة على بذور بعض النباتات الأخرى وذلك حتى في حال نموه في أفضل الظروف أما في حال كانت ظروف الزراعية أو البيئية سيئة تزداد كمية هذه المواد الغريبة.

3-2- طرائق فصل الأجرام والشوائب :

يحتوي القمح عادة على مواد غير متجانسة ومختلفة في خواصها لذا تفصل الأجرام من القمح باستخدام عدة آلات في قسم التنظيف وكل آلة تعتمد على مبدأ أو أكثر من الخواص التالية للأجرام أو القمح:

- الخواص المغناطيسية.
- الحجم والأبعاد (الطول – العرض – السماكة).
- الشكل.
- الوزن النوعي.
- مقاومة التيار الهوائي.

- الاحتكاك السطحي، المرونة، البنية والقساوة.
- التفتت بالضرب.
- الخواص الكهربائية.
- اختلاف اللون.

3-3- غسيل القمح:

تتم عملية الغسيل بغمر القمح في الماء ثم ينقل بواسطة ناقل حلزوني إلى المجفف، خلال هذه العملية ترتفع رطوبة القمح حتى 3%.

الهدف من غسيل القمح نزع الحجارة والشوائب المعدنية غير المغناطيسية والأوساخ المتجمعة ورفع رطوبة القمح.

تم الاستغناء عن هذه العملية في الأجهزة الحديثة لما تسببه من مشاكل تلوث وضرورة إجراء معالجه للمياه الناتجة وتكاليف الماء المستخدم بالغسيل.

4-3- ترطيب القمح :

عملية الترطيب تعني إضافة الماء لحبوب القمح ويتبعها فترة استراحة، وخلال هذه الفترة يجب مراقبة رطوبة القمح باستمرار حتى نصل للرطوبة المثالية للقمح عند الطحن والتي تتراوح بين 14 و17%.

تتم مراقبة رطوبة القمح باستخدام عدة أنظمة إلكترونية أو كهربائية والتي تقوم بشكل آلي بتعديل كمية الماء المضاف إلى القمح وبعدها يترك القمح المرطب للاستراحة لفترة من الزمن للسماح للرطوبة بالدخول إلى الحبة والانتشار في أجزاء الحبة بشكل مثالي.

الترطيب المثالي يجعل القشرة متينة ويبقيها أثناء الطحن على شكل حبيبات كبيرة سهلة الفصل والأندوسبيرم طري وسهل الطحن فتنخفض الطاقة المستهلكة في الطحن.

يؤدي ترطيب القمح لرطوبة أقل أو أعلى من الرطوبة المثالية إلى خروج نظام الطحن عن توازنه الأمثل مما يؤدي إلى انخفاض نسبة استخراج الطحين.

تعتمد كمية وسرعة امتصاص الماء من قبل حبات القمح على محتوى الماء البدائي ودرجة حرارة الحبوب التي تسبب تضخم الحبوب مما يؤدي إلى توسع المسامات الشعرية مما يسمح بمرور كمية أكبر خلال زمن محدد.

تمتص الحبات الرطبة رطوبة أقل من الحبات الجافة ولكن سرعة الامتصاص أسرع في الحبات المرطبة سابقاً يمكن أن يكون سبب ذلك تعديل بنيتها الداخلية بالماء الممتص سابقاً.

لوحظ أيضاً أثناء عملية الترطيب أن الحبات الصغيرة امتصت الماء بشكل أكبر من الحبات المتوسطة والكبيرة، وذلك بسبب ارتفاع مساحة السطح النوعي للحبات الصغيرة وبالتالي عملية امتصاص أفضل، ولكن بعد فترة ينتشر الماء من الحبات الصغيرة إلى الكبيرة منخفضة الرطوبة حتى نصل للتوازن.

5-3- مرحلة الطحن:

ينتج دقيق كامل الحبة بعملية طحن مختلفة عن عملية إنتاج الدقيق الأبيض باستخدام تقنيات طحن مختلفة مثل المطاحن المطرقية ... أو بعملية إعادة تركيب أي بعملية إضافة النخالة بعد عملية تنعيمها للدرجة المرغوبة وإعادة إضافتها للدقيق الأبيض وهنا يبرز عدة اختلافات في نوعية الدقيق المنتج.

يعرف دقيق كامل الحبة في المملكة المتحدة بأنه ناتج خلط جميع التيارات الناتجة عن طحن القمح النظيف، أي أنه دقيق بنسبة استخراج 100%، عادة يتراوح محتواه من الليف الخام بالمجال 1.8 – 2.5 % (وسطياً 2.2%) .

ينتج دقيق كامل حبة القمح بإحدى المطاحن التالية:

- المطحنة الحجرية: وتتم عملية الطحن بمرور واحد أو أكثر .
- المطحنة الأسطوانية: إما بنظام قصير أو بإجراء بعض التحويلات بمسار التيارات الناتجة في نظام الطحن التقليدي.
- المطحنة القرصية: باستخدام أقراص حجرية أو معدنية.
- المطحنة التصادمية: تستخدم بشكل نادر لإنتاج دقيق كامل حبة القمح المناسب للاستهلاك البشري.

إن تطوير منتجات غذائية متنوعة من دقيق القمح الطري الكامل الحبة، أدى إلى ظهور الحاجة لتطوير أنظمة تجريبية لإنتاج هذا الدقيق، لذلك توصل الباحث Gottieri,M *etal* 2011 إلى إمكانية إنتاج دقيق كامل الحبة من القمح الطري باستخدام نظام طحن تجريبي قصير تم دمجه مع مرحلة لتنعيم النخالة باستخدام مطحنة Quadro comil conical مزودة بمنخل سماكته 0.94mm وذو فتحات بقياس 1.27mm، والمنخل يحتوي فتحات بمساحة 19%.

تم تشغيل مطحنة Quadro comil بسرعة دوران 6000 rpm وللحصول على دقيق الحبة الكاملة تم مزج الدقيق الأبيض والنخالة المعالجة وفق النسبة المقاسة خلال عملية الطحن لكل عينة، مثلاً: بالنسبة لعينة حبوب القمح التي أعطت دقيق أبيض

بنسبة استخراج 75% تم مزج 25gr نخالة معالجة مع 75gr دقيق أبيض للحصول على دقيق القمح الكامل.

تميز نظام الطحن القصير بكونه مفيد كأداة لنخل العينات الصغيرة الأقل من 200gr، وبالتالي يمكن طحن عدد كبير من العينات على مدار اليوم بنظام الطحن القصير، يعتبر هذا النظام قابل للتعديل وفق مجال واسع من الإعدادات المخبرية، ويتميز المنتج الناتج من نظام طحن قصير بجودة عالية قد تعزا لتعرضه لضغط ومراحل تخافيض أقل خلال الطحن.

قام الباحث Turner,J 2003 بإنتاج طحين الحبة الكاملة بأربع طرائق مختلفة للحصول على مجروش خشن ومتوسط الخشونة وناعم وناعم جداً كما يلي :

- المجروش الخشن: تم الحصول عليه باستخدام مطحنة مطرقية (Px-MFC -90-D) تدور بسرعة 4000rpm مزودة بمنخل قياس فتحاته 3mm .
- المجروش المتوسط الخشونة: تم الحصول عليه باستخدام مطحنة مطرقية تدور بسرعة 6000rpm مزودة بمنخل قياس فتحاته 3mm.
- المجروش الناعم: تم الحصول عليه بعملية طحن متعددة المراحل، فقد تم تمرير حبات القمح عبر المطحنة المطرقية (Px-MFC -90-D) التي تدور بسرعة 6000rpm ومزودة بمنخل قياس فتحاته 3mm، ومن ثم أخذت بقايا الطحن وتم تمريرها عبر أسطوانة كسرات مسننة بعد ضبط سرعة الأسطوانة الأمامية بسرعة دوران 392rpm وسرعة الأسطوانة الخلفية بسرعة دوران 266rpm .

وقد تم تطوير هذه الطريقة بشكل مشابه جداً لعملية طحن دقيق القمح الكامل التجارية.

- المجروش الناعم جداً: تم الحصول عليه بعملية طحن متعددة المراحل، فقد تم تمرير حبات القمح عبر المطحنة المطرقية (Px–MFC –90– D) التي تدور بسرعة 6000rpm ومزودة بمنخل قياس فتحاته 3mm، ومن ثم أخذت بقايا الطحن وتم تمريرها عبر أسطوانة كسرات مسننة بعد ضبط سرعة الأسطوانة الأمامية بسرعة دوران 392rpm وسرعة الأسطوانة الخلفية بسرعة دوران 266rpm ، ويهدف إنتاج المجروش الناعم جداً تم أخذ بقايا الطحن التي تم طحنها ووضعت في غربال ونخلت لمدة 3min ، ومن ثم المتبقي فوق المنخل بقياس أكبر أو يساوي 414 ميكرون تم أخذه وأعيد طحنه بالمطحنة المطرقية التي ضبطت بسرعة دوران 6000rpm وزودت بمنخل قياس فتحاته 1mm، ومن ثم تم مزج هذه البقايا مع ناتج عملية الغربلة في جهاز المزج لمدة5 min.

تم تطوير هذه الطريقة كمحاولة لإنتاج طحين قمح كامل ناعم جداً يتميز بحجم حبات أصغر بالمقارنة مع دقيق القمح الكامل الناعم التجاري.

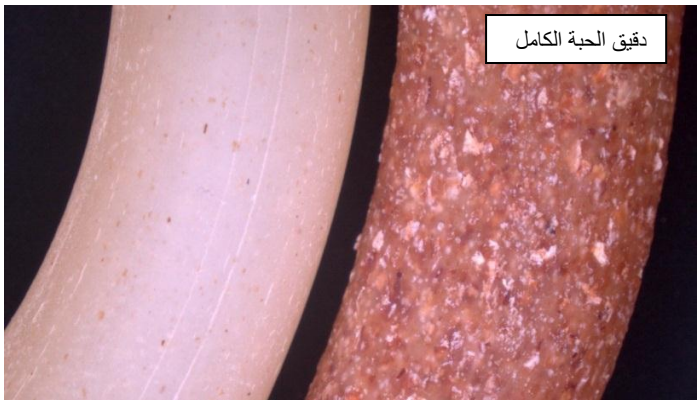
6-3- استخدامات الدقيق كامل الحبة :

أهم استخدام للدقيق هو الخبز، فإما أن يتم طحن القمح والحصول على دقيق قمح كامل الحبة للحصول على الخبز الأسمر المعروف باسم «الخبز البر» والذي يحتوي على الدقيق الأبيض الموجود في حبة القمح ودقيق غلاف الحبة، أو أن يتم استخراج الدقيق الأبيض للحصول على الخبز الأبيض.

يستخدم الدقيق أيضاً كمادة رئيسية في العديد من الصناعات الهامة مثل المعكرونة والمعجنات وحبوب الإفطار وأنواع مختلفة من البسكويت والكيك والحلويات وغيرها من المنتجات.

بيّن الباحث Kihlberg,I *et al* 2004 إمكانية استخدام الدقيق كامل الحبة لإنتاج خبز القالب الكامل، وقد لاحظ أن تقنية الطحن المستخدمة تؤثر على الخصائص الحسية للمنتج، فقد تميّز خبز القالب المصنع من دقيق كامل الحبة المنتج بمطحنة أسطوانية بخصائص حسية تختلف عن خصائص خبز القالب المصنع من ذات القمح المطحون باستخدام مطحنة حجرية، ويعزا ذلك إلى التأثيرات المختلفة الناتجة عن المعالجة الفيزيائية والميكانيكية للقمح بكل مطحنة.

استخدم الباحث West,R 2012 دقيق كامل حبة القمح لإنتاج المعكرونة، وقد لاحظ أن زيادة نسبة هذا الدقيق يؤدي إلى تخفيض لزوجة المعكرونة وزيادة فقدان المواد المنحلة خلال الطبخ، وقد أشارت عدة دراسات أخرى أن المعكرونة المصنعة من دقيق كامل الحبة تتميز بجودة طبخ أقل ومظهر داكن شكل(6)، وذلك يعزا إلى تدخل جزيئات النخالة والجنين بالشبكة الغلوتينية في العجين مما يضعفها ويغير قوامها، كما أن سيللوز النخالة يؤثر على هجرة الماء خلال التجفيف مما يؤدي إلى زيادة احتباس الماء في المعكرونة نتيجة الاحتفاظ بجزيئات الماء في الشبكة الغلوتينية، وقد بيّن الباحث إمكانية تحسين خصائص المعكرونة المصنعة من دقيق كامل الحبة باستخدام ظروف تجفيف أكثر اعتدالاً (مثلاً 40C°).



الشكل(6) تأثير دقيق الحبة الكامل على مظهر المعكرونة

7-3- ميزات دقيق كامل الحبة (نسبة استخراج مرتفعة):

يعتبر القمح إلى جانب الحبوب الأخرى من المرتكزات الأساسية لتحقيق التوازن الغذائي لدى الإنسان، وبما أن دقيق القمح والمنتجات التي تصنع منه هي الأكثر تناولاً من قبل غالبية الأفراد كما هو ملاحظ ومن الحكمة الاهتمام بصحة وفائدة المستهلك من خلال الأطعمة الأكثر استهلاكاً، عمل الباحثون على تحسين أساليب التغذية، واقترحوا العديد من الطرائق التي تحسن من القيمة الغذائية والصحية لدقيق القمح.

كثر الحديث ضمن هذا المجال عن استبدال دقيق الحبوب الكاملة غير المقشرة والعامرة بالخير والفائدة بدقيق حبوب قمح قد أُنهكت بعمليات التقشير وإزالة نسبة كبيرة مما تحتويه من المعادن والفيتامينات والألياف.

تناول «الحبوب الكاملة» هو تناول تلك الحبوب بأجزائها الثلاثة، أي كما هي موجودة في الطبيعة، وتلك الأجزاء هي: الأندوسبيرم النشوي, الجنين, النخالة.

يتألف لب الحبة (الأندوسبيرم) بشكل رئيسي من حوالي 50 – 75% نشاء والذي يشكل مصدر الطاقة الرئيسي للجنين أثناء عملية الاستنبات, ويحتوي أيضاً على بروتين

مخزن8–18% مع نسبة بسيطة من الفيتامينات والمعادن والمركبات الكيميائية النباتية (phytochemicals).

الجنين والنخالة تزودان الدقيق بأغلبية المواد الحيوية النشطة الموجودة في الحبة والمواد المغذية وأهمها مجموعة فيتامين B (تيامين – ريبوفلافين – نياسين – حمض البانتوثينيك) ومعادن (Ca–Mg–Fe–P–K–Na) وأحماض أمينية أساسية (على سبيل المثال أرجينين– ليزين والعديد من الـphytochemicals الموجودة في الكثير من الأطعمة النباتية والمسؤولة عن المقاومة المرتفعة لأطعمة الحبوب الكاملة ضد الأكسدة.

يحتوي الدقيق الأبيض وهو دقيق مُنقى على حوالي 75% من كامل حبة القمح وذلك بإزالة النخالة المكونة من القشور المغلفة لحبة القمح والجنين.

تعتبر النخالة المصدر الرئيسي للألياف الغذائية التي تساعد على الحماية من الإمساك والمشاكل المعوية، وتلعب دوراً هاماً ومفيداً في الحفاظ على الوزن وذلك لأنها تساعد على الشعور بالشبع فلا يلجأ الشخص إلى تناول كميات كبيرة من الطعام.

كما يساعد القمح الكامل على نمو الأطفال وزيادة التركيز وتجنب قلة الشهية والوهن ويقوي السمع والبصر ويعالج الصداع وضعف الذاكرة، كما يساعد على خفض ارتفاع السكر في الدم لدى مرضى السكري وخفض مستوى الكولسترول في الدم مما يحمي من الإصابة بالجلطات الدماغية والقلبية والرئوية وتصلب الشرايين ويقوي المناعة، ويقي من الأمراض السرطانية.

يساعد أيضاً في علاج فقر الدم وتضخم البروستاتا والعقم وضعف الإخصاب وضعف القدرة الجنسية، ويدر الحليب عند المرأة المرضعة ويقي من الشيخوخة المبكرة لاحتوائه على الزنك.

8-3- سلبيات دقيق كامل الحبة :

بعد أن اكتشفت الخصائص المفيدة للنخالة، أصبح العديد من الأشخاص يتناولونها بكميات كبيرة دون معرفة مخاطرها، وعمد هؤلاء إلى تناول النخالة بشكل يومي ومكثف، على سبيل المثال أصبح الشخص يتناول من ثلاث إلى أربع ملاعق من النخالة النيئة في غذائه اليومي، وقد اكتشف العلماء أن تناول هذا المقدار من النخالة النيئة يومياً يؤدي إلى التهابات في المجاري البولية، وقد تزيد التهابات القولون وتؤدي إلى ظهور تقرحات صغيرة في داخله ويمكن أيضاً أن تسبب نفخة في الأمعاء والإصابة بالغازات، إضافة إلى ذلك فإن الأحماض الموجودة في النخالة (حمض الفيتيك) تؤدي إلى عدم امتصاص الكالسيوم والحديد والزنك وبعض الأملاح المعدنية المفيدة للجسم.

لذا ينصح الأطباء وأخصائيو التغذية باستهلاك الحبوب الكاملة أو الأغذية التي تحتوي على النخالة المضافة، كالخبز وحبوب الإفطار أو أي طعام آخر عوضاً عن استهلاك النخالة النيئة.

لقد أكد خبراء الدول المتقدمة على أهمية وفائدة تناول الحبوب الكاملة، وبما أن المنتج يستجيب لطلب المستهلك الذي اعتاد تناول الألوان المختلفة من المعجنات وخبز الدقيق الأبيض، بدأت بحوث ودراسات يقوم بها علماء التغذية لدراسة قشور الحبوب بدقة أكثر لمحاولة استخراج المناطق الأكثر غنى من الناحية الغذائية لمحاولة الاستفادة منها واستخدامها أثناء تصنيع هذه المنتجات مع الحفاظ على مذاقها ومظهرها.

الفوائد الصحية لدقيق كامل الحبة

الفوائد الصحية لدقيق كامل الحبة

4-1- مقدمة :

يعتبر القمح والأرز والذرة من الحبوب الرئيسية المهمة في النظام الغذائي، وبشكل ثانوي الشوفان والجودار والشعير والذرة البيضاء والدخن، وبالرغم من أن الإشارة حول أهمية استهلاك الحبوب ومنتجاتها قليل مقارنة بالخضار والفاكهة إلا أن وجود الحبوب ومنتجاتها في قاعدة الهرم الغذائي دليل واضح على أهميتها وتشكيلها جزء من الغذاء اليومي المثالي للإنسان.

تزال النخالة في عمليات طحن الحبوب ويؤدي ذلك إلى خسارة العديد من المركبات الهامة كالألياف والفيتامينات والمعادنphytochemicals ، وغيرها وبالنتيجة نحصل على دقيق أكثر تركيز بالنشاء.

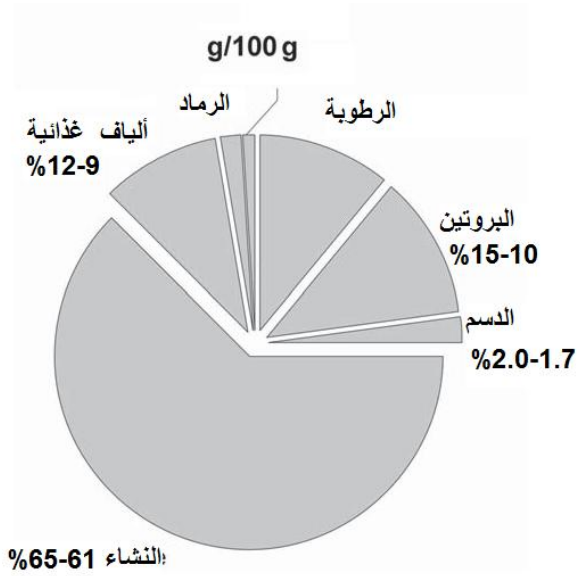
تخضع الحبوب في الدول المتطورة لبعض عمليات المعالجة: الطحن, الاستخلاص بالحرارة, السلق, الطبخ وغيرها من التقنيات قبل الاستهلاك وقد تخضع لعمليات أخرى مثل التقشير أو التعديل لجعلها منتج مرغوب.

هذه العمليات لا تؤثر على محتواها من المركبات الحيوية المهمة، أي أنها تبقى ثابتة خلال عملية المعالجة بل وقد تزداد أحياناً نسبة هذه المركبات في حال إجراء عمليات المعالجة المناسبة وبشكل مناسب حيث تسهل خروج هذه المركبات من الحبة وبالتالي الاستفادة منها.

يعتبر العديد من المستهلكين غافلين عن الفوائد الصحية المتعلقة بالحبوب الكاملة, وهذا ما أدى إلى انخفاض استهلاكها بالإضافة إلى بعض الخواص التي تتميز بها والتي

تجعلها غير مرغوبة والتي من أهمها اللون القاتم المكتسب من النخالة والنكهة الغير مستساغة والقوام ومحتوى الرطوبة.

تم التشجيع خلال السنوات الـ20 الماضية على زيادة استهلاك الحبوب الكاملة من قبل مجموعات حكومية وصحية وتجارية وصناعية، ومعظم هذه المجموعات أكدت على أهمية تناول أطعمة الحبوب الكاملة بحيث لا يقل عن 3 حصص يومياً لما لها من فوائد كبيرة على جسم الإنسان، يبين الشكل (7) القيمة الغذائية للقمح.



الشكل(7) القيمة الغذائية للقمح

2-4- المركبات الحيوية الهامة الموجودة في الحبوب الكاملة :

تحتوي الحبوب الكاملة ومنتجاتها العديد من المركبات الحيوية والتي تقوم بدور هام في جسم الإنسان وهذه المركبات هي :

4-2-1- مضادات الأكسدة في الحبوب الكاملة :

وظيفة مضادات الأكسدة في الجسم هي تفاعلها مع الجذور الحرة التي تقوم بمهاجمة الـ DNA والدهون والبروتين وتسبب العديد من الأمراض المزمنة.

يتضرر الغشاء الخلوي من مهاجمة الجذور الحرة والبيروكسيدات، مما يسبب مجموعة من التغيرات على الخلية أهمها تغيير في طبيعة الخلية ونفوذيتها(الضغط الأسموزي) مما يسبب تشكيل ورم وبالنهاية موت الخلية، تساهم الجذور الحرة أيضاً في الالتهابات العامة وتضرر النسيج.

تقوم مضادات الأكسدة بحماية الـDNA من ضرر الأكسدة والتغيرات التي تؤدي في النهاية لحدوث السرطانات .

تنتج مركبات الجذور الحرة من النشاط الاستقلابي الطبيعي بالإضافة إلى طبيعة الغذاء والبيئة، ويمتلك الجسم آليات دفاع ضد الجذور الحرة ولكنها غير كافية لذا نلجأ لتدعيمها عن طريق تناول الغذاء الحاوي على مضادات الأكسدة، وتعتبر منتجات الحبوب الكاملة من الأغذية التي تتمتع بمحتواها العالي من هذه المركبات وبالتالي تحمي الجسم من العديد من الأمراض .

مضادات الأكسدة في الحبوب الكاملة تكون إما منحلة في الماء أو الدسم وتشمل أحماض فينولية وفلافونوئيدات وتوكوفيرولات، أو غير منحلة والذي يشكل جزء كبير منها استر حمض السيناميك المرتبط بسلاسل الأرابينوكسيلان الجانبية للهيميسيللوز .

بالإضافة إلى مضادات الأكسدة المتواجدة بشكل طبيعي في الحبوب الكاملة، يتم تشكيل مضادات أكسدة في أطعمة الحبوب الكاملة من خلال تفاعل الاسمرار الحاصل أثناء عمليات الخبز والتحميص التي تزيد من النشاط الكلي للمنتج مقارنة

بالمكونات الخام، ولهذا نجد أن قشرة الخبز الأبيض لها نشاط مضاد الأكسدة ضعف نشاط الخبز الخالي من القشرة.

النشاط الكلي لمضادات الأكسدة المتواجدة في منتجات الحبوب الكاملة مشابه لنشاط مضادات الأكسدة المتوفرة في الخضار أو الفاكهة .

يعتبر حمض الفيتيك المتركز في الحبوب الكاملة من مضادات الأكسدة أيضاً حيث يقوم بتشكيل ممخلبات مع العديد من المعادن وأهمها الحديد، وبالتالي يعيق عمله المحفز لتفاعلات الأكسدة .

فيتامين E مضاد أكسدة آخر متوفر في الحبوب الكاملة، يقوم هذا الفيتامين بمنع الأكسدة داخل الخلايا ويحمي الحموض الدسمة الغير مشبعة (PUFA) في أغشية الخلية من خطر الأكسدة .

الآلية الأخرى المحتملة لفيتامين E ضد الأكسدة متعلقة بقدرته على إبقاء السيلينيوم في الحالة الإرجاعية، ويمنع فيتامين E من تشكيل نتروزأمين وخصوصاً عند pH منخفض.

يعمل السيلينيوم كعامل مساعد لأنزيم غلوتاتيونبيروكسيداز الذي يقوم بحماية النسج من ضرر الأكسدة وتتعلق نسبته في الحبوب على التربة التي تنمي فيها هذه الحبوب .

عند القيام بعملية تصفية للحبوب يتم إزالة معظم هذه المركبات الهامة للجسم والتي تقوم بحمايته من العديد من الأمراض.

2-2-4- مركبات phytochemicals في الحبوب الكاملة :

هذه المركبات عبارة عن مركبات نشطة حيوياً ذات أصل نباتي تقوم بوظائف محددة ونافعة في الجسم .

تحتوي الحبوب الكاملة على مركبات phytochemicals عديدة وفريدة والتي تكمل الموجودة في الخضار والفاكهة في حال استهلكتا معاً، على سبيل المثال المركبات الفينولية المختلفة كالفلافينوئيدات والانتوسيانيدينات والأحماض الفينولية والكوينونات والمركبات الفينولية الأمينية .

البعض من هذه المركبات كالديفيرولات وحمض الفيروليك تتواجدان بكميات كبيرة في الحبوب ولكن تواجدها في الخضار والفاكهة قليل، تحتوي الحبوب أيضاً على توكوفيرولات وتوكوترينولات وأوريزانولات .

تلعب phytochemicals دوراً دفاعياً وبنائياً هاماً في الحبوب, ويتأثر تركيزها باختلاف نوع وصنف الحبوب .

الـ phytochemicals الأكثر أهمية والمتواجدة في الحبوب شكل(8) :

1- الفينول :

عبارة عن مركب مؤلف من حلقة عطرية واحدة أو أكثر ترتبط مع مجموعة هيدروكسيلية واحدة أو أكثر، وتصنف بشكل عام إلى :

حمض الفينول والتانينات وفلافونوئيدات وكومارين وstilbenes.

تشكل الفينولات النواتج الثانوية لعمليات الاستقلاب في النباتات وتقوم بوظائف هامة أثناء عملية النمو وإعادة إنتاج النبات وتلعب دوراً هاماً كآلية دفاع ضد الأمراض والطفيليات وتساهم أيضاً بإعطاء اللون للنباتات.

بالإضافة إلى دورها الكبير في النباتات، تقوم المركبات الفينولية بتحسين صحة الإنسان وذلك عن طريق تخفيض خطر الإصابة بالأمراض المزمنة.

يتأثر تركيز المركبات الفينولية في الحبوب بنوع الحبوب وصنفها، وتتواجد هذه المركبات بشكل رئيسي في الحبوب مرتبطة مع أنواع مختلفة من السكريات مشكلة الغليكوزيدات أو معقدات أخرى نتيجة ارتباطها مع أحماض عضوية أو أمينات أو ليبيدات أو كربوهيدرات أو فينولات أخرى.

المركبات الفينولية الأكثر شيوعاً في الحبوب الكاملة الفلافونوئيدات وأحماض الفينول.

الحموض الفينولية الشائعة التواجد في الحبوب تشمل حمض الفيروليك وحمض الفانيل وحمض الكافييك وحمض السيرنجين وβ-حمض الكوماريك والأكثر شيوعاً بينها حمض الفيروليك والذي يوجد بكثرة في طبقة الأليرون والـ pericarp وجدران خلايا الجنين للحبوب المختلفة ولكن كميته في الاندوسبيرم النشوي تكون قليلة.

يقوم حمض الفيروليك والأحماض الفينولية الأخرى بحماية حبات القمح وذلك عبر ارتباطها مع الكربوهيدرات أو مضادات الأكسدة لمكافحة الجذور الحرة المدمرة, وإعطاءها الطعم القابض الذي يردع الحشرات والحيوانات من استهلاكها.

2- الكاروتينوئيدات :

الكاروتينوئيدات هي صبغات واسعة الانتشار في الطبيعة ويتراوح لونها بين الأصفر والبرتقالي والأحمر ولها دور هام كمضادات أكسدة ومصدر للفيتامينات.

تقسم الكاروتينوئيدات إلى الكاروتين الذي يكون عبارة عن هيدروكربون ومشتقه الأكسوجيني الكزانتوفيل الذي يحتوي على الأكسجين ضمن مجموعة الهيدروكسيل.

تقوم الكاروتينوئيدات بوظائف مهمة للنباتات حيث تقوم بدور مهم في عملية التمثيل الضوئي وتلعب أيضا دور حماية (مضاد أكسدة) من خلال قدرتها على مهاجمة الجذور الحرة وتقليل تشكيلها ولها دور في إعادة الإنتاج وإعطاء اللون للنباتات.

يعتبر كل من α وβ كاروتين وβ كريبتوكزانتين مولد لفيتامين A.

الكاروتينوئيدات الأكثر شيوعاً في الحبوب الكاملة بيتا وألفا الكاروتين وβكريبتوكزانتين وزيكزانتين واللوتين.

يختلف محتوى الكاروتينوئيدات باختلاف نوع الحبوب وصنف النوع الواحد.

3- فيتامين E :

يشمل فيتامين E ثمانية مركبات منحلة بالدسم وتقسم إلى مجموعتين:

- التوكوفيرولات والتي تضم α توكوفيرول وβ توكوفيرول وγ توكوفيرول و∂ توكوفيرول.
- التوكوترينولات والتي تضم αتوكوترينول وβتوكوترينول وγ توكوترينول و∂ توكوترينول.

يكون تركيز مركبات فيتامين E في معظم الحبوب الكاملة حوالي 75 mg/kg بالنسبة للوزن الجاف.

يعتبر فيتامين E مضاد أكسدة والسبب في ذلك احتوائه على مجموعة هيدروكسيلية حرة في الحلقة العطرية فيقوم بالتبرع بذرة الهيدروجين لهذه المجموعة إلى الجذور الحرة وبالتالي تصبح الجذور الحرة مستقرة ويتوقف نشاطها.

يلعب فيتامين E أيضاً دور في تصليح الـDNA والمحافظة على سلامة الأغشية وصيانتها ووظائف استقلابية أخرى.

4- الليجنانLignans :

يطلق الليجنان على المركبات ذات النشاط الهرموني المتواجدة في الحبوب والتي تحمي من الأمراض الهرمونية وتتواجد في النباتات حيث تشكل وحدة البناء لتشكيل اللجنين في جدار الخلايا النباتية, ولكن لازالت المعلومات حول تركيزه ووجوده في الأطعمة محدودة .

تعد حبوب القمح الكاملة من المصادر الغنية بهذه المركبات, وأيضاً حبوب الشوفان الكاملة والشيلم.

البذور أيضا تعتبر مصدر غني بهذه المركبات أهمها بذور الكتان وبذور القرع وبذور الكراوية وبذور عباد الشمس.

بالتالي نجد أن خبز القمح الكامل والحبوب أفضل طريقة من أجل رفع نسبة الليجنان في النظام الغذائي المتناول.

يتواجد الليجنان بالطبقات الخارجية للحبوب, ولأن تقنيات المعالجة والطحن تتضمن نزع هذه الطبقات من الحبوب فإننا نجد الليجنان فقط في أطعمة الحبوب الكاملة.

قامت دراسة أمريكية من أجل كشف العلاقة بين الحبوب الكاملة والحاوية على الليجنان وبعض الأمراض الخطيرة، تمت تغذية الأشخاص الذين تقوم عليهم الدراسة بأطعمة الحبوب الكاملة وأطعمة حبوب مطحونة بدون قشرة ومعالجة لمدة 6 أسابيع، لوحظت زيادة مصل الإنترولاكتون عند تناول أطعمة الحبوب الكاملة.

أثبتت النتيجة الأخيرة للدراسات أن مصل الإنترولاكتون ارتبط بتخفيض أمراض القلب الوعائية والسرطانات وخاصة سرطان القولون والبروستاتا والثدي، علماً أن مصل الإنترولاكتون عبارة عن ليجنان تشكل بواسطة تأثير البكتريا المعوية على طليعة الليجنان الموجودة في النباتات.

هذا دليل يدعم أهمية تناول أطعمة الحبوب الكاملة والخضار والفاكهة في منع حدوث العديد من الأمراض المزمنة والخطيرة والمسببة للوفاة.

5- β-غلوكان :

عبارة عن مجموعة من البوليميرات الخطية للغلوكوز مرتبطة مع بعضها بروابط β(1-4) والتي تشكل 70% وروابط β(1-3) والتي تشكل 30%.

يتواجد β-غلوكان بكثرة في جدر خلايا الحبوب كالقمح والشوفان والشعير، والتأثير الحيوي الرئيسي لـ β-غلوكان هو تخفيض مستوى الكولسترول في الدم والتحكم بسكر الدم وتحسين نظام المناعة، ربما يعود ذلك بسبب لزوجتها المرتفعة باعتبارها ألياف قابلة للذوبان, حيث تقوم بربط الكولسترول والأحماض الصفراوية وتسهل عملية إزالتها من الجسم وأكدت على ذلك إدارة الدواء والغذاءFAD حيث أظهرت أن استهلاك 3 gr يوميا من β-غلوكان أدى إلى تخفيض مستوى الكولسترول في الدم.

الدور الثاني لـβ-غلوكان كان في التحكم بنسبة السكر في الدم حيث قام بالحد من ارتفاع نسبة السكر بعد تناول الطعام، قد يعود ذلك إلى إطالة فترة تفريغ المعدة وبالتالي يسمح بامتصاص كمية السكر بشكل تدريجي وكذلك عن طريق زيادة حساسية الأنسجة للأنسولين.

6- الفيتوستيرول :

الستيرولات النباتية الشائعة التواجد في النباتات : ستيغماستيرول, كامب ستيرول, سيتوستيرول.

يتواجد الستيرول النباتي في البذور الزيتية والحبوب والمكسرات والبقوليات وهذا المركب ذو تأثير مخفض للكولسترول.

يتواجد الستيرول النباتي على هيئة مسحوق بلوري منحل بالدسم لذا يمكن دمجه بسهولة مع الأطعمة الدهنية كالمارجرين أو صلصات السلطة.

يقوم الفيتوستيرول بمنع امتصاص الكولسترول الغذائي والصفراوي من الأمعاء الدقيقة لأنه يمتلك قابلية ذوبان أفضل من الكولسترول في ميسيلات أملاح الصفراء في الأمعاء الدقيقة, فيحل محله ويعيق امتصاصه ويزيد الكمية المطروحة منه وهذه الآلية تتطلب استهلاك الفيتوستيرول في نفس وقت استهلاك الكولسترول.

وقد اقترح استهلاك كمية تتراوح بين 150mg- 400mg من الفيتوستيرول يومياً للأشخاص العاديين أما النباتيين فترتفع هذه الكمية إلى 500mg- 1 g .

ازدياد استهلاك الحبوب الكاملة يزيد كمية الفيتوستيرول التي نحصل عليها وبالتالي يخفض الكولسترول بشكل أكبر.

7- الليف الغذائي, الاينولين, النشاء المقاوم للهضم:

الألياف الغذائية من المكونات الهامة لأي نظام غذائي صحي، وتعرف على أنها مركبات من الخلايا النباتية مقاومة للهضم من قبل الأنزيمات الهاضمة في جسم الإنسان.

تعتبر الحبوب مصدر جيد لهذه الألياف كالسيللوز والهيميسيللوز والليجنين والاينولين والنشاء المقاوم وغيرها من المركبات والتي تتوزع في النخالة والأندوسبيرم النشوي للحبة.

استهلاك هذه الألياف أدى إلى تخفيض خطر الإصابة بالأمراض المزمنة كمرض القلب التاجي وبعض السرطانات وزيادة الوزن وداء السكري ومقاومة الأنسولين.

يعود هذا التأثير لمجموعة من الآليات الفسيولوجية كتغليف وإزالة الكولسترول، تغليف الأحماض الصفراوية، تعديل النشاط الهرموني، تحفيز نظام المناعة، تسهيل عبور السموم عبر القناة الهضمية، إنتاج أحماض دسمة قصيرة السلسلة في القولون، تسهيل مرور الفضلات، تخفيض محتوى السعرات الحرارية ومؤشر نسبة السكر بالدم، تحسين استجابة الأنسولين، مهاجمة الجذور الحرة.

يلعب الاينوليندور الـ prebiotic لتحفيز نمو البكتيريا الصحية والنافعة (probiotics) التي تدعم صحة القولون حيث يعتبر الغذاء المفضل لـprobiotics.

في دراسة أجريت لمعرفة تأثير الاينولين، لوحظ بأنه عند تناول g 15اينولين يومياً لمدة 15 يوم ازدادت نسبة البكتريا المفيدة في القولون المشكلة للفلورا (bifidobacteria) بمقدار 10% خلال هذه الفترة, وفي نفس الوقت انخفضت نسبة البكتيريا الممرضة مثل Clostridium perfringens و Escherichia coli.

تقوم bifidobacteria بهضم الاينولين وإنتاج أحماض دسمة قصيرة السلسلة كالبوربيونيك والبوتيريك والأسيتيك.

يعتبر كلاً من حمض البروبيونيك وحمض الأسيتيك مصادر طاقة للكبد أما حمض البيوتريك يعتبر كمانع لسرطان القولون, حيث يقوم بتحفيز نمو خلايا القولون الطبيعية ويوقف نمو الخلايا السرطانية.

تقوم الـ bifidobacteria بمنع نمو البكتيريا الضارة وتحفيز نظام المناعة وتسهيل امتصاص المعادن.

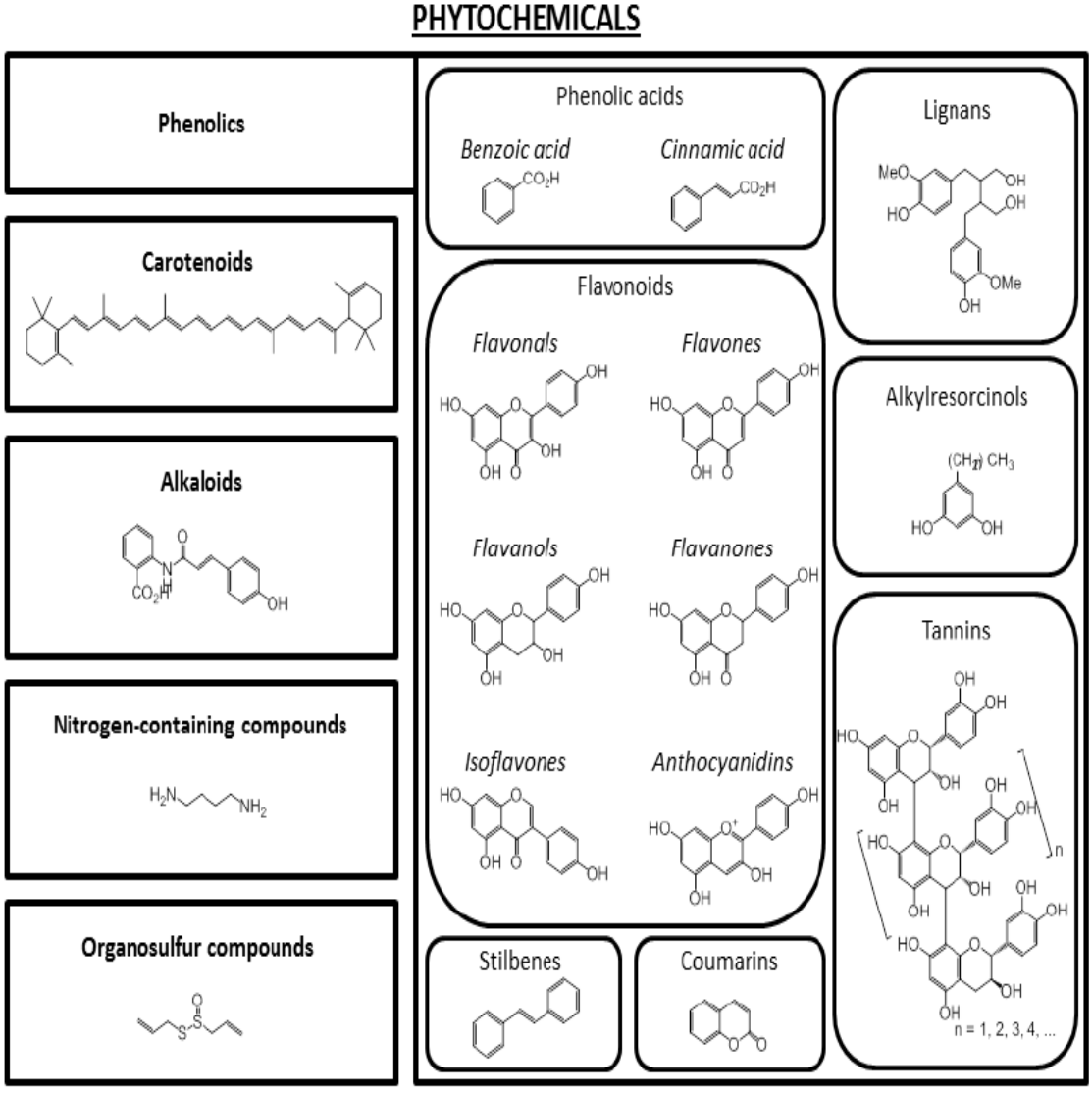
كما يسهل الاينولين امتصاص الكالسيوم والمغنيزيوم والحديد بسبب تشكيل الأحماض الدسمة قصيرة السلسلة.

الكالسيوم والمغنيزيوم مهمان لتنظيم النشاط الخلوي والتركيز المرتفع للكالسيوم يساعد على تشكيل الصفراء عديمة الانحلال أو أملاح الأحماض الدسمة وبالتالي ينخفض التأثير الضار للصفراء أو الأحماض الدسمة على خلايا القولون.

النشاء المقاوم هو النشاء الذي يقاوم الهضم المعوي ويعبر إلى الأمعاء الغليظة ليتخمر من قبل الأحياء الدقيقة في القولون.

تشمل الوظائف الفسيولوجية للنشاء المقاوم تحسين استجابة السكر في الدم وصحة القولون، تخفيض السعرات الحرارية المتناولة وتعديل استقلاب الدهون، حيث أثبت أن إضافة 5.4 % من النشاء المقاوم إلى النظام الغذائي أدى إلى زيادة أكسدة الدهون 23 % بالمقارنة مع الوجبات الخالية تماماً منه مما يؤدي إلى تخفيض تراكم الدهون على المدى الطويل.

يتم تخمير النشاء المقاوم من قبل الأحياء الدقيقة في القولون لإنتاج أحماض دسمة قصيرة السلسلة (اسيتات وبوتيرات وبروبيونات) لتعزيز الصحة الجيدة للقولون.



الشكل(8) الصيغ الكيميائية لمركبات phytochemicals

3-2-4- الأحماض الدسمة الغير مشبعة :

تحتوي حبوب القمح الكاملة على 3% مواد دسمة، حوالي 75 % من هذه النسبة عبارة عن أحماض دسمة غير مشبعة مؤلفة من كمية متساوية من حمض الأوليئيك واللينوليئيك وحوالي 2-1 % حمض اللينولينيك.

تقوم جميع هذه الأحماض بتخفيض الكولسترول وتعتبر مركبات هامة لصحة القلب.

نوعية الدهن المستهلك له أهمية كبيرة بالإضافة إلى كميته، إذا كانت الدهون المستهلكة مشبعة سوف ترتفع نسبة الكولسترول وLDL (الليبوبروتين منخفض الكثافة، ولكن مع استهلاك دهون غير مشبعة سوف تنخفض هذه النسب.

أظهرت الدراسات انخفاض نسبة الكولسترول نتيجة تأثير الدهون الموجودة في الحبوب أو منتجات النخالة.

4-2-4- Antinutrients :

تعرف Antinutrients بأنها مواد طبيعية أو اصطناعية تؤثر على امتصاص المواد الغذائية، وتتواجد Antinutrients في الحبوب الكاملة وتشمل مثبط البروتياز والاميلاز وهيموجلوتنينات وحمض الفيتيك والفينولات والتانينات.

لوحظ التأثير الإيجابي لمثبط البروتياز والفينولات وحمض الفيتيك والسابونين المخفض لخطر سرطانات القولون والثدي في الحيوانات، ولوحظ أيضا تأثير حمض الفيتيك والليسيتين ومثبط الاميلاز والفينولات والسابونين المخفض لجلوكوز البلازما والأنسولين وكولسترول البلازما.

4-3- بعض الأمراض المزمنة وتأثير الحبوب الكاملة عليها :

4-3-1- حركة الأمعاء الغليظة:

تعد الحبوب الكاملة مصدراً غنياً بالألياف والتي تقسم إلى ثلث قابل للذوبان والباقي غير قابل للذوبان.

القسم القابل للذوبان مرتبط بتخفيض الكولسترول وتحسين استجابة الغلوكوز، بينما القسم الغير قابل للذوبان ارتبط بتحسين عملية إخراج الفضلات، حيث تسرع حركة الفضلات في الأمعاء وتسهل خروجها وبالتالي تقلل من حدوث الإمساك.

هناك كمية من النشاء تكون مقاومة للهضم والامتصاص خلال عملية العبور وتلعب دوراً إيجابياً في عملية الطرح، والعوامل التي تحدد ما إذا كان النشاء مقاوم لعملية الهضم بشكل أساسي شكل الحبة أو البذور الحاوية على النشاء، حجم ونوع الحبيبة النشوية، ارتباط النشاء مع المكونات الغذائية الأخرى، طبخ وتحضير الطعام وخصوصاً الطبخ والتبريد .

بالإضافة إلى الألياف الغذائية والنشاء المقاوم، تحتوي الحبوب على كمية كبيرة من السكريات العديدة كالأينولين والتي يكون لها تأثير مشابه للنشاء المقاوم على الفضلات.

على الرغم من أن الأبحاث التي أجريت مباشرة على الحبوب الكاملة ووظيفة الأمعاء قليلة، إلا أنه أصبح من المعلوم أن الألياف الغذائية في الحبوب كالقمح تؤثر بشكل إيجابي على حركة الأمعاء والعبور وإخراج الفضلات.

2-3-4- داء السكري (type 2) :

يعزا ارتفاع نسبة الغلوكوز بالدم إلى سببين أساسين:

أولاً: كثرة تناول الأطعمة الغنية بالنشاء والسكريات الحرة والدهون التي تتحول بفعل الهضم إلى غلوكوز.

ثانياً: قلة تناول الأطعمة الغنية بالألياف التي تقوم بإطالة مدة بقاء الأغذية بالقناة الهضمية مما يزيد من نشاط هرمون الأنسولين وقدرة الكائنات الحية الدقيقة النافعة لعملية الهضم, إضافة إلى قلة المغنزيوم والمعادن المتواجدة بالنخالة والتي تساعد على إفراز هذا الهرمون واستدامة فاعليته.

أظهرت الدراسات انخفاض خطر الإصابة بداء السكري (type 2) عند تناول الحبوب الكاملة, من المعروف أن للحبوب الكاملة تأثير على استجابة الغلوكوز والأنسولين وذلك بسبب بطء هضمها.

من أجل توضيح العلاقة بين الحبوب الكاملة واستقلاب الأنسولين والغلوكوز لابد من معرفة أن مؤشر سكر الدم (GI) هو طريقة لقياس استجابة غلوكوز الدم لكمية عياريه من غذاء محدد.

يتأثر مؤشر سكر الدم بالعديد من العوامل الفسيولوجية وعوامل أخرى تشمل شكل الغذاء والطبخ وعمليات المعالجة ومحتوى الدهن في الغذاء ومحتوى الألياف في الغذاء.

يتأثر مؤشر سكر الدم بعد الأكل بشكل كبير بتركيب الغذاء، وأي عملية تسبب خلل في التركيب الطبيعي أو النباتي لمكونات الغذاء سيزيد غلوكوز البلازما.

تملك الحبوب الكاملة السليمة GI من 36 إلى 81.

أثناء استهلاك حمية منخفضة GI (=67) تحتوي على خبز الأرز والحبوب الكاملة السليمة وقمح مسلوق ومعكرونة وبقوليات لوحظ انخفاض مستوى الغلوكوز بالدم ونقص إفراز الأنسولين مقارنة مع الحمية المرتفعة GI (=90) الحاوية على خبز أبيض وبطاطس.

العديد من الدراسات أثبتت بأن الألياف التي تأتي من الحبوب تعمل على تخفيض الإصابة بمرض السكري(type 2) حيث أن تناولها بكميات كبيرة يخفض خطر الإصابة حوالي 30%، وأثبتت أيضاً أن استهلاك الخبز المصنوع من الحبوب الكاملة أعطى ارتفاع اقل في سكر الدم لدى المصابين بالسكري بالمقارنة مع الخبز الأبيض.

تعتبر الحبوب الكاملة مصدراً جيداً للمغنيزيوم والألياف الغذائية وفيتامين E التي تشارك في عملية استقلاب الأنسولين وتناول كمية عالية نسبيا من هذه المركبات الغذائية من الحبوب الكاملة تمنع مرض Hyperinsulinaemia.

3-3-4- السرطان :

توجد أدلة علمية قوية أن الحبوب الكاملة المستهلكة بكثرة تخفض خطر الإصابة بالسرطان، حيث أثبتت الدراسات أن أطعمة هذه الحبوب أدت إلى الحماية من العديد من السرطانات مثل سرطان المعدة والفم والحلق والجزء العلوي من الجهاز الهضمي وبطانة الرحم.

أفادت دراسات أخرى بوجود ارتباط مابين ارتفاع نسبة الأنسولين بالدم وزيادة خطر سرطان الثدي والقولون وربما أنواع أخرى من السرطانات، وبالتالي يعتبر تأثير الحبوب الكاملة في تخفيض مستوى الأنسولين بالدم وسيلة غير مباشرة في الحد من الإصابة بالسرطان.

يوجد عدة نظريات تفسر الآليات المحتملة والمسؤولة عن دور الحبوب الحماية من السرطان، أحدها يعتمد على دور الألياف التي تسرع خروج الفضلات من الأمعاء وتقل زمن العبور، كما أن الألياف تقوم بتمييع وربط الأحماض الصفراوية الثانوية والتي لها دور بتعزيز تكاثر الخلايا، وبالتالي زيادة حدوث الطفرات.

الآلية الأخرى المقترحة لتأثير الحبوب المخفض للسرطان هي توفيرها لعنصر السيلينيوم والذي يعتمد محتواه في الحبوب على محتواه في التربة التي تنمو فيها هذه الحبوب، حيث كشف الفحص السريري أن استهلاك Seμ200g خفض معدل الإصابة بالسرطان نحو 37% وقلت الوفيات بالسرطان حوالي 50 % بما في ذلك سرطان الرئة، البروستاتا، القولون والمستقيم.

تكمن وظيفة السيلينيوم في كونه عامل مساعد لأنزيم الغلوتاتيون بيروكسيداز، وهو الأنزيم الذي يحمي من تلف الأنسجة الناتج عن الأكسدة.

فيتامين E الموجود في الحبوب الكاملة يعتبر أيضا مانع للسرطان حيث يمارس تأثيره عن طريق منع تشكيل المواد المسرطنة.

تحتوي الحبوب الكاملة بالإضافة لهذه المركبات على مثبط البروتياز , حمض الفيتيك, الفينولات والسابونين التي تلعب دور مانع للسرطان بمنع تشكيل المواد المسرطنة وحجز المواد المسببة له بالخلايا.

الآليات الأخرى المرتبطة بتخفيض الحبوب الكاملة لخطر السرطان تشمل تأثيرها على حركة الغذاء في الأمعاء الغليظة, مضادات الأكسدة، إحداث تغييرات في مستويات السكر في الدم، فقدان الوزن، والتأثيرات الهرمونية، وتأثير العديد من المركبات النشطة بيولوجياً.

4-3-4- مرض الأوعية القلبية (CVD):

تعتبر أمراض الأوعية القلبية المسبب الأول للموت والعجز للرجال أو النساء، وهي من الأمراض الخطيرة المنتشرة الحدوث في وقتنا الحالي .

وبعد الدراسات الكثيرة التي أجريت في العديد من المناطق، تم استنتاج وجود ارتباط قوي بين تخفيض خطر الإصابة بهذه الأمراض واستهلاك الحبوب الكاملة الحاوية على الألياف، بينما وجد أن الألياف المنحلة من مصادر مختلفة كالبكتين ليس لها تأثير مخفض على أمراض القلب.

توجد في الحبوب مركبات أخرى كمضادات الأكسدة والليسيتين وحمض الفيتيك والمركبات الفينولية والسابونين ومثبط الأميلاز خفضت خطورة مرض القلب التاجي.

التأثير الوقائي للحبوب الكاملة ضد هذه الأمراض لا يعتمد على مكون واحد بل مجموعة مركبات متواجدة ضمنها.

بينت دراسة حول تأثير الحبوب المتناولة وأمراض القلب أن تناول الألياف بكميات كبيرة وخاصة من مصادر الحبوب يقلل من خطر أمراض القلب التاجية.

خفضت وجبات الحبوب الكاملة بشكل كبير الكولسترول في الدم والكولسترول LDL- وظيفة القولون المحسنة وجميع المؤشرات الحيوية لانخفاض مخاطر التعرض لمرض مزمن وتظهر أيضاً حماية ضد أمراض القلب المختلفة.

هناك العديد من النظريات حول كيفية تخفيض أغذية الحبوب الكاملة لأمراض القلب الوعائية، حيث أن الحبوب الكاملة غنية بمركبات مثل فيتامينE وتوكوترينولات التي تلعب دور هام في الوقاية من الأمراض ومن ضمنها أمراض القلب.

تحتوي الحبوب أيضاً الستيرول النباتي مثل سيتوستيرول التي تخفض الكولسترول، وهي أيضاً مصدر ممتاز للألياف الغذائية والنشاء المقاوم والسكريات العديدة القابلة للتخمر بفعل بكتيريا المعدة وتحتوي الحبوب أيضاً على أحماض دسمة قصيرة السلسلة مثل الأسيتات والبيوترات والبروبيونات والتي تعمل أيضا على تخفيض الكولسترول الذي يعتبر مسبب أساسي للإصابة بهذه الأمراض.

5-3-4- تراكم الدهون في الجسم وإمكانية الإصابة بالسمنة :

إن الخبز المصنع من دقيق منخفض الاستخراج غني بالنشاء والسكريات الحرة، لذلك يوفر طاقة زائدة عن حاجة الجسم خاصة إذا استهلكه الإنسان بكميات كبيرة، بينما يساعد الخبز المصنع من دقيق الحبة الكاملة على خفض الوزن لأنه يحتوي على نسبة أقل من السكريات ويحتوي على ألياف النخالة والتي تتشرب الماء بالمعدة وتنتفخ مما يؤدي إلى الشعور بالامتلاء والإحساس بالشبع.

تحسين مواصفات خبز الحبة الكاملة

تحسين مواصفات خبز الحبة الكاملة

5-1- مقدمة:

تزايد في السنوات الأخيرة الطلب على الخبز المصنع من القمح الكامل نظراً إلى قيمته الغذائية وفوائده الصحية, ولكن لوحظ أن حجم الرغيف الناتج أصغر بشكل واضح مما هو متوقع وهذه المشكلة أدت إلى ارتفاع تكاليف إنتاجه لأن الخبز في الدول الأوروبية وأمريكا يباع بالرغيف ذو حجم معين ولإنتاج خبز من دقيق القمح الكامل ذو حجم مشابه للخبز المنتج من الدقيق الأبيض يجب استخدام كمية أكبر من الدقيق مما يرفع التكلفة.

بينت الدراسات أن النخالة ترتبط مع كميات كبيرة نسبياً من الماء وتغير مظهر العجين وخصائصه، ولذلك فإن شبكة الغلوتين لا تتشكل بشكل مناسب، بالتالي إن تصنيع الخبز من دقيق القمح الكامل يواجه عدة تحديات مثل انخفاض كلٍ من حجم الرغيف واحتمالية التخمير، أيضاً تشكل لبابة غير طرية.

5-2- تأثير أنزيم الليبوأوكسجيناز على دقيق القمح الكامل:

قام الباحثون بعدة دراسات حول تحسين خصائص دقيق القمح الكامل, وفي هذا المجال بين الباحث C.S. LAI 1989 إمكانية الحصول على خبز من القمح الكامل بحجم رغيف مماثل للخبز الأبيض عن طريق السماح لليبوأوكسجيناز الموجود بالقمح أو المضاف (دقيق الصويا) بأكسدة الغلوتاتيون المتواجد في الجنين وعن طريق الامتصاصية المثلى وبما أن الليبوأوكسجيناز يحتاج إلى الأكسجين ليعمل فإنه يوجد مرحلة عجين بدون خميرة في عملية الإنتاج لأن الخميرة تستهلك الأكسجين.

وقد تبين أن إضافة كميات كبيرة من دقيق الصويا الحاوي على أنزيم الليبوأوكسجيناز يلغي الحاجة إلى مرحلة العجين بدون خميرة .

3-5- تأثير الأملاح على دقيق القمح الكامل:

توصل الباحثون إلى أن بعض الأملاح تحسن من حجم الرغيف, وأن الخميرة المضغوطة أفضل من الخميرة الجافة في الحفاظ على جودة الخبز.

فقد لوحظ أن إضافة بعض الأملاح بكميات كبيرة مثلاً :

$(2.5\%)NaCl$ أو $(0.5\%)Na_2HPO_4+(1.5\%)$ NaCl

أدى إلى تخفيض نشاط الخميرة ولكن أثر بشكل قليل على حجم الرغيف, كما أن الأملاح المضافة حسنت بشكل مهم إحصائياً خصائص التعامل مع العجين وقوته, كما أن شكل الأرغفة تحسن أيضاً, وبالتالي مع زيادة مدة الاستراحة فإن هذه الأملاح تحسن حجم رغيف القمح الكامل, يبين الجدول (6) نسب الأملاح المضافة.

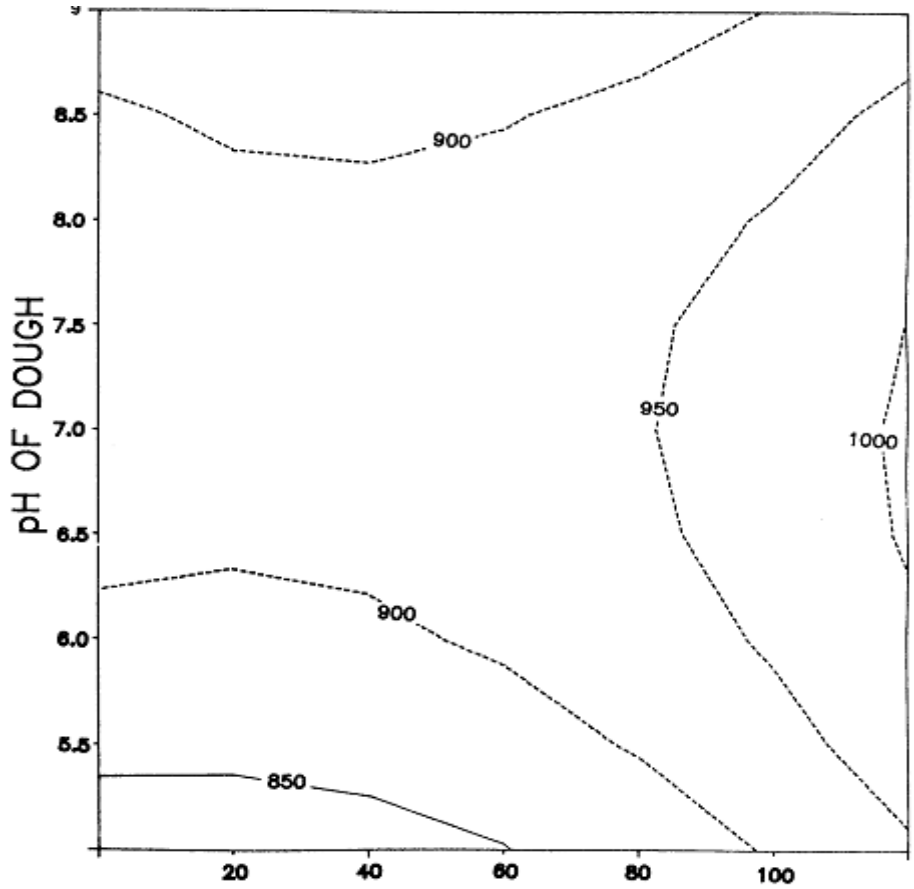
جدول 6 : تأثير الأملاح على حجم رغيف خبز من دقيق القمح الكامل

الملح المضاف	حجم الرغيف(cm^3)	الانحراف المعياري(cm^3)
Nacl 1.5%	840	5
Na_2PO_4 1.2%	921	21.7
1.4%سيترات الصوديوم	918	20.2

4-5- تأثير قيمة الـ pH على دقيق القمح الكامل:

دُرس تأثير الـpH على زمن الاستراحة المطلوب وقد تبين أنه بما أن فعالية الأنزيمات تتأثر بقيمة الـ pH, فإن ضبط الـ pH سوف يؤثر على زمن الاستراحة, وقد تبين أن زيادة الـpH أدت إلى زيادة قوة العجين وبما أن الـpH يؤثر على شحنة بروتينات الغلوتين فإنه سوف يؤثر على خصائص التعامل مع العجين, ولذلك فإن تأثير الـpH على حجم الرغيف قد يعزا إلى تأثيره على نشاط الليبوأوكسجيناز.

يلاحظ من الشكل (5) أن الـpH الأمثل هو مابين 8.3 – 6.4 .



شكل 5 : مخططات حجم الرغيف من علاقة زمن الاستراحة مع pH العجين

5-5- تأثير المواد الفعالة سطحياً على دقيق القمح الكامل:

تمت أبحاث حول تأثير إضافة المواد الفعالة سطحياً مثل SSL وبولي سوربات والليسيتين والمونوغليسريد بنسبة 0.5 % وقد تبين أنها تحسن من حجم الرغيف وكان SSL أفضلها, جدول (7) .

جدول7 : تأثير المواد الفعلة سطحياً على حجم رغيف خبز من دقيق القمح الكامل

المواد الفعالة سطحياً	حجم الرغيف (cm^3)	الانحراف المعياري (cm^3)
بدون	760	0
SSL	862	17.7
بولي سوربات	775	28.3
ايتوكسي مونوغليسريد	813	24.7
DATEM	853	20.2
مونوغليسريد	763	15.3
سوكسيناتيد مونوغليسريد	838	5.8
لسيتين	837	15.3

6-5- تأثير مركز عصير الإجاص على دقيق القمح الكامل:

درس بعض الباحثون إمكانية استخدام مركزات عصير الإجاص لتثبيط الفطور في منتجات الخبيز نظراً إلى محتواه العالي من حمض الماليك وآثار من حمض البنزوئيك وحمض الساليسيليك علاوة على أنه ملون ومحلي طبيعي.

فقد تم إنتاج خبز القمح الكامل وفق المكونات المبينة بالجدول (8) لدراسة تأثير عصير الإجاص المركز على نمو الفطور وخصائص الخبيز وخصائص المنتج النهائية.

جدول8 : وصفة تحضير خبز لدراسة تأثير مركز عصير الإجاص عليه

المكونات	الكمية, % بالنسبة للدقيق
دقيق القمح الكامل	100 %
ماء	65.6%
غلوتين الدقيق	2%
خميرة مضغوطة	5%
معادن غذاء للخميرة	0.5%
زيت الصويا	2.5%
سكر	8%
حمض الاسكوربيك	0.015%

تمت إضافة العصير بنسبة 6% و9% و12% مقارنة مع عجينة بدون إضافة وعجينة تحتوي0.125% بروبيونات الكالسيوم.

يلاحظ من الجدول (9) أن عصير الإجاص المركز يثبط نمو الفطور عند استخدامه بنسبة9% و 12%, حيث أن إضافة 9 % أدت إلى زيادة مدة التخزين 3 أيام إضافية بدون ظهور الفطور, واستخدام 12% يزيد مدة التخزين 1/2 –4 أيام وهذا يماثل تأثير بروبيونات الكالسيوم.

جدول9 : تأثير مركز عصير الإجاص على تثبيط الفطور وحجم رغيف خبز القمح الكامل

مركز عصير الإجاص %	سكروز %	حجم الرغيف cm^3	متوسط الأيام حتى تشكل العفن
بدون (الوصفة المذكورة في جدول 8)	8	1975	10
6%	4.37	2	10
9%	3.1	2	13.5
12%	1.46	2	14.5
بدون (0.0125%بروبيونات الكالسيوم)	8	1950	14.5

وبالنسبة لخصائص المنتج النهائي :

- النكهة: إن خبز القمح الكامل الحاوي 100% قمح كامل يميل إلى مذاق مر يمكن تخفيفه باستخدام عصير الإجاص المركز, حيث أنه عند إضافة 12% لم يضفي العصير نكهة الإجاص المميزة للمنتج.
- لون اللبابة والقشرة: يعطي عصير الإجاص المركز لون لبابة أغمق وأكثر لمعاناً.
- الطراوة: مع زيادة مستوى العصير المركز المضاف ظهرت الأرغفة أكثر طراوة ورطوبة.

- حجم الرغيف: كما هو موضح بالجدول (9) تتميز أرغفة الخبز المضاف لها عصير الإجاص المركز بحجم أكبر قليلاً من العينة المضاف لها بروبيونات الكالسيوم أو العينة التي لم يضاف لها شيء.

عادة ما يتطلب إنتاج الخبز الكامل إضافة غلوتين القمح أو محسنات مقوية للعجين مثل SSL وقد تبين إمكانية استخدام عصير الإجاص المركز كمقوي طبيعي للعجين بدلاً من هذه المضافات.

- زمن العجين: استخدام عصير الإجاص المركز12% أدى إلى تخفيض زمن العجن 0.5 min.
- زمن الاستراحة والتخمير: أدى استخدام عصير الإجاص المركز بنسبة 9% و 12% إلى زيادة زمن الاستراحة 5min وبالتالي يمكن للخباز زيادة كمية الخميرة قليلاً للحفاظ على زمن الاستراحة بدون زيادة.

لوحظ أنه على الرغم من الفوائد الغذائية المتعددة للدقيق الكامل, إلا أن تركيز بعض المكونات الغير مرغوبة مثل حمض الفيتيك أعلى مما هو عليه في الدقيق الأبيض.

تعمل الفيتات كأيونات مشحونة سلباً بشكل كبير في مجال واسع من الـ pH ولذلك فإن وجودها في الوجبة له تأثير سلبي على نسبة استفادة الجسم من الناحية الفسيولوجية للأيونات المعدنية ثنائية وثلاثية التكافؤ مثل:

Ca , Mg , Mn , Cu , Fe , Zn

يوجد عدة طرائق لتخفيض حمض الفيتيك بالخبز ومنها استخدام العجينة الحامضية, وقد نصح العديد من الباحثين باستخدام أنواع مختلفة من العجينة لتخفيض

حمض الفيتيك, وذلك لأن تشكل الحموض وبالتالي انخفاض pH عن طريق العجينة الحامضية يؤدي إلى زيادة تفكك حمض الفيتيك.

فعلى سبيل المثال بينت الدراسات أن خبز التفتون Taftoon والبربري Barbari المصنوعين بعجينة حامضية ذو محتوى من حمض فيتيك أقل بنسبة 8-10% من المصنوعين بالتخمر السائلي, وبالتالي إن زيادة محتوى الألياف الغذائية تترافق مع الرغبة بتقليل محتوى حمض الفيتيك وجودة عالية للمتذوق, وبالتالي زيادة استهلاك هذه المنتجات.

بينت الأبحاث أن طريقة العجينة الحامضية باستخدام بكتريا Lactobacillus plantarum يخفض من حمض الفيتيك بنسبة 76.5% ويعزا ذلك إلى ارتفاع نشاط الفيتاز في وسط الدقيق الكامل, حيث أن تشكل حمض اللاكتيك والسيتريك والأسيتيك وغيرها من الحموض خلال مرحلة التخمير يؤدي إلى زيادة امتصاصية المعادن وذلك نتيجة ارتباطها مع المعقدات بشكل قابل للذوبان وعدم تشكل المعقدات غير القابلة للذوبان.

بينما تؤدي العجينة الحامضية المصنعة باستخدام بكتريا Lactobacillus bulgaricus إلى زيادة حجم الخبز وأيضاً تحسين خصائص الخبز كالشكل ولون القشرة واللبابة والنكهة والطعم والقوام, حيث أن الأنزيمات المختلفة التي تنتجها بكتريا حمض اللبن مثل: الكسيلاناز وبيروكسيداز وغلوكواكسيداز تؤدي إلى تغير حجم الخبز وقوام اللبابة, وخليط محدد منهم يسبب تغير القدرة على حجز الغاز في العجين والمطاطية وزمن التخمير.

أظهرت الدراسات أن الخبز المصنع باستخدام عجينة حامضية يتميز بحجم نوعي أكبر من المحمض كيميائياً, ويمكن تفسير التأثير الإيجابي للعجينة الحامضية بعدة نقاط:

1- الحموضة الكافية تؤدي إلى زيادة قابلية الغلوتين للاحتفاظ بالغاز.

2- تراكم البنتوزان المنحل بالماء يؤدي إلى زيادة الحجم وذلك نتيجة تغير توزع الماء.

3- تشكل عديدات السكر خلال التخمير يؤدي إلى زيادة الحجم وتأخير البيات.

4- زيادة الفعالية الاستقلابية للخميرة والتي تؤدي إلى إنتاج أعلى من Co_2.

الفهرس

المقدمة ----------	1
التركيب التشريحي والكيميائي للقمح ----------	2
مقدمة	2
البنية التشريحية لحبة القمح	3
التركيب الكيميائي لحبة القمح	7
تأثير عملية الطحن على التركيب الكيميائي للدقيق ----------	8
تأثير طرائق الطحن على خصائص طحين كامل الحبة	17
الخصائص الفيزيوكيميائية	17
تركيب الأحماض الأمينية	17
المواد الدسمة	21
الحموض الدسمة	21
إنتاج دقيق كامل الحبة واستخداماته----------	23
تهيئة القمح لعملية الطحن	23
طرائق فصل الأجرام والشوائب	23
غسيل القمح	24
ترطيب القمح	25
مرحلة الطحن	26
استخدامات الدقيق كامل الحبة	30
ميزات دقيق كامل الحبة	31
سلبيات دقيق كامل الحبة	34
الفوائد الصحية لدقيق كامل الحبة----------	36
مقدمة	36
المركبات الحيوية الهامة الموجودة في الحبوب الكاملة	38

مضادات الأكسدة في الحبوب الكاملة 38
مركبات phytochemicals في الحبوب الكاملة 40
بعض الأمراض المزمنة وتأثير الحبوب الكاملة عليها 52
---------- 57

المراجع
الفهرس