مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 39 العدد 3 (2023): 121- 136

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 39 No.2 (2023): 121 - 136

دراسة الفعالية الأنزيمية لبولي فينول أوكسيداز في الخصائص الكيميائية والحسية للنودلز المنتجة من بعض أصناف القمح السوري القاسي

عيسى منصور[1]، أنطون طيفور[2]، ياسر قرحيلي[3]

[1] طالب دكتوراه في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[2] أستاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

[3] أستاذ مساعد في قسم تقانة الأغذية، كلية الهندسة التقنية، جامعة طرطوس.

الملخص:

تم إنتاج الدقيق من بعض أصناف القمح القاسي السوري (دوما1، شام 7، شام9، بحوث5، بحوث11) بنسب استخراج محددة (70%، 80%، 90%، 100%) ومن ثم تم تصنيع النودلز من هذا الدقيق، بعد ذلك تم تثبيط عمل أنزيم بولي فينول أوكسيداز عبر إضافة حمض الاسكوربيك إلى الدقيق وتمت إعادة تصنيع النودلز منه، وذلك بهدف دراسة تأثير نشاط هذا الأنزيم في بعض الخصائص الكيميائية والحسية لهذا المنتج، والوصول إلى تحديد الصنف الأمثل لتصنيع النودلز ونسبة الاستخراج الأمثل.

تبين أن تثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز يعطي نتائج أفضل للنودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة.

وقد بينت الدراسة أن نسبة الرطوبة ترتفع بارتفاع نسبة الاستخراج، وتنخفض بعد تثبيط أنزيم PPO، كما وأن تثبيط أنزيم PPO أثر إيجاباً في تقليل نسبة الفاقد من النودلز المطبوخة، وتقليل نسبة الدسم في النودلز المقلية الناتجة.

وقد أثر تثبيط أنزيم PPO بشكل معنوي في بعض الخصائص الحسية كالطعم واللون والحجم عند السلق.

أخيراً، تبين أن أفضل نودلز منتجة كانت عند نسبة استخراج 80%، وأنسب صنف تم تصنيع النودلز منه هو دوما 1.

تاريخ الايداع: 2022/3/27
تاريخ القبول: 2022/2/14

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

الكلمات المفتاحية: النودلز، PPO، دقيق القمح، نسبة الاستخراج،الخصائص الكيميائية والحسية للنودلز

Effect of polyphenol oxidase enzyme activity on chemical and sensory properties of noodles produced from some varieties of Syrian durum wheat

E.Mansour[1], Pro. A. Tayfor[2], Dr.Y. Karhylie[3]
[1]Ph.D. Candidate,Food Science Department, Agriculture Faculty.
[2]Professor, Food Science Department, Agriculture Faculty, Damascus University.
[3]Assistant Professor, Department of Food Technology, Faculty of Technical Engineering, Tartous University.

Abstract:

Flour was produced from some varieties of Syrian durum wheat (Douma 1, Sham 7, Sham 9, Bohouth 5, Bohouth11) with specific extraction rates (70%, 80%, 90%, 100%) and then noodles were made from this flour, after which it was discouraged the action of the polyphenol oxidase enzyme was by adding ascorbic acid to the flour and the noodles were re-manufactured from it, in order to study the effect of the activity of this enzyme on some chemical and sensory properties of this product, and to determine the optimal type for manufacturing noodles and the optimal extraction rate.

It was found that the inhibition of polyphenol oxidase enzyme gives better results for the noodles processed from the studied durum wheat cultivars.

The study showed that the moisture content increases with the increase in the extraction rate, and decreases after inhibiting the PPO enzyme, and the inhibition of the PPO enzyme has a positive effect in reducing the wastage percentage of cooked noodles, and reducing the percentage of fat in the resulting fried noodles.

Inhibition of PPO enzyme significantly affected some sensory characteristics such as taste, color and size when boiling.

Finally, it was found that the best produced noodles were at an extraction rate of 80%, and the most appropriate type of noodles was douma 1

Received: 27 /3/2022
Accepted: 14/8/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Key words: Noodles, PPO, Wheat Flour, Extraction Percentage, Chemical And Sensory Properties Of Noodles.

المقدمة:

يعتبر المظهر والنكهة والقوام والقيمة الغذائية من العوامل الرئيسية التي يأخذها المستهلك بعين الاعتبار عندما يختار غذاءه. إن المظهر – الذي هو متعلق حتماً باللون – هو من أولى العوامل التي يحكم من خلالها المستهلك على جودة الغذاء. قد يتأثر اللون بصبغات طبيعية مثل الكلوروفيل والكاروتينوئيدات والأنثوسيانينات، أو قد يتأثر بصبغات ناتجة عن تفاعلات أنزيمية وغير أنزيمية في آن معاً(Lamsal and Faubion 2009,1461). إن الاسمرار الأنزيمي هو واحد من أهم تفاعلات التلون التي تحدث للعديد من الفواكه والخضروات الطازجة والمجهزة، وكذلك المنتجات المصنعة من الحبوب بالإضافة إلى بعض المنتجات الحيوانية، ويلعب أنزيم بولي فينول أكسيداز الدور الأساسي فيه. إن هذا التغير في اللون هو أمر غير مرغوب فيه من قبل المستهلك، كما أنه يقلل من القيمة الغذائية للمنتجات(Yadav *et al*., 2010,143; Muchuweti *et al*., 2005,571; Sun *et al*., 2011,85).

تعد الحبوب أساس النظام الغذائي للإنسان، ومنها القمح الذي يعد من أهم المحاصيل، حيث أن المنتجات التي يتم تصنيعها من القمح عديدة، مثل الخبز والمعكرونة والنودلز.

ويعود تاريخ تصنيع النودلز من دقيق القمح في الصين إلى 4000 سنة قبل الميلاد(Lu *et al*., 2005,968).

وعادةً يتم تصنيعها من الدقيق(باختلاف مصادره قمح، أرز، ذرة....الخ) والماء والملح كمكونات أساسية عبر سلسلة من العمليات الإنتاجية كالخلط والرق والتقطيع الطولي والعرضي، ومن ثم يخضع هذا المُنتج إلى بعض العمليات الإضافية كالتجفيف الهوائي أو القلي أو السلق وذلك تبعاً لنوع النودلز الناتجة، كما تضاف له بعض المواد كالصموغ أو القلويات بهدف تحسين جودته أو إطالة مدة حفظه أو إعطائه بعض الصفات المُميزة.(Warrand *et al*., 2005,122; Hou and Kruc 1998,1122; Fu, 2008,889).

إن مصادر الاسمرار في النودلز مرتبطة بمجموعة من العوامل منهاالعناصر المعدنية، فارتفاع نسبة الرماد في المادة الأولية (دقيق) تؤدي إلى تغير لون المنتج نحو الدكانة (Kruger *et al*., 1996,356)، كما تلعب العوامل الوراثية دوراً في الاسمرار وهذا يتعلق بكمية الأصبغة التي تتركز في طبقات الأغلفة، حيث يحتوي قمح الديورم على ضعف كمية الأصبغة الموجودة في القمح السداسي (Tipples and Kilborn, 1974,232). كما أن توزع انزيم بوليفينول اوكسيداز ضمن أجزاء حبة القمح يختلف وفقا لمكان الزراعة وتبعاً لنوع وصنف القمح (Fuerst *et al*., 2008,3).

فمثلاً يحتوي القمح الأحمر على كمية أعلى من أنزيم PPO مقارنة بالقمح الأبيض (Park *et al*., 1997,8)

أيضاً نسبة الاستخراج تؤثر بشكل معنوي في رفع كل من نسبة الرماد والبروتين وكذلك تركيز ونشاط الأنزيمات (Kruger, 1996,356 ; Fiellet, 2000,12 ; Akond *et al*., 2010,187) وقد لوحظ أن أندوسبيرم حبة القمح غير الناضجة على فعالية عالية لأنزيم PPO، لكن مع نضوج الحبة تتناقص فعاليته في الاندوسبيرم ويزداد تركيزه في طبقات الأغلفة الخارجية (النخالة) (Rani *et al*., 2001,234; Honold and Stahmann, 1968,100)

وهناك عدة طرائق للسيطرة على أنزيم البولي فينول أوكسيداز مثل تعديل درجة الحموضة، استبعاد الأوكسجين، الحرارة، إضافة مركب بي سلفات الصوديوم، ومركبات الثيول، تعطيل kcat، استخدام مثبطات تنافسية، وعن طريق إضافة كل من السيستيئين وحمض الأسكوربيك (Osuga *et al*., 1994).

إن العوامل التي تم ذكرها سابقاً وخاصة تأثير أنزيم PPO في اسمرار النودلز وعلى مواصفاتها الفيزيوكيميائية والتصنيعية، هو ما تم التركيز على دراسته بشكل معمق في هذا البحث.

مواد البحث وطرائقه:

1- مواد البحث:

تمَّ اختيار عدة أصناف من القمح القاسي السوري (دوما1، شام7، شام9، بحوث5 وبحوث 11)، تمَّ تنظيف عينات القمح من الشوائب والأجرام باستخدام منخلين الأول قطر فتحاته 2×20 مم والثاني قطر فتحاته 1×20 مم.تمَّ ترطيب حبوب أصناف القمح القاسية إلى درجة رطوبة 16.5% لمدة 36 ساعة بدرجة حرارة الغرفة 19 مْ ورطوبة جوية 70%، حيث تحسب كمية الماء المضاف حسب طريقة AACC رقم 95-26 (AACC., 2000). طُحِّنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender حسب AACC رقم 50-26 (AACC., 2000). لإنتاج عدة أنواع دقيق بنسب استخراج مختلفة، حيث تمَّ اعتماد أربع نسب استخراج وهي (70%، 80%، 90% و100%).

والطريقة المعتمدة في هذا البحث هي النودلز المقلية سريعة التحضير وذلك حسب (Hou and Kruk., 1998)

2- الاختبارات الكيميائية للدقيق المستخدم:

1 - النسبة المئوية للبروتين: AACC رقم 10-46 (AACC., 2000).

2 -النسبة المئوية للغلوتين الرطب: AACC رقم A12- 38 (AACC., 2000).

3- الاختبارات الكيميائية والحسية للنودلز:

1 - النسبة المئوية للرطوبة: AACC رقم A15-44 (AACC., 2000).

2 - الدسم% (Total Fat): تم اعتماد تجربة سوكسليت (Godon and Loisel., 1984 ,34)

3 - الفاقد % Loss: حسب (لجنة المواصفات والمقاييس السورية رقم 1998 / 315).

لقد تمَّ أيضا تقييم المنتج بالاعتماد على الطريقة الحسّية المُتبعة في تقييم النودلز الجاهزة المقلية الصينية (Hou and Kruc 1998,5)، وتم إعطاء مجموعة من الدرجات لكل صفة تقييم حسي (من 1 إلى 5) أثناء تحضيرها، حيث تم تقييم هذه الصفات عبر الاستبيان من قبل 20 شخص (Reference number ISO8587, 2006) لكل من النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة قبل وبعد تثبيط أنزيم PPO.

4- تثبيط أنزيم PPO وإعادة الاختبارات الكيميائية والحسية للنودلز:

من أجل دراسة مدى تأثير النشاط الأنزيمي في عملية الاسمرار تم العمل على تثبيط نشاط PPO، وذلك بهدف دراسة التغيرات الحاصلة في الخصائص الكيميائية والحسية للنودلز الناتجة.

وقد تم اعتماد حمض الأسكوربيك في هذا العمل من أجل تثبيط هذا الأنزيم، وتمت إضافته إلى دقيق القمح بتركيز60ppm (60 ملغ حمض أسكوربيك/1كغ قمح) (Al- Senaidy and Ismael.,2011,295; Feillier, 2000,16)

5- التحليل الإحصائي:

أجريت جميع الاختبارات بثلاثة مكررات وسجلت النتائج كمتوسطات. أجري اختبار تحليل التباين ANOVA ثم تبع باختبار LDS لتحديد الفروق المعنوية بين المتوسطات على مستوى ثقة ($p \leq 0.05$) باستخدام البرنامج الاحصائي Minitab 14.

النتائج والمناقشة:

1- من الناحية الكيميائية:

تم تقدير كل من البروتين والغلوتين الرطب كنسبة مئوية في الدقيق المنتج من أصناف القمح القاسي المدروسة.

كما تم تقدير الرطوبة والدسم والفاقد في كل عينات النودلز الناتجة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز.

تم تحديد النسبة المئوية للبروتين والغلوتين الرطب في الدقيق الناتج من أصناف القمح القاسي المدروسة نتيجةً لأهمية هذين الاختبارين في تفسير نتائج الاختبارات الكيميائية والحسية للنودلز الناتجة، ويبين الجدول (1) أن الصنف دوما 1 حاوي على أعلى نسبة من البروتين والغلوتين الرطب.

الجدول(1): النسبة المئوية للبروتين والغلوتين الرطب في الدقيق من أصناف القمح القاسي المدروسة

العينة	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD
% للبروتين	12.93	12.51	11.41	11.2	12.62	0.07
% غلوتين رطب	32.2	28.3	28.87	27.79	29.99	0.08

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي أن نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي ارتفعت بشكل تدريجي مع ارتفاع نسبة الاستخراج للدقيق.

الجدول(2): تغير نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD^b
%70	6.5	6.9	6.95	7.14	6.7	0.028
%80	6.6	7.31	7.43	7.68	7.01	
%90	7.2	7.74	8.03	8.26	7.53	
%100	7.8	8.58	8.79	9.14	8.11	
LSD^a	0.03					$0.063 = LSD^{a*b}$

حيث أن:

LSD^a: تشير في الدلالة على وجود فروق معنوية بين عينات دقيق القمح المدروسة عند نفس نسبة الاستخراج.

LSD^b: تشير في الدلالة على وجود فروق معنوية بين عينات الدقيق التابعة لنفس الصنف، بتغيّر نسبة الاستخراج.

LSDa*b: تشير في الدلالة على وجود فروق معنوية بين كل عينات الدقيق المدروسة.

تم ترطيب عينات القمح قبل عملية الطحن حتى رطوبة 16.5% وذلك من أجل تسهيل عملية الطحن، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في النخالة(Kerhaili and Marouf, 2014,33)، وهذا يفسر ارتفاع نسبة الرطوبة تدريجياً مع ارتفاع نسبة الاستخراج، وقد بين دراسات سابقة انخفاض نسبة الرطوبة بارتفاع نسبة الاستخراج في حال عدم ترطيب عينات القمح قبل الطحن نتيجة احتواء الأندوسبيرم على النسبة الأعلى من الرطوبة. (Majzoobi *et al.*, 2013,115). وكانت النودلز المصنعة من الصنف دوما 1 هي الأقل رطوبة نتيجة احتوائه على أعلى نسبة من الغلوتين الأمر الذي حسن الشبكة الغلوتينية وأتاح تبخر الماء بصورة أفضل عند القلي(Hou, 2001,143).

يوضح الجدول (3) انخفاض نسبة الرطوبة في عينات النودلز المصنعة من دقيق القمح القاسي بعد تثبيط أنزيم PPO.

الجدول(3): تغير نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط أنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD [b]
%70	6.11	6.54	6.34	6.72	6.24	0.025
%80	6.28	6.88	6.92	7.13	6.43	
%90	6.98	7.19	7.61	7.95	7.09	
%100	7.59	8.32	8.51	8.89	7.86	
LSD [a]	0.028					0.056 =LSD[a*b]

عند تثبيط أنزيم ppo ومنع حدوث تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات أدى ذلك إلى الحفاظ على الأحماض الأمينية وإيقاف التغييرات في الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية الأمر الذي ساهم في تحسن نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية (Matheis and Whitaker, 1984,13; Yoruk and Marshall, 2003,362)، مما ساعد على تبخر الماء من النودلز بصورة أفضل بعد تثبيط أنزيم PPO.

يوضح الجدول (4) تغير نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج حيث أنه نتيجة احتواء القشور على على 12.5% من مجمل بروتينات القمح(Fiellet, 2000,12)، فقد ساهم ذلك بارتفاع نسبة البروتين مع ارتفاع نسبة الاستخراج، وقد بين Wu *et al*., 2006 أن نسبة الدسم تتناسب عكساً مع نسبة البروتين في النودلز الجاهزة المقلية، وهذا يوضح انخفاض نسبة الدسم بارتفاع نسبة الاستخراج.

الجدول(4): تغير نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD [b]
%70	12.68	13.21	13.63	13.89	12.93	0.021
%80	12.23	12.76	13.19	13.41	12.47	
%90	11.88	12.31	12.67	12.91	12.03	
%100	11.59	11.98	12.32	12.56	11.86	
LSD [a]	0.024					0.048 =LSD[a*b]

يبين الجدول (5) تأثير تثبيط أنزيم PPO على نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

الجدول(5): تغير نسبة الدسم على النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط أنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD [b]
%70	11.99	12.59	12.92	13.22	12.28	0.02
%80	11.73	12.08	12.71	12.81	11.79	
%90	11.24	11.7	11.94	12.43	11.42	
%100	11.03	11.31	11.75	11.99	11.15	
LSD [a]	0.022					0.045 =LSD[a*b]

نتيجة تثبيط أنزيم PPO وإرجاع مركبات الكوينون وتحطيم السلسلة المؤدية لحدوث الاسمرار الأنزيمي، أدى ذلك إلى منع استهلاك الأحماض الأمينية في هذه العملية وبالتالي فإن نسبة البروتين كانت أعلى بعد تثبيط الأنزيم مما يؤثر بشكل عكسي على نسبة الدسم في النودلز المصنعة (Matheis and Whitaker, 1984,13; Yoruk and Marshall, 2003,362; Wu, *et al.*, 2006,118)

يُبيّن الجدول (6) تأثير نسبة الاستخراج على الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة.

الجدول(6): تغير نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة ، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD [b]
%70	7.3	8.51	8.84	9.75	7.76	0.02
%80	7.29	8.53	8.89	9.73	7.78	
%90	8.82	9.94	10.02	10.53	9.12	
%100	11.12	12.69	12.86	13.49	11.53	
LSD [a]	0.023					0.046 =LSD[a*b]

لقد ازداد الفاقد تدريجياً وبشكل معنوي مع ارتفاع نسبة الاستخراج ، فعلى الرغم من ارتفاع نسبة البروتين بارتفاع نسب الاستخراج إلا أن جودة الغلوتين تنخفض (Milani, 2018,261)،حيث تزداد كمية الألياف في الدقيق بارتفاع نسبة الاستخراج(Inas, 2020,1122) الأمر الذي أثر سلباً على الشبكة الغلوتينية مما ساعد على ازدياد فاقد الطبخ.

يُبيّن الجدول (7) تأثير نسبة الاستخراج على الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة بعد تثبيط أنزيم PPO.

الجدول(7): تغير نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة ، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط أنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD [b]
%70	6.64	7.93	8.29	9.28	7.01	0.021
%80	6.62	7.9	8.27	9.25	6.98	
%90	8.36	9.41	9.67	10.16	8.86	
%100	10.98	12.23	12.39	12.98	11.13	
LSD [a]	0.024					0.048 =LSD[a*b]

بعد تثبيط أنزيم PPO وتحسن الشبكة الغلوتينية (Yoruk and Marshall, 2003,362) انخفضت قيم الفاقد في النودلز بعد الطبخ ولكنها بقيت مرتفعة عند نسب الاستخراج 90% و100%.

2- التقييم الحسي:

تم تقييم المُنتج (النودلز) بالاعتماد على الطريقة الحسّية المُتبعة في تقييم النودلز الجاهزة المقلية الصينية، حيث تم إجراء التقييم الحسي للنودلز خلال مراحل التصنيع وبعد السلق وأثناء التذوق عبر دراسة مجموعة من الخصائص الحسية كاللون والحجم والطعم، قبل وبعد تثبيط أنزيم PPO ، وتبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

2-1 اللون:

إن أنزيم بولي فينول أوكسيداز يعتبر من مؤشرات الجودة في القمح (Fuerst *et al*., 2006,11) وهو أنزيم مؤكسد موجود أساساً في نخالة القمح، ونشاط هذا الأنزيم يلعب دوراً أساسياً في تشكل صبغة الميلانين ذات اللون البني في القمح الخام ومنتجات عجين القمح (Beecher *et al*., 2012,1464; Beecher and Skinner, 2011,372; Akond *et al*.,2010,187) ويؤدي إلى زيادة دكانة اللون، حيث أن الجدول (8) يبين نتائج التحليل الإحصائي لنتائج التقييم الحسي للون النودلز الجاهزة المقلية المصنعة من دقيق القمح القاسي.

الجدول (8): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	20	3.9500	B
Doma (1), 80%	20	4.8500	A
Doma (1), 90%	20	4.7500	A
Doma (1), 100%	20	4.0000	B
Cham (7),70%	20	3.2000	C
Cham (7),80%	20	4.5500	AB
Cham (7),90%	20	4.8500	A
Cham (7),100%	20	4.7500	A
Cham (9),70%	20	3.1000	C
Cham (9),80%	20	4.8000	A
Cham (9),90%	20	4.8500	A
Cham (9),100%	20	4.4500	AB
Bohoth(5) 70%	20	3.1000	C
Bohoth(5) 80%	20	4.8500	A
Bohoth(5) 90%	20	4.9000	A
Bohoth(5) 100%	20	4.4500	AB
Bohoth(11) 70%	20	3.1500	C
Bohoth(11) 80%	20	4.8000	A
Bohoth(11) 90%	20	4.8500	A
Bohoth(11) 100%	20	4.5500	AB

حيث:

Treatment: يدل على العينة المدروسة، **N:** يدل على عدد المكررات (المتذوقين)، **Mean**: يدل على متوسط نتيجة المكررات، **Grouping:** يدل على رمز المجموعة والدرجة الممنوحة لها، **الرمز(A) يدل** أن العينة صاحبة هذا الرمز هي العينة ذات درجة التقييم الأعلى، يليه B، ثم C، ثم D .

تبين من الجدول (8) أن اللون كان أفضل عند نسب الاستخراج 80% و90%، حيث أنه عند نسبة الاستخراج 70% كانت الدرجة اللونية منخفضة والنودلز النتاجة فاتحة جداً، ولم تظهر صفة اللون المرغوبة، نتيجة انخفاض نسبة الاصبغة المؤدية إلى تلون الدقيق فهي تتركز في النخالة. (Tipples and Kilborn, 1974,232).

يوضح الجدول (9) التحليل الإحصائي الخاص باللون في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي السوري بتأثير تغير نسبة الاستخراج وبعد تبيط أنزيم ppo.

الجدول (9): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط أنزيمppo.

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	**20**	3.3000	**C**
Doma (1), 80%	**20**	4.7500	**A**
Doma (1), 90%	**20**	4.8500	**A**
Doma (1), 100%	**20**	4.4500	**AB**
Cham (7),70%	**20**	3.1500	**C**
Cham (7),80%	**20**	3.9000	**B**
Cham (7),90%	**20**	4.8500	**A**
Cham (7),100%	**20**	4.7500	**A**
Cham (9),70%	**20**	3.0500	**C**
Cham (9),80%	**20**	4.0000	**B**
Cham (9),90%	**20**	4.8500	**A**
Cham (9),100%	**20**	4.7500	**A**
Bohoth(5) 70%	**20**	3.0000	**C**
Bohoth(5) 80%	**20**	3.9500	**B**
Bohoth(5) 90%	**20**	4.8500	**A**
Bohoth(5) 100%	**20**	4.7500	**A**
Bohoth(11) 70%	**20**	2.9500	**C**
Bohoth(11) 80%	**20**	4.4500	**AB**
Bohoth(11) 90%	**20**	4.8000	**A**
Bohoth(11) 100%	**20**	4.7000	**A**

إن تثبيط عمل أنزيم PPO أدى إلى تقليل تشكل مركبات الاسمرار في الدقيق المستخدم لتصنيع النودلز(Beecher *et al*., 2012)، مما أدى إلى إعطاء نودلز ذات لون فاتح جداً عند نسب الاستخراج المنخفضة، وكان اللون أفضل مايمكن عند نسب الاستخراج 90% و100%.

2-2 الحجم بعد السلق:

يبين الجدول (10) أن الحجم خيوط النودلز المصنعة أصناف القمح القاسي المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج كان متدنياً عند نسب الاستخراج المرتفعة 90% و100%.

الجدول (10): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج .

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	**20**	4.7500	**A**
Doma (1), 80%	**20**	4.7500	**A**
Doma (1), 90%	**20**	4.0000	**B**
Doma (1), 100%	**20**	3.0500	**C**
Cham (7),70%	**20**	4.0500	**B**
Cham (7),80%	**20**	4.1500	**B**
Cham (7),90%	**20**	2.8500	**C**
Cham (7),100%	**20**	2.4500	**CD**
Cham (9),70%	**20**	4.2000	**B**
Cham (9),80%	**20**	4.0000	**B**
Cham (9),90%	**20**	2.9500	**C**
Cham (9),100%	**20**	2.4500	**CD**
Bohoth(5) 70%	**20**	3.8500	**B**
Bohoth(5) 80%	**20**	3.9000	**B**
Bohoth(5) 90%	**20**	2.7000	**C**
Bohoth(5) 100%	**20**	2.5500	**CD**
Bohoth(11) 70%	**20**	4.6000	**AB**
Bohoth(11) 80%	**20**	4.5500	**AB**
Bohoth(11) 90%	**20**	3.4500	**BC**
Bohoth(11) 100%	**20**	2.8000	**C**

إن ارتفاع نسبة الألياف عند نسب الاستخراج المرتفعة 90% و 100% أدى إلى تراجع الشبكة الغلوتينة(Inas, 2020,1122)، وبالتالي عدم قدرة خيوط النودلز الناتجة على الاحتفاظ بالماء. فقد انخفضت الثباتية وازداد الفاقد كما هو موضح في الجدول(6) مما أدى إلى تدني مظهر وحجم الخيوط الناتجة (Hou, 2001,143). وكان الحجم الأفضل في الصنف دوما 1 لاحتوائه على أعلى نسبة من الغلوتين كما هو موضح في الجدول(1).

يُظهر الجدول (11) حجم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط أنزيم PPO ، حيث تبين وجود انخفاض تدريجي في صفة الحجم بعد السلق، مع ارتفاع نسبة الاستخراج، إلا أن هذه الصفة كانت أفضل بعد تثبيط أنزيم PPO في مجمل العينات المدروسة.

الجدول (11): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط أنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	20	4.9000	A
Doma (1), 80%	20	4.9500	A
Doma (1), 90%	20	4.4500	AB
Doma (1), 100%	20	3.8500	B
Cham (7),70%	20	4.3500	AB
Cham (7),80%	20	4.4500	AB
Cham (7),90%	20	3.3500	BC
Cham (7),100%	20	2.7500	C
Cham (9),70%	20	4.4000	AB
Cham (9),80%	20	4.5000	AB
Cham (9),90%	20	3.3500	BC
Cham (9),100%	20	2.7500	C
Bohoth(5) 70%	20	4.5500	AB
Bohoth(5) 80%	20	4.4500	AB
Bohoth(5) 90%	20	3.4000	BC
Bohoth(5) 100%	20	2.8000	C
Bohoth(11) 70%	20	7.7500	A
Bohoth(11) 80%	20	4.8500	A
Bohoth(11) 90%	20	3.9000	B
Bohoth(11) 100%	20	3.3500	BC

بعد تثبيط أنزيم PPO وتحسن الشبكة الغلوتينية نتيجة عدم تخرب الأحماض الأمينية.(Yoruk and Marshall, 2003,362) ، أدى ذلك إلى تقليل الفاقد وزيادة الثباتية مما ساهم في تحسن حجم خيوط النودلز (Hou, 2001,143)

2-3 الطعم أو التذوق:

يبين الجدول (12) التحليل الإحصائي الخاص بطعم النودلز الناتجة من أصناف القمح القاسي السورس المدروسة، بتأثير تغير نسبة الاستخراج.

الجدول (12): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصنافالقمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	20	4.7000	A
Doma (1), 80%	20	4.7500	A
Doma (1), 90%	20	3.8000	B
Doma (1), 100%	20	3.0500	C
Cham (7),70%	20	4.1500	B
Cham (7),80%	20	3.9000	B
Cham (7),90%	20	2.8000	C
Cham (7),100%	20	2.4500	CD
Cham (9),70%	20	4.1500	B
Cham (9),80%	20	4.1000	B
Cham (9),90%	20	2.9000	C
Cham (9),100%	20	2.5500	CD
Bohoth(5) 70%	20	3.8500	B
Bohoth(5) 80%	20	3.9000	B
Bohoth(5) 90%	20	2.7000	C
Bohoth(5) 100%	20	2.5500	CD
Bohoth(11) 70%	20	4.6000	AB
Bohoth(11) 80%	20	4.5000	AB
Bohoth(11) 90%	20	3.7500	B
Bohoth(11) 100%	20	2.8500	C

يوضح الجدول (12) تراجع طعم النودلز الناتجة بارتفاع نسبة الاستخراج، نتيجة ارتفاع نسبة النخالة في الدقيق المستخدم والتي تسببت بالطعم غير المرغوب.

يبين الجدول (13) التحليل الإحصائي الخاص بطعم النودلز الناتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة بعد تثبيط أنزيم PPO ، بتأثير تغير نسبة الاستخراج.

الجدول (13): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة بعد تثبيط أنزيم PPO تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Doma (1) ,70%	20	4.9000	A
Doma (1), 80%	20	4.9000	A
Doma (1), 90%	20	4.4000	AB
Doma (1), 100%	20	3.4500	BC
Cham (7),70%	20	4.5500	AB
Cham (7),80%	20	4.4500	AB
Cham (7),90%	20	2.8000	B
Cham (7),100%	20	2.7500	C
Cham (9),70%	20	4.4000	AB
Cham (9),80%	20	4.4500	AB
Cham (9),90%	20	3.9500	B
Cham (9),100%	20	2.7000	C
Bohoth(5) 70%	20	4.5000	AB
Bohoth(5) 80%	20	4.6000	AB
Bohoth(5) 90%	20	3.9000	B
Bohoth(5) 100%	20	2.8000	C
Bohoth(11) 70%	20	4.7500	A
Bohoth(11) 80%	20	4.8500	A
Bohoth(11) 90%	20	4.5000	AB
Bohoth(11) 100%	20	3.0000	C

التحسن في الطعم كان بسيطاً، وذلك لأن نسب النخالة هي ذاتها بعد تثبيط الأنزيم.

وإنما يعود هذا التحسن البسيط إلى تحسن حجم خيوط النودلز كما بين الجدول (11)، وانخفاض نسبة الفاقد بعد تثبيط PPO كما بين الجدول (7) مما أعطى حالة مضغ أفضل وقوام أفضل في الفم للنودلز المطبوخة.

الاستنتاجات:

1. اختلاف فعالية أنزيم بولي فينول أوكسيداز وفقاً لاختلاف نسب استخراج دقيق القمح القاسي المستخدم ، الأمر الذي انعكس بشكل مباشر على لون النودلز الناتجة، وقد كانت نسب الاستخراج الأفضل من حيث إعطاء النودلز صفة اللون المرغوبة هي عند 80% و90% وذلك بالنسبة لمعظم العينات.
2. عند تثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز من خلال إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق المستخدم في تصنيع النودلز توقف تشكّل مركبات الاسمرار وأصبح الدقيق أكثر ابيضاضاً، وبقي الصنف دوما 1 هو الأفضل عند نسبة الاستخراج 80%.
3. تميزت عينات النودلز الناتجة بعد تثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز ببعض الخصائص الإيجابية بدرجة أكبر من نفس العينات التي لم يتم تثبيط الأنزيم ذاته فيها، ومن هذه الخصائص (انخفاض نسبة الرطوبة ، انخفاض نسبة الدسم، انخفاض فاقد الطبخ).

4. أظهر الصنف دوما 1 أفضلية واضحة على بقية الأصناف المدروسة في العديد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية (اللون، الحجم بعد السلق، الطعم عند التذوق، نسبة الدسم، فاقد الطبخ).

التوصيات:

✓ إجراء دراسة مقارنة بين منتجات الطحن لكل من أصناف القمح القاسي والقمح الطري في مدى ملاءمتها لتصنيع النودلز والتحري عن هذه الفروقات الممكن حدوثها من خلال دراسة نشاط أنزيم بولي فينول أوكسيداز.

✓ دراسة تأثير إضافة مثبطات لنشاط أنزيم بولي فينول أوكسيداز مثل حمض الأسكوربيك والسيستيئين على مجمل الخصائص الريولوجية والفيزيائية والكيميائية للدقيق المستخدم في تصنيع النودلز بنوعيه القاسي والطري السوريين.

✓ دراسة تأثير إضافة المثبطات السابقة على مجمل الخصائص الحسية للنودلز الناتجة والمصنعة من القمح القاسي والطري السوريين.

معلومات التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

المراجع (References):

1. **لجنة المواصفات والمقاييس السورية** رقم (1998 / 315).
2. AACC.(2000)**. Approved Methods of the AACC**, 10th edn. Methods 55-10, 38-12A, 08-01, 26-95, 26-5 0, 54-21, 30-10, 54-10, 44-15A, 46-10, 70-56, 66-41, 66-50. St Paul, MN. AACC
3. Al-Senaidy, A. M., & Ismael, M. A. (2011). **Purification and characterization of membranebound peroxidase from date palm leaves (Phoenix dactylifera L.).**Saudi journal of biological sciences. 18(3). 293-298.
4. Akond. M., Khandaker L., Hossain. G. K ., Furuta Y.(2010).**Total Polyphenol, Polyphenol Oxidase,** Antioxidant Activity and Color Profiles of Some Wheat Varieties fromBangladesh Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(2). 186-190.
5. Beecher.B.S., Carter, A.H., See. D.R. (2012).**Genetic mapping of new seed-expressed polyphenol oxidase genes in wheat (Triticumaestivum L.)**TheorAppl Gene. 124, 1463–1473
6. Beecher. B., Skinner. Z.D.(2011).**Molecular cloning and expression analysis of multiple polyphenol oxidase genes in developing wheat (Triticumaestivum) kernels**. Journal of Cereal Science. 53(3). 371-378.
7. Bui.L.T.T; Small.D.M, (2007)**. The contribution of Asian noodles to dietary thiamine intakes: A study of commercial dried products** Australia. Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 20, N.7 , 575-583
8. FIELLET، P(2000).**LE GRAIN DE BLE**. Techniques et Documentations, lavoisier, paris, , 11-39.
9. FU.B.X.(2008),**Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing**. Food Research International. Vol. 41, N.9 , 888-902
10. Fuerst, E.P., Anderson, J.V., Morris, C.F. (2006). **Polyphenol Oxidase in Wheat Grain: Whole Kernel and Bran Assays for Total and Soluble Activity**. Cereal chemistry.83.(1). 10-16.
11. Fuerst, E. P. Xu, S. S., Beecher, B. , (2008), **Genetic characterization of kernel polyphenol oxidases in wheat and related species**, Journal of Cereal Science, 1-10
12. GODON،B.؛ LOISEL(1984), **W.Guide pratique d'analyses dans les industries des Cereales**. Techniques et Documentations, Lavoisier, paris, Pages 32-55.
13. Honold, G. R. and Stahmann, M. A., (1968), **The oxidation-reduction enzymes of wheat. IV. Qualitative and quantitative investigation of the oxidases**, Cereal Chemistry 45. 99–108.
14. Hou, G. Q;(2001), **Oriental noodles**USA. Advances in Food and Nutrition Research, Vol.43, 141- 193.
15. HOU.G; KRUK.M, (1998),**Asian noodle technology** USA, Technical Bulletin, American Institute of Baking, Vol 20, N.12 , 1-10
16. Inas, A. (2020). T*he* **effect of changing the milling extraction rate on the flour properties**. Technology Reports of Kansai University, 62: 1121-1129
17. Kerhaili. Y. and Marouf, N. (2014). **Identifying the factors influencing fiber and protein in the produced bread in the Coastal Region**. Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series, 36, (2).5-39
18. Kruger, J. E., Matsuo, R. B., and Dick, J. W., ed.,(1996).**Pasta and Noodle Technology. AACC International**, St. Paul, MN, 356p.
19. LU, H., YANG, X., Ye, M., LIU, K.-B., XIA, Z., REN, X., CAI, L.,WU, N., and LIU, T.S., (2005),.**Millet noodles in late Neolithic**,China, Nature, Vol. 473, N□.13, 967-968.

20. Matheis.G., Whitaker.J.R.(1984).**Modification of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products**. J. Food Biochemistry. 8. 137- 162.
21. Majzoobi ,M., A.Farahnaky, Z nematolahi, M. M. Hashemi, and M. Taghipour.(2013). **Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread**. Journal of Agricultural Science and Technology. 15: 115-123.
22. Milani, J. (2018). **Application of coated wheat bran to producing barbari bread with increased nutritional value and improved bread texture and sheif life**. ActaAlimotaria, 47:259-266
23. Muchuweti. M, Zenda. G, Ndhlala. R. A, Kasiyamhuru. A. (2005). **Sugars, organic acid and phenolic compounds of Ziziphusmauritiana Fruit**. European Food Research and Technology. 221.(3). 570–574.
24. Park, W. J., Shelton, D. R., Peterson, C. J., Martin, T. J., Kachrnan, S. D. and Wehling, R. L., (1997), **Variation in polyphenol oxidase activity and quality characteristics among Hard White Wheat and Hard Red Winter wheat samples**, Cereal Chemistry 74(1): 7-11.
25. Rani, K. U., Prasada-Rao, U. J. S., Leelavathi, K., Haridas-Rao, P., (2001), **Distribution of enzymes in wheat flour mill streams**, Journal of Cereal Science 34, 233-242.
26. Sun. Y. , He. Z., Ma. W., ,Xia. X. (2011**). Alternative splicing in the coding region of Ppo-A1 directly influences the polyphenol oxidase activity in common wheat (Triticumaestivum L)**. Springer link. 11. (1). 85–93.
27. Tipples, K. H. and Kilborn, R. H. (1974). **Baking strength index and the relation of protein content to loaf volume.** Canadian Journal of Plant Science, 54, 231-234.
28. Yoruk. R., Marshall.R. M. (2003).**Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review.** Journal of Food Biochemistry. 27. 361-422.
29. Yadav, D. N., Patki, P. E., Srihari, S. P., Sharma, G. K. and Bawa, A. S. (2010). **Studies on polyphenol oxidase activity of heat stabilized whole wheat flour and its chapatti making quality**. International Journal of Food Properties, 13, 142-154.
30. WARRAND, J., MICHAUD, P., PICTON, L.(2005), **Structural investigationsof the neutral polysaccharide of Linumusitatissimum L. seeds mucilage**. International Journal of Biological Macromolecules, Vol.35, N□.3-4 , 121-125.
31. Wu.J; Aluko.R. E; Corke. H, (2006), **Partial least-squares regression study of the effects of wheat flour composition, protein and starch quality characteristics on oil content of steamed-and-fried instant noodles**, Canada. Journal of Cereal Science, Vol.44, N.2 , 117-126.