



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

قسم علوم الأغذية

تأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في الخصائص الفيزيوكيميائية
والتصنيعية لأنواع الدقيق المنتجة من أنواع القمح السوري القاسي والطري

أطروحة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الزراعية
(علوم الأغذية)

إعداد المهندس

عيسى سلمان منصور

المشرف المشارك

د. ياسر قرحيلي

أستاذ مساعد في قسم هندسة تقانة الأغذية
كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس
قسم تكنولوجيا الأغذية

المشرف الرئيس

أ.د. أنطون طيفور

أستاذ في قسم علوم الأغذية
كلية الزراعة - جامعة دمشق
قسم علوم الأغذية

2023 م

شهادة

قدمت هذه الطروحة " تأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في الخصائص الفيزيوكيميائية
والتصنيعية لأنواع الدقيق المنتجة من أنواع القمح السوري القاسي والطري " من قبل السيد عيسى
سلمان منصور ، استكمالاً لمعطيات نيل درجة الدكتوراه
في الهندسة الزراعية بجامعة دمشق، كلية الزراعة - قسم علوم الأغذية، حيث نوقشت وأجيزت بتاريخ

2023/5/17

لجنة الحكم

- د. محمد خير طحله الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة دمشق عضواً
- د. عبد الحكيم عزيزية الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة دمشق عضواً
- د. أنطون طيفور الأستاذ في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة دمشق عضواً مشرفاً
- د. جهاد سمعان الأستاذ المساعد في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة دمشق عضواً
- د. محمد الدعيس الأستاذ المساعد في قسم علوم الأغذية - كلية الزراعة - جامعة الفرات عضواً

فهرس المحتويات

II	تصريح خطي
IIII	فهرس المحتويات
IX	قائمة الجداول
XIV	قائمة الأشكال
1	الملخص
3	المقدمة INTRODUCTION:
5.....	تساؤلات البحث
5.....	فرضيات البحث
5.....	مسوغات البحث
6.....	أهداف البحث
9	1- الدراسة المرجعية LITERATURE REVIEW:
9.....	1-1- أصناف القمح المزروعة في سورية:
13.....	1-2- مصادر الاسمرار في المعجنات:
14.....	1-3- إنزيم بولي فينول أوكسيداز (ppo):
15.....	1-3-1- مراحل الاسمرار الإنزيمي:
18.....	1-3-2- العلاقة بين PPO والبروتينات:

19	3-3-1- تثبيط عمل إنزيم PPO:
22	4-1- النودلز:
23	1-4-1- أنواع النودلز:
24	2-4-1- المواد الأولية المستخدمة في تصنيع النودلز:
27	3-4-1- تصنيع النودلز:
29	4-4-1- خصائص جودة دقيق النودلز:
32	5-1- الخبز:
33	1-5-1- أنواع الخبز:
34	2-5-1- المواد الأولية المستخدمة في تصنيع الخبز:
37	3-5-1- تصنيع الخبز العربي المرقد العادي:
40	4-5-1- خصائص جودة الخبز:
42	2- مواد وطرائق البحث MATERIALS AND METHODS:
43	1-2- مواد البحث:
44	2-2- طرائق التحليل الفيزيوكيميائية والحسية:
44	1-2-2- الطرائق الكيميائية والفيزيائية:
44	1-1-2-2- الرطوبة:
44	2-1-2-2- البروتين:
44	3-1-2-2- الدسم:

44	 4-1-2-2 الرماد:
44	 5-1-2-2 الحموضة:
44	 6-1-2-2 نسبة الغلوتين الرطب:
45	 7-1-2-2 فاقد الطبخ:
45	 8-1-2-2 اختبار لون الدقيق:
45	 9-1-2-2 اختبار المطاطية:
46	 2-2-2 الطرائق الحسية:
46	 1-2-2-2 الاختبارات الحسية للنودلز:
47	 2-2-2-2 الاختبارات الحسية للخبز:
50	 3-2-2 تصنيع النودلز:
53	 4-2-2 تصنيع الخبز:
55	 3- النتائج والمناقشة RESULTS AND DISCUSSION:
56	 1-1-3 1- اختبارات الدقيق المعد لتصنيع النودلز:
56	 1-1-1-3 1- تقدير نسبة الرطوبة في الدقيق:
57	 2-1-1-3 2- تقدير نسبة البروتين في الدقيق:
57	 3-1-1-3 3- تقدير نسبة الرماد في الدقيق:
58	 4-1-1-3 4- تقدير اللون في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:
59	 5-1-1-3 5- تقدير اللون في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

- 60-1-1-3- تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO 60
- 60-7-1-1-3- تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO 60
- 61-8-1-1-3- تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO 61
- 62-9-1-1-3- تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO 62
- 63-10-1-1-3- تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO 63
- 64-11-1-1-3- تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO 64
- 65-2-1-3- الاختبارات الكيميائية للنودلز الناتجة: 65
- 65-1-2-1-3- رطوبة النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج: 65
- 66-2-2-1-3- رطوبة النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO 66
- 67-3-2-1-3- نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج: 67
- 67-4-2-1-3- نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO .. 67
- 68-5-1-1-3- نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج: 68
- 68-6-1-1-3- نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO: . 68
- 69-3-1-3- التقييم الحسي للنودلز الناتجة: 69
- 69-2-3-1-3- اللون: 69
- 71-2-3-1-3- الحجم بعد السلق: 71
- 73-3-3-1-3- الطعم أو التدوق: :: 73
- 75-4-3-1-3- التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في النودلز: 75

- 77 2-3- اختبارات الخبز::
- 78 1-2-3- اختبارات الدقيق المعد لتصنيع الخبز:
- 78 1-1-2-3- تقدير نسبة الرطوبة في الدقيق:
- 78 2-1-2-3- تقدير نسبة البروتين في الدقيق:
- 79 3-1-2-3- تقدير نسبة الرماد في الدقيق:
- 80 4-1-2-3- تقدير اللون في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:
- 81 5-1-2-3- تقدير اللون في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:
- 82 6-1-2-3- تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:
- 82 7-1-2-3- تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:
- 83 8-1-2-3- تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:
- 84 9-1-2-3- تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:
- 85 10-1-2-3- تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:
- 86 11-1-2-3- تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:
- 87 2-2-3- التقييم الحسي للخبز
- 87 1-2-2-3- اللون
- 90 2-2-2-3- الطعم عند التذوق:
- 93 3-2-2-3- قابلية المضغ:
- 95 4-2-2-3- اختبار لب الرغيف:

98	 اختبار قابلية الثني: 5-2-2-3
101	 التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي الخاص بتصنيع الخبز: 6-2-2-3
105	 الاستنتاجات والمقترحات: 4-4
106	 CONCLUSIONS: 1-4
111	 RECOMMENDATIONS: 2-4
112	 REFERENCES: المراجع العلمية
113	 المراجع العربية: 1-1
114	 المراجع الأجنبية: 2-2
127	 الملخص باللغة الإنكليزية Abstract

قائمة الجداول

- الجدول-1. أهم الأنواع الرئيسية للنودلز المنتشرة والمعروفة في قارة آسيا 19
- الجدول-2. متطلبات لون النودلز 26
- الجدول-3. الخصائص المطلوبة لقوام بعض أنواع النودلز 27
- الجدول-4. عناصر تقييم النودلز في أثناء التصنيع والمؤشرات المطلوبة خلال كل مرحلة 47
- الجدول-5. الاختبارات الفيزيوكيميائية للحبوب 55
- الجدول-6. تغير نسبة الرطوبة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج 56
- الجدول-7. تغير نسبة البروتين في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج 57
- الجدول-8. تغير نسبة الرماد في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج 58
- الجدول-9. تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج 59
- الجدول-10. مقارنة الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO 59

- الجدول-11. تغير نسبة الحموضة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج..... 60
- الجدول-12. نسبة الحموضة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO..... 61
- الجدول-13. تغير نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج..... 62
- الجدول-14. نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO..... 63
- الجدول-15. مطاطية الدقيق (Cm) المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج..... 64
- الجدول-16. مقارنة مطاطية الدقيق (Cm) المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO..... 64
- الجدول-17. تغير نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج..... 65
- الجدول-18. تغير نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO..... 66
- الجدول-19. تغير نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج..... 67

- الجدول-20. تغير نسبة الدسم على النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO. 67
- الجدول-21. تغير نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة ، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 68
- الجدول-22. تغير نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة ، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO. 69
- الجدول-23. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 70
- الجدول-24. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم ppo. 71
- الجدول-25. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج ... 72
- الجدول-26. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 73
- الجدول-27. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 74
- الجدول-28. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة بعد تثبيط إنزيم PPO تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 75

الجدول-29. التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في النودلز المنتجة من أصناف القمح

القاسي السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO. 76

الجدول-30. تغير نسبة الرطوبة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج. 78

الجدول-31. تغير نسبة البروتين في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج. 79

الجدول-32. تغير نسبة الرماد في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج. 79

الجدول-33. تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج. 80

الجدول-34. تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 81

الجدول-35. تغير نسبة الحموضة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير

نسبة الاستخراج. 82

الجدول-36. تغير نسبة الحموضة في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير

نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 83

الجدول-37. تغير نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير

نسبة الاستخراج. 84

الجدول-38. تغير نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً

لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 85

الجدول-39 مطاطية الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.. 86

الجدول-40. مطاطية الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد

تثبيط إنزيم PPO. 87

الجدول-41. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، في حال نشاط إنزيم PPO. 88

الجدول-42. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم ppo. 89

الجدول-43. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 90

الجدول-44. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 92

الجدول-45. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير صفة القابلية للمضغ في الخبز المنتج من أصناف القمح

الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 93

الجدول-46. التحليل الإحصائي الخاص بتقدير صفة القابلية للمضغ في الخبز المنتج من أصناف القمح

الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 94

- الجدول-47. التحليل الإحصائي الخاص باختبار لب الرغيف في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 96
- الجدول-48. التحليل الإحصائي الخاص باختبار لب الرغيف في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO. 97
- الجدول-49 التحليل الإحصائي الخاص باختبار قابلية الثني في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج. 99
- الجدول-50. التحليل الإحصائي الخاص باختبار قابلية الثني في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج ، بعد تثبيط إنزيم PPO. 100
- الجدول-51. التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO. 102

قائمة الأشكال

- الشكل-1. تفاعل الاسمرار الإنزيمي. 12
- الشكل-2. الآلية الحركية لعمل الإنزيم PPO. 12
- الشكل-3. تشكل مركبات الميثيل كاتيكول. 13
- الشكل-4. تشكل المركبات الفينولية الثنائية بتأثير إنزيم PPO. 13
- الشكل-5. تشكل مركبات الكوينون. 14
- الشكل-6. التركيب الكيميائي للأحماض الفينولية في القمح. 15
- الشكل-7. تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات. 16
- الشكل-8. تفاعلات إرجاع الكوينونات باستخدام حمض الأسكوربيك. 17
- الشكل-9. مخطط تصنيع النودلز المقلية. 24
- الشكل-10. مطحنة برايندر ومطحنة ديرتن. 41
- الشكل-11. الخلاط المستخدم في التصنيع. 50
- الشكل-12. جهاز البثق اللولبي. 50
- الشكل-13. القرص المصنع محلياً بما يلائم إنتاج نودلز ذات خيوط رفيعة. 51
- الشكل-14. القلاية الكهربائية المعتمدة في التصنيع. 51

الملخص

هدفت هذه الرسالة لدراسة تأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز PPO في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية لأنواع الدقيق المنتجة من أنواع القمح السوري، والوصول إلى تحديد الصنف الأمثل لتصنيع الخبز (من دقيق القمح الطري) والصنف الأمثل لتصنيع النودلز (من دقيق القمح القاسي) بالإضافة إلى تحديد نسبة الاستخراج المثلى. حضرت عينات دقيق من أصناف القمح الطري السوري (دوما2، دوما4، دوما6، شام4، شام10)، وأصناف القمح القاسي السوري (دوما1، شام7، شام9، بحوث5، بحوث11)، بنسب استخراج محددة (100% 90% 80% 70%)، ومن ثم تم تثبيط عمل إنزيم PPO عبر إضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق، أظهرت النتائج ارتفاع نسبة الرطوبة والرماد والبروتين بارتفاع نسبة الاستخراج، وارتفاع الدرجة اللونية والحموضة بارتفاع نسبة الاستخراج، وتراجع هاتين الصفتين بعد تثبيط إنزيم PPO. وتحسنت نسبة الغلوتين بعد تثبيط إنزيم PPO وتفوق الدقيق المنتج من الصنف شام 10 على باقي أصناف القمح الطري المدروسة، عند نسبة الاستخراج 80% من حيث نسبة الغلوتين، والمطاطية. وتفوق الصنف دوما 1 على باقي أصناف القمح القاسي من حيث نسبة الرماد والبروتين والغلوتين والمطاطية، عند نسبة الاستخراج 80%، وتراجع طعم الخبز وانخفضت قابلية المضغ بارتفاع نسبة الاستخراج وأصبح لب الرغيف عجينياً ومساماته غير متجانسة، وقد تفوق الصنف شام 10 في مجمل صفات التقييم الحسي المدروسة على باقي الأصناف عند نسبة الاستخراج 80%.

تبين أيضاً أن تثبيط إنزيم PPO يعطي نتائج أفضل للنودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة، حيث انخفضت الرطوبة وقل فاقد الطبخ، وانخفضت نسبة الدسم في النودلز المقلية الناتجة، وقد أثر تثبيط إنزيم PPO بشكل معنوي على بعض الخصائص الحسية كالطعم واللون والحجم عند السلق، وكانت أفضل نسبة استخراج هي 80%، وأنسب صنف لتصنيع النودلز هو دوما1.

الكلمات المفتاحية: بولي فينول أوكسيداز، دقيق القمح، نسبة الاستخراج، الخصائص الفيزيوكيميائية والحسية، الخبز، النودلز.

المقدمة :INTRODUCTION

يحتل القمح الموقع الأهم بين حبوب العائلة النجيلية *Gramineae* كالذرة الصفراء والأرز والشوفان والشيلم والشعير، لأن 70% من الأراضي الزراعية المخصصة لزراعة هذه المحاصيل مخصصة لزراعة القمح، وتعود زراعة القمح إلى آلاف السنين، ولا يزال يعد حتى الآن مصدراً أساسياً للغذاء للكثير من الشعوب، وبشكل خاص في المناطق التي تطورت فيها الزراعة، كبلاد الشام ومصر وتركيا والعراق وجنوب أوروبا. في القرن العشرين تطورت زراعة القمح بشكل ملحوظ حيث زادت المساحات المزروعة منه أضعاف ما كانت عليه سابقاً، كما ازدادت الإنتاجية في وحدة المساحة نتيجة استعمال الأسمدة، واستنباط أصناف جديدة ذات إنتاجية عالية، تختلف إنتاجية القمح من منطقة لأخرى وكذلك حسب تطور عمليات خدمة المحصول وطرق الزراعة، وذلك حسب الظروف المناخية فالقمح الشتوي على سبيل المثال مردوده أكبر من القمح الربيعي، نظراً لطول مدة النمو، وبحسب منظمة التجارة العالمية تعد الصين البلد الأول بالعالم بإنتاج القمح والأول بالعالم باستيراده عالمياً، تعد الولايات المتحدة الأمريكية من أكبر الدول المصدرة للقمح تبلغ صادراتها 34% من مجمل الصادرات العالمية، ومن ثم تليها كندا بنسبة صادرات 20%، تتركب حبوب القمح كيميائياً بشكل رئيس من كربوهيدرات 65-72% ودهون 2-3% وبروتينات تتراوح نسبتها 8-20% والعناصر المعدنية والماء، بالإضافة إلى مكونات أخرى موجودة بنسب قليلة كالفيتامينات والإنزيمات. ويوفر القمح 20% من مجموع السعرات الحرارية اللازمة لجسم الإنسان، وهو غذاء رئيسي لأكثر من نصف سكان العالم، وهو أساس النظام الغذائي للإنسان، والمنتجات التي يتم تصنيعها من القمح عديدة، مثل الخبز الذي تشكل منتجاته في الوقت الحالي أحد أهم المواد الغذائية بالنسبة للإنسان في معظم الدول، وتأتي هذه الأهمية من كونها مواد غذائية تحتوي على مكونات أساسية تؤدي دوراً هاماً في عمليات الاستقلاب. إن مصادر الاسمرار في منتجات الدقيق مرتبطة بمجموعة من العوامل ويعد من أهمها ظاهرة الاسمرار الإنزيمي حيث أن إنزيمات البولي فينول أوكسيداز PPO التي تعمل على تحويل المركبات الفينولية الموجودة في الدقيق إلى مركبات ملونة (ميلانين) بوجود الأوكسجين، وقد تبين أن إنزيم PPO هو

المسؤول الأساسي لتلون النودلز والخبز العربي. كما أن منتجات أكسدة المركبات الفينولية لديها القدرة على التفاعل مع بروتينات الغذاء، لأن التفاعلات العرضية يمكن أن تؤدي إلى تغييرات في الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية وبالتالي انخفاض في القيمة الغذائية لبروتينات الغذاء، ويرجع الانخفاض في القيمة الغذائية للبروتينات الغذائية إلى تفاعلات الكينونات مع سلاسل جانبية من الأحماض الأمينية الأساسية في البروتينات، وقد بينت الدراسات السابقة أن فعالية إنزيم بولي فينول أوكسيداز تزداد مع زيادة نسبة النخالة في الدقيق، لأن هذا الإنزيم يتركز بصورة كبيرة في طبقات الأغلفة، كما بينت بعض الدراسات أن الفينولات تتركز بشكل كبير في النخالة، وبالتالي فإن الفعالية الإنزيمية تزداد مع ارتفاع نسبة الاستخراج.

ومما تقدم ذكره نلاحظ الأهمية الكبرى لتأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في استمرار منتجات الخبز والنودلز، وكذلك على جودة هذه المنتجات وقيمتها الغذائية، تم التركيز في هذا البحث على دراسة هذا التأثير في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية للخبز والنودلز المصنوعين من بعض أصناف القمح السوري، حسب نسبة الاستخراج المؤثرة بصورة مباشرة في تركيز هذا الإنزيم.

درس في هذا البحث تأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية لأنواع الدقيق المنتجة من أنواع القمح السوري القاسي والطري وقد تناول كل من الفصول التالية :

الفصل الأول: تسليط الضوء على أهم الدراسات المرجعية الحديثة والتي ركزت على مصادر الاسمرار في المعجنات ومنها تأثير نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز PPO، و مراحل الاسمرار الإنزيمي، والعلاقة بين PPO والبروتينات، و تثبيط عمل إنزيم PPO، و درسنا عمليات تصنيع النودلز وأنواعها والمواد الأولية الداخلة في تصنيعها وخصائص جودة دقيق وتأثيره على النودلز، وكذلك على تصنيع الخبز وأنواعه والمواد الأولية الداخلة في تصنيعه وخصائصه وجودته.

الفصل الثاني: مواد البحث وطرائقه و مكان تنفيذ البحث وطرائق تحضير خلطات الدقيق ومن ثم كيفية تحضير الخبز والنودلز قبل وبعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، كما ذكرت أهم المؤشرات المدروسة والتي تضمنت الاختبارات الفيزيوكيميائية للدقيق (% الرطوبة، % الرماد، % البروتين، % دسم، % حموضة ودرجة لون

الدقيق وفاقد الطبخ في النودلز ونسبة الغلوتين الرطب والمطاطية) والاختبارات الحسية كالطعم واللون والحجم بعد السلق بالنسبة للنودلز، واختبارات التقييم الحسي للخبز والتي شملت قابلية المضغ واختبار لب الرغبة والطعم واللون وقابلية الشوي.

الفصل الثالث: النتائج والمناقشة التي تمَّ الحصول عليها للمؤشرات المدروسة كما حُدِّدت علاقة الخصائص الفيزيوكيميائية للدقيق بكل من الخصائص الكيميائية والخصائص التصنيعية والخصائص الحسية للخبز والنودلز الناتجين قبل وبعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز.

الفصل الرابع: أهم الاستنتاجات وفق النتائج التي توصلنا إليها في هذه الدراسة وتوصيات البحث.

تساؤلات البحث

هل هناك تأثير لنوع وصنف القمح في نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز؟

هل هناك تأثير لنسبة الاستخراج في نشاط هذا الإنزيم؟

هل هناك تأثير لنشاط الإنزيم في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية للدقيق؟

فرضيات البحث

هل هناك فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (5%) بين الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية

والحسية للعينات المدروسة؟

مسوغات البحث

وتتجلى في معرفة مدى التأثير الفعلي للنشاط الإنزيمي الناتج عن إنزيم PPO في تلون سطح النودلز والخبز

باللون الأسمر، وضرورة تحديد مجمل العوامل الأخرى التي يمكن أن يكون لها دور في هذا الاسمرار كنسبة

استخراج الدقيق أو البروتين أو الرماد في الدقيق المستخدم.

أهداف البحث

- 1- تحديد الأصناف المثالية من القمح السوري القاسي لتصنيع النودلز والطري لتصنيع الخبز من حيث نشاط إنزيم PPO الذي يؤثر بشكل مباشر في إعطاء المنتجات لوناً داكناً، فكلما قلت نسبة هذا الإنزيم كانت منتجات الأقماع أفضل من حيث اللون الذي يعد مؤشراً أساسياً لجودة المنتجات المصنعة.
- 2- دراسة مقارنة بين أصناف القمح السوري لتأثير (العوامل الوراثية) في نشاط إنزيم PPO.
- 3- دراسة مقارنة لتأثير (نسبة استخراج الدقيق) وعملية الطحن لحبوب القمح في نشاط إنزيم PPO.
- 4- تحديد تأثير نشاط إنزيم PPO في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية.
- 5- مقارنة بين الصفات الكيميائية والحسية بعد تثبيط نشاط إنزيم PPO.

خطوات العمل :

نُفذ البحث باتباع الخطوات الآتية:

1. اختيار القمح السوري بعدة أصناف من كل نوع: قمح طري (دوما 2، دوما 4، دوما 6، شام 4، شام 10) و قمح قاسي (دوما 1، شام 7، شام 9، بحوث 5، بحوث 11) من المؤسسة العامة لإكثار البذار.
2. تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للحبوب.
3. طحن عينات الأصناف المدروسة إلى دقيق بنسب استخراج مختلفة (70%، 80%، 90% و 100%).
4. قياس الخصائص الفيزيوكيميائية لأنواع الدقيق الناتج.
5. تحديد تأثير العوامل الوراثية (النوع والصنف) باستخدام اختبار (F)
6. تثبيط نشاط إنزيم PPO بإضافة حمض الأسكوربيك إلى الدقيق، و إعادة تقدير خصائص الجودة السابقة.
7. دراسة تأثير عملية الطحن في نشاط إنزيم PPO للحبوب باستخدام تحليل التباين ANOVA.
8. تصنيع الخبز العربي منفصل الشطرين من عينات دقيق القمح الطري و النودلز من القمح القاسي.
9. تحديد العلاقة بين الصفات الحسية للمنتجات ونشاط إنزيم PPO .

10. تحديد الأصناف المثالية من القمح السوري القاسي لتصنيع النودلز والطري لتصنيع الخبز من حيث نشاط الإنزيم.

11. أجري التحليل الإحصائي لكافة النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي **Minitab16**، وحسبت قيم LSD لنتائج الاختبارات الكيميائية، وتم استخدام طريقة Tukey في تحليل نتائج التقييم الحسي

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

Literature Review

الفصل الأول

1. الدراسة المرجعية Literature Review :

1.1 أصناف القمح المزروعة في سوريا: (دليل أصناف القمح في سوريا، 2021)

يعد القمح من المحاصيل الاستراتيجية في العالم، ويتكيف مع الظروف المناخية المختلفة، بما في ذلك خصائص التربة ومدة السطوع الشمسي ودرجة الحرارة وكمية الهطول المطري، تتركز الأبحاث العلمية على تطوير هذا المحصول من حيث الإنتاجية ونوعية وكمية البروتين. ويوفر القمح 20% من مجموع السعرات الحرارية اللازمة لجسم الإنسان، وهو غذاء رئيسي لأكثر من نصف سكان العالم، بلغ إجمالي إنتاج العالم من القمح 732 مليون طن عام 2020 (FAO, 2022)، تعد محاصيل الحبوب الأهم زراعياً، حيث تؤمن 70% من غذاء سكان العالم، ومحصول القمح من أقدم المحاصيل الحبية المزروعة، ويُعتقد أن الموطن الأصلي لمعظم الأنواع المزروعة من القمح هو منطقة الشرق الأوسط، ويذهب البعض إلى القول أن زراعة القمح بدأت من سورية وفلسطين منذ نحو ستة آلاف سنة، ثم انتقلت زراعته شرقاً إلى إيران وجنوباً إلى مصر، ثم من إيران إلى الهند والصين وروسيا، ومن مصر إلى أوروبا، ثم انتقل مع المهاجرين الأوروبيين إلى العالم الجديد (الأمريكتين). ينتمي نبات القمح إلى الفصيلة النجيلية وهو من النباتات الحولية التي تتبع الجنس *Triticum* ، وهناك عدة أصناف من القمح المزروع في العالم ينتمي معظمها إلى النوعين *T. aestivum* ، و *T. durum* .

وأهم أصناف القمح في سورية هي:

أولاً: أصناف القمح القاسي:

شام9: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: طرطوس، حلب، والحسكة، وهو مقاوم للرقاد والانفراط، ويمتاز بمقاومته للصدأ الأصفر وصدأ الساق، وتحمله لأمراض صدأ الورقة والسبتوريا والتفحم المغطى.

دوما3: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية في محافظات: درعا، حماة، وحلب، وهو مبكر بالنضج ومقاوم للرقاد والانفراط، ويمتاز بمقاومته للصدأ الأصفر، وتحمله لأمراض صدأ الورقة وصدأ الساق والسبتوريا والتفحم المغطى.

شام7: اعتمد للزراعة المروية في محافظات: دمشق، حمص، حماة، ادلب، حلب، الرقة، دير الزور، والحسكة، يمتاز بغلته العالية، وتأقلمه الواسع في البيئات المروية، وهو مقاوم لمرض الصدأ الأصفر، ويتحمل مرض صدأ الورقة، كما تمتاز حبوبه بمواصفات تصنيعية جيدة.

بحوث9: اعتمد للزراعة المروية في محافظات: ادلب، حلب، الرقة، دير الزور، والحسكة، يمتاز بغلته العالية، ومواصفات شكلية جيدة، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرض الصدأ الأصفر، ومقاوم للرقاد والانفراط، ومتحمل لأمراض الصدأ والسبتوريا والتفحم المغطى، وتمتاز الحبوب بكبر الحجم والبللورية.

بحوث11: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: درعا، طرطوس، حماة / الغاب، ادلب، والحسكة، يمتاز بغلته العالية، مبكر في الإنبال والنضج، ومتحمل للرقاد ومقاوم للانفراط، تمتاز الحبوب بكبر الحجم والبللورية، ومحتوى ونوعية جيدة من البروتين.

دوما1: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: حمص، طرطوس، الغاب، ادلب والحسكة، وكذلك للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية في محافظات: حماة، ادلب، الرقة والحسكة، وهو صنف متحمل للجفاف، مبكر بالنضج، مقاوم للرقاد والانفراط، وهو مقاوم إلى متوسط المقاومة لمرض الصدأ الأصفر والأسود، وتمتاز حبوبه بصفات تصنيعية جيدة، وهي متوسطة الحجم.

بحوث7: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: درعا، حمص، حماة، والحسكة، مبكر الإنبال والنضج، مقاوم للانفراط، الحبوب كبيرة الحجم، وتتميز بالبللورية ونوعية جيدة من البروتين، متحمل لمرض الصدأ الأصفر، ولأمراض صدأ الورقة والتفحم والسبتوريا، وللرقاد، ولكنه قد يتأثر ويصيب بالرقاد في المواسم المطيرة والهطول المتأخر.

شام5: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية، مقاوم للجفاف، مبكر بالنضج، وهو مقاوم للرقاد، متحمل للصقيع ومتوسط المقاومة للأصداء، يمتاز بطول ساقه، ويستفاد منه في تحسين النوعية، حيث يمتلك صفات جيدة لصناعة البرغل والمعجنات، وغلته عالية في الظروف المواتية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

بحوث5: اعتمد في الزراعة المروية، وتميز أدائه في حوض الفرات، وهو صنف مبكر بالنضج، تمتاز حبوبه بكبر الحجم والبللورية، ويُستفاد منه في تحسين البروتين والنوعية، كما يمتاز بمقاومة كبيرة للرقاد، ولكنه يتأثر بأمراض الصدأ ما يؤثر سلباً على إنتاجيته.

شام 3: صنف من القمح القاسي مقاوم للجفاف، اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية، وهو متوسط المقاومة للأصداء، يُبدي ثباتية إنتاجية عالية عند زراعته في بيئات مختلفة، وهو متحمل لنقص البورون، حبوبه متوسطة الحجم وذات نوعية جيدة لذا يُستفاد منه في تحسين النوعية.

أكساد65: صنف من القمح القاسي، مقاوم للجفاف ملائم للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يمتاز بالباكورية في الإسبال والنضج التام ما يساعده في الهروب من الجفاف ولفحة الحرارة، تمتاز حبوبه بصفات تصنيعية جيدة، ويتأثر الصنف بدرجات الحرارة المنخفضة (الصقيع) التي تؤدي لعقم في الأزهار ونقص في الحبوب المتكونة، ما ينعكس سلباً على الإنتاج، وينصح بتجنب زراعة الصنف في المناطق المعرضة للصقيع.

شام1: صنف من القمح القاسي، كثير الإشطاء، مقاوم للرقاد، اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يمتاز بالإنتاجية العالية والتأقلم الواسع في البيئات السورية المختلفة. حبوبه ذات صبغة صفراء تمتاز بالبللورية، قوة الغلوتين فيه منخفضة إلا أنه يمتلك قدرة إنتاجية عالية وثباتية عالية.

يُظهر هذا الصنف مقاومة لمرض الصدأ الأصفر، وقابلية للإصابة بمرض التقحم المغطى، لذا ينصح بتعويم البذار قبل الزراعة، وهو متحمل لنقص البورون.

حوراني : صنف محلي من القمح القاسي مقاوم للجفاف ملائم للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية، حبوبه ذهبية مستديرة ذات نوعية ممتازة، ما يعطي جودة للمشتقات الغذائية، ويجعله مرغوب في صناعة البرغل

والمعكرونة والفريكة، وهو حساس لمرض النقرح الفيزيولوجي للحبوب، متحمل لنقص البورون، وتتميز نباتاته بتحمل الصقيع، ولكنه صنف قديم ضعيف الغلة، وقد يصاب بأمراض الصدأ والتبغات الورقية في المناطق عالية الأمطار والمواسم المطيرة، وهو حساس للرقاد بسبب طوله.

ثانياً: أصناف القمح الطري:

دوما6: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: حمص، حماة، ادلب، حلب، والقامشلي، تميز بمقاومة الجفاف، وبمحتوى بروتيني جيد، كما أبدى مقاومة لمرض الصدأ الأصفر وصدأ الورقة، وتحمل لمرض صدأ الساق والسبتوريا.

بحوث10: اعتمد للزراعة المروية في محافظات: دمشق، ادلب، حلب، الرقة، والحسكة، تميز بمقاومة الجفاف، وبمحتوى بروتيني جيد، متحمل لمرض صدأ الساق والسبتوريا.

بحوث8: اعتمد للزراعة المروية، يتميز بمقاومته للرقاد والانفراط، متحمل للسبتوريا والتقمح.

جولان2: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الأولى في محافظات: درعا، حمص، طرطوس، ادلب، حلب، والحسكة، يتميز بكبر حجم الحبوب، ومحتوى بروتيني جيد.

دوما4: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية في محافظات: حماة، حلب، الرقة والحسكة، تميز بمقاومة الجفاف، وبمحتوى بروتيني جيد، متحمل لمرض صدأ الساق والسبتوريا.

شام10: اعتمد للزراعة في المناطق المروية في محافظات: حاة، حلب، الرقة، دير الزور، والحسكة، يتميز بصفاته التصنيعية جيدة.

دوما2: اعتمد للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية في محافظات: درعا، ادلب، حلب، الرقة والحسكة، يتميز بمقاومة الجفاف، والباكورية والطول، ويمتاز بصفات تصنيعية جيدة وكبر حجم الحبوب.

شام8: اعتمد للزراعة في المناطق المروية، يتميز بإنتاجه العالي، وبمقاومة الانفراط والرقاد، وتتمتع بحبوه بصفات تصنيعية جيدة.

بحوث6: اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يتميز بالباكورية، والإنتاجية العالية.

شام6: اعتمد للزراعة البعلية في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية. يتميز بغزارة إنتاجه، وتأقلمه الواسع في

البيئات الجافة، تتميز حبوبه بنوعية جيدة، وبثبات لونها الأخضر عند صنع الفريكة.

بحوث4: اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يتميز بثباتية إنتاجيته تحت الظروف

المحلية السائدة، كما يمتاز بتحملة للبرودة (الصقيع)، والباكورية في النضج.

شام4: اعتمد للزراعة المروية والبعلية في منطقة الاستقرار الأولى، يتميز بغلته العالية، ومقاومته للرقاد.

2.1 مصادر الاسمرار في المعجنات:

- العناصر المعدنية: إن ارتفاع نسبة الرماد في المادة الأولية (دقيق، سميد) تؤدي إلى تغير لون المنتج نحو الدكانة (Kruger et al., 1996).
- نوع القمح: وتتعلق بكمية الأصبغة والتي تتركز في طبقات الأغلفة، ويحتوي قمح الديورم على ضعف كمية الأصبغة الموجودة في القمح السداسي (Tipples and Kilborn, 1974). كما أن توزيع إنزيم بولي فينول أوكسيداز ضمن أجزاء حبة القمح يختلف وفقاً لمكان الزراعة وتبعاً لنوع وصنف القمح (Vazquez, 2000; Fuerst, et al. 2008)، فمثلاً يحتوي القمح الأحمر على كمية أعلى من إنزيم PPO مقارنة بالقمح الأبيض (Park, et al. 1997)، وقد درس (Fuerst et al., 2006) نشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز في أربع أصناف من القمح وقد تبين نشاط الإنزيم متركز في النخالة مع وجود نسبة بسيطة جداً في النواة.
- العوامل البيئية: أشارت الدراسات المرجعية إلى أن اختلاف المناطق التي تنمو فيها الإقماح تؤثر في لون القمح الناتج، حيث تبين أن أقماح منطقة المتوسط تظهر صفة اللون الأسمر عند استخدامها في تصنيع المعكرونة بشكل أكبر وأوضح مما هو في الأقماح الأمريكية (Grignac, 1970).
- نسبة الاستخراج: هي كمية الدقيق مقدرة بالكيلو غرام المستخرجة من 100 كغ من القمح النظيف المعد للطحن. وتؤثر نسبة استخراج الدقيق بشكل معنوي في رفع كل من نسبة الرماد والبروتين وكذلك تركيز

ونشاط الإنزيمات (Kruger *et al.*, 1996; Fiellet, 2000; Akond *et al.*, 2010)، وقد لوحظ أن أندوسبيرم حبة القمح غير الناضجة يحتوي على فعالية عالية لإنزيم PPO، لكن مع نضوج الحبة تتناقص فعاليته في الأندوسبيرم ويزداد تركيزه في طبقات الأغلفة الخارجية (النخالة) الأمر الذي يؤدي لارتفاع تركيز هذا الإنزيم كلما ارتفعت نسبة الاستخراج في الحبوب المطحونة (Rani, *et al.*, 2001; Honold and Stahmann, 1968)

- تفاعل الاسمرار اللاإنزيمي (Wei *et al.*, 2014; Mitra *et al.*, 2015): إن للبروتين الموجود في طبقة الأندوسبيرم دوراً هاماً في حدوث تفاعل ميلارد (بروتين - سكريات) واكتساب المعكرونة أو الخبز اللون القاتم. فالاسمرار غير الإنزيمي هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية المعقدة للسكريات المرجعة مع الحموض الأمينية أو المواد البروتينية المتحللة بحيث تؤدي هذه التفاعلات إلى تشكل مواد ملونة بنية أو سوداء، ويعرف هذا النوع من التفاعلات باسم تفاعلات تشكل الميلانويدات (ميلارد) وهي عمليات أكسدة وإرجاع معقدة تحدث بتأثير المركبات الأمينية التي تحوي على مجموعة أمينية حرة مع مواد تحوي على مجموعة كربونيلية حرة. تترافق هذه التفاعلات بظهور مركبات مرحلية ووسيطية ومن ثم المركبات النهائية المتكاثفة للمواد الملونة وكميات قليلة من CO_2 و NH_3 و H_2O . إن هذا النوع من الاسمرار يؤدي إلى انخفاض كمية السكريات والمواد الأزوتية ورقم الحموضة وكمية حمض الأسكوربيك في حالة الفاكهة والعصائر الغنية به. ومن أهم العوامل المحرصة لهذه التفاعلات: الأحماض العضوية والمركبات المحتوية على مجموعة أمين حرة ودرجات الحرارة العالية والتخزين الطويل وانخفاض النشاط المائي، فمحتوى الرطوبة يؤثر تأثيراً قوياً في لون المنتج عبر الاسمرار اللاإنزيمي.

3.1 إنزيم بولي فينول أوكسيداز (ppo):

أكد (Fuerst *et al.*, 2006) أن إنزيم بولي فينول أوكسيداز يعد من مؤشرات الجودة في القمح، وهو إنزيم مؤكسد موجود أساساً في نخالة القمح، ونشاط هذا الإنزيم يؤدي دوراً أساسياً في تشكل صبغة الميلانين ذات اللون البني في القمح الخام ومنتجات عجين القمح (Beecher *et al.*, 2012; Beecher and

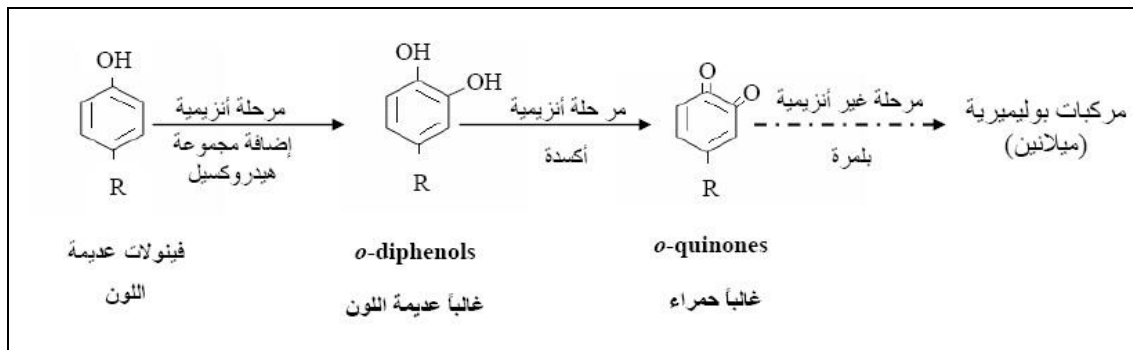
(Skinner, 2011; Akond *et al.*, 2010)، وقد أشارت الإحصائيات إلى أن كمية كبيرة من الإنتاج العالمي من الخضار والفواكه تفقد بنتيجة تفاعلات الاسمرار التي تحدث بعد القطف. إن هذا التغير في اللون هو أمر غير مرغوب فيه من قبل المستهلك، كما أنه يقلل من القيمة الغذائية للمنتجات (Muchuweti *et al.*, 2005; Sun *et al.*, 2011).

وتعد ظاهرة الاسمرار الإنزيمي من أهم العوامل المؤثرة في تغير لون منتجات الدقيق نحو الدكنة، وتعمل إنزيمات البولي فينول أوكسيداز PPO على تحويل المركبات الفينولية الموجودة في الدقيق إلى مركبات سمراء (الميلانين) وذلك بوجود أوكسجين الهواء (Atwell., 2001)

يوجد العديد من أنزيمات PPO فمنها مونوفينول أوكسيداز والكاتيكول أوكسيداز والتيروزيناز، وقد بينت الدراسات أن الأنزيم الموجود في النخالة هو من نوع التيروزيناز، بينما تبين وجود نشاط أنزيمات كاتيكول أوكسيداز في النخالة والجنين (Okot-Kotber *et al.*, 2001)

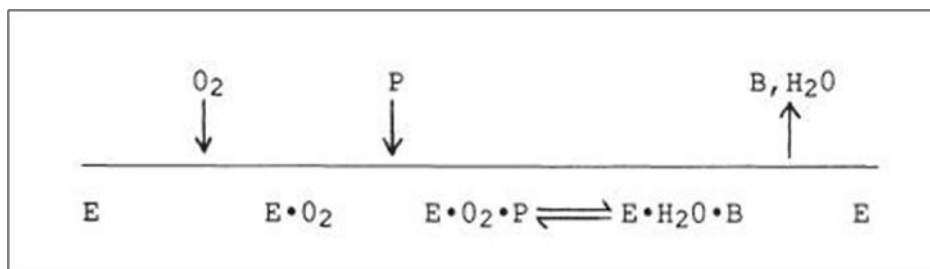
1.3.1 مراحل الاسمرار الإنزيمي:

في المرحلة الأولى (الشكل 1) من تفاعل الاسمرار الإنزيمي تتم أكسدة المركبات الفينولية (سواء كانت أحادية أو ثنائية أو متعددة الحلقات الفينولية) بتأثير إنزيمات بولي فينول أوكسيداز (PPO) فتتشكل مركبات الكوينون غير المستقرة التي تدخل في تفاعلات بلمرة مؤدية لتشكيل مركبات الميلانين كناتج نهائي للتفاعل (Mayer and Hare, 1979; Fiellet, 2000; Lin *et al.*, 2010).



الشكل 1 تفاعل الاسمرار الإنزيمي (Fiellet, 2000)

يمكن تلخيص الآلية الحركية لعمل الإنزيم بالمعادلة التالية:



الشكل 2 الآلية الحركية لعمل الإنزيم PPO (Fiellet, 2000)

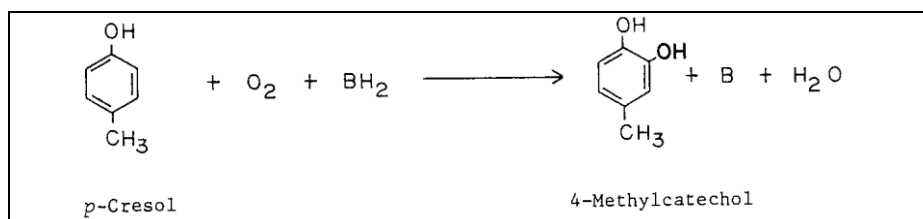
حيث أن: E: إنزيم، P: فينول، B: بينزوكينون، E•O₂: (إنزيم ثنائي، O₂ معقد الإدمصاص adsorptive complex)، E•O₂•P:

(الإنزيم الثلاثي، O₂ معقد ادمصاص الفينول)، E•H₂O•B: (الإنزيم، H₂O معقد إدمصاص البنزوكينون)

ويتضح من الشكل (2) أن الاسمرار الإنزيمي يمر بمرحلتين:

المرحلة الإنزيمية: وتتضمن إضافة مجموعة الهيدروكسيل إلى المركبات الفينولية الأحادية وتشكل مركبات

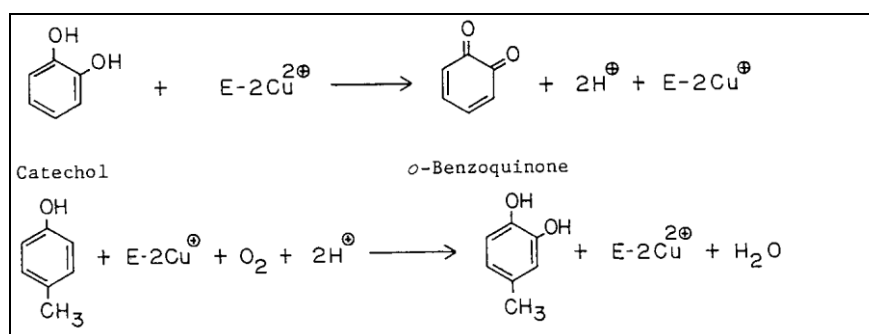
الفينولية الثنائية، وهي تتم وفق التفاعل التالي:



الشكل 3 تشكل مركبات الميثيل كاتيكول. (Osuga *et al.*, 1994)

إن احتواء إنزيم بولي فينول أكسيداز على النحاس هو الذي يساعد في إضافة مجموعة الهيدروكسيل عبر

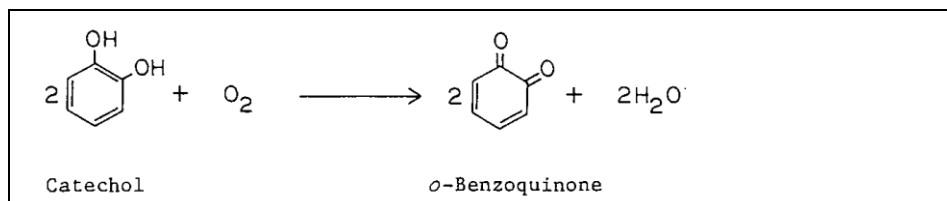
التفاعلات التالية (Kobrehel *et al.*, 1972; Osuga *et al.*, 1994):



الشكل 4 تشكل المركبات الفينولية الثنائية بتأثير إنزيم PPO. (Osuga *et al.*, 1994)

ثم يتم أكسدة المركبات الفينولية الثنائية وتشكل مركبات الكوينون، وهو النوع الثاني من التفاعلات الذي يتم

بتأثير إنزيم بولي فينول أكسيداز على الشكل التالي:

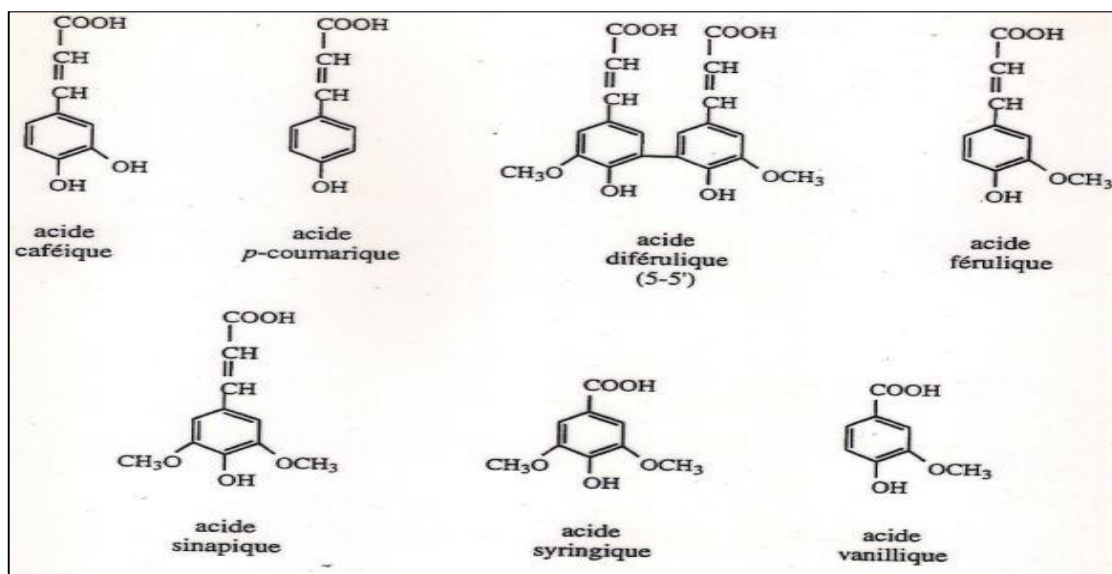


الشكل 5 تشكل مركبات الكوينون. (Osuga et al., 1994)

المرحلة غير الإنزيمية: تفاعلات ثانوية تحدث بين مركبات الكوينون المتشكلة أو بينها وبين المركبات الأخرى

المتواجدة في الوسط و خاصة المركبات المحتوية على مجموعات أمينية (NH_2) أو مجموعات سلفوهيدريل

(-SH) وبالتالي تشكل البوليميرات. والشكل (6) يوضح بعض الأحماض الفينولية في دقيق القمح.



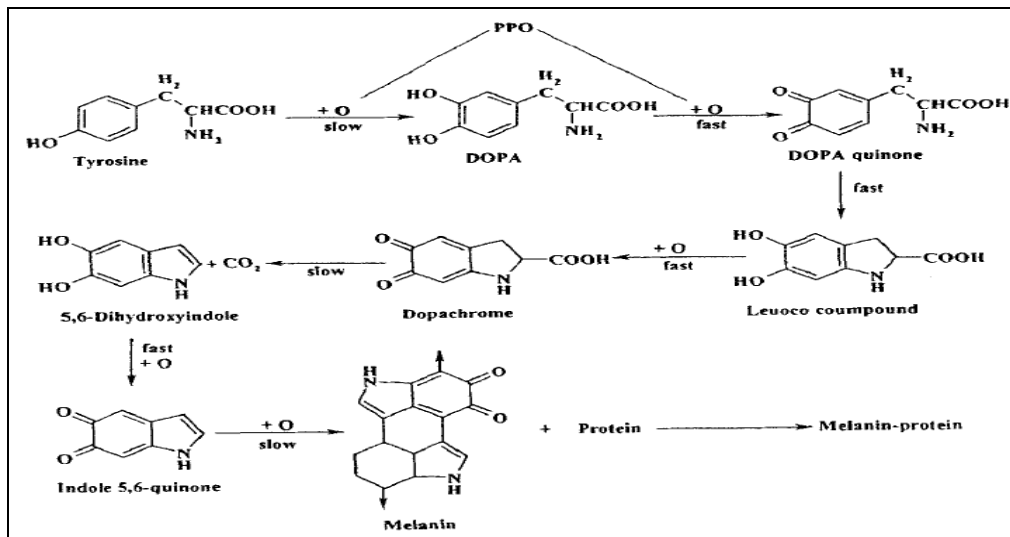
الشكل 6 التركيب الكيميائي للأحماض الفينولية في القمح (Osuga et al., 1994)

2.3.1 العلاقة بين PPO والبروتينات:

درس (Martijn et al., 2010) تأثير كل من PPO وبروتين الحبوب في المعكرونة البيضاء المملحة

والخبز، فلاحظ ارتباط ارتفاع مستويات نشاط PPO ونسبة البروتين المرتفعة في الدقيق مع إحداث اللون

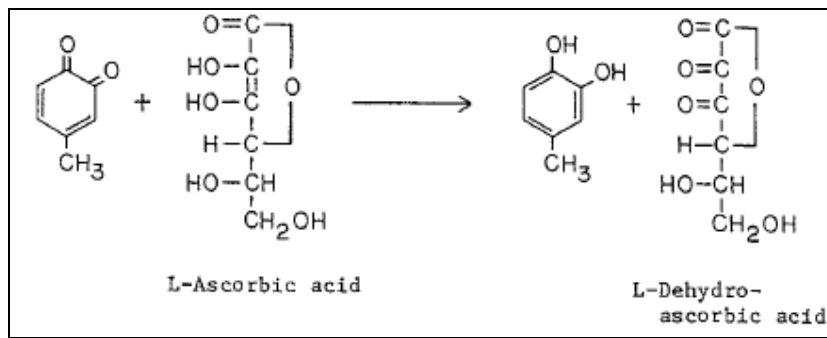
الداكن لتلك المنتجات، وهذا ما يتعارض مع رغبة المستهلكين. كما أن منتجات أكسدة المركبات الفينولية لديها القدرة على التفاعل مع بروتينات الغذاء، كما أن التفاعلات العرضية يمكن أن يؤدي إلى تغييرات في الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall, 2003) وبالتالي انخفاض في القيمة الغذائية لبروتينات الغذاء، ويرجع الانخفاض في القيمة الغذائية للبروتينات الغذائية إلى تفاعلات الكينونات مع سلاسل جانبية من الأحماض الأمينية الأساسية في البروتينات (Matheis and Whitaker, 1984; Felton *et al.*, 1989; 1992)، وقد لوحظ انخفاض محتوى اللايسين في ظل وجود المركبات الفينولية وPPO، وتبين انخفاض 8% في اللايسين القابل للقياس في بروتينات البندورة (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall, 2003). وعلاوة على ذلك، الكينونات التي تشكلت خلال تفاعلات أكسدة PPO قد تخضع لإعادة تدوير الأكسدة، التي تولد الجذور الحرة، ويمكن أن تتلف الحمض النووي والبروتينات والأحماض الأمينية أو الدهون (Felton *et al.*, 1992; Hill, 1992). يبين الشكل (7) مراحل التفاعل التي تُظهر تأثير إنزيم بولي فينول أوكسيداز في إنتاج مركبات الميلانين التي تتفاعل في النهاية مع البروتينات.



الشكل 7 تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات (Felton *et al.*, 1992)

3.3.1 تثبيط عمل إنزيم PPO:

هناك عدة طرائق للسيطرة على إنزيم البولي فينول أوكسيداز مثل تعديل درجة الحموضة، واستبعاد الأوكسجين، والحرارة، وإضافة مركب بي سلفات الصوديوم، ومركبات الثيول، واستخدام مثبطات تنافسية، وعن طريق إضافة كل من السيستئين وحمض الأسكوربيك (Osuga *et al.*, 1994; Al-Senaidy and Ismael., 2011) يظهر تفاعل حمض الأسكوربيك مع المركبات الوسيطة (الكوينونات) وإرجاعها إلى مركبات الفينول في الشكل (8):



الشكل 8 تفاعلات إرجاع الكوينونات باستخدام حمض الأسكوربيك (Osuga *et al.*, 1994)

يمكن تعريف مثبطات الإنزيمات على أنها جزيئات ترتبط بالإنزيمات وتقلل من نشاطها بشكل مؤقت أو دائم، وهناك نوعين للمثبطات، إما عكسية أو لاعكسية. المثبطات اللاعكسية عادةً تتفاعل مع الأنزيم وتغيره كيميائياً (عن طريق تشكيل الروابط التساهمية)، هذه المثبطات توجد لتعديل بقايا الأحماض الأمينية الرئيسية اللازمة للنشاط الإنزيمي. في المقابل، يوجد مثبطات عكسية وهي التي ترتبط بروابط غير تساهمية، ويوجد أنواع مختلفة من المثبطات تنتج اعتماداً عما إذا كانت مثبطات لربط إنزيم ما، أو مجموع الأنزيم والمادة الركيزة، أو كليهما (Adam *al.*, 2001; Rigal, 2001). مثبطات الإنزيم تحدث أيضاً بشكل طبيعي وتشارك في تنظيم عملية الاستقلاب. على سبيل المثال، الإنزيمات في المسار الاستقلابي يمكن تثبيطها بالمنتجات التي تنتج خلال سلسلة التفاعلات وتعمل على تثبيطها. هذا النوع من ردود الفعل السلبية يبطئ خط الإنتاج عندما تبدأ المنتجات في

البناء وهو وسيلة هامة للحفاظ على التوازن في الخلية. أما مثبطات الأنزيم الخلوية الأخرى هي البروتينات التي ترتبط بالإنزيم وتمنع عمله. هذا يمكن أن يساعد في السيطرة على الأنزيمات التي قد تكون ضارة للخلية.

-المثبط التنافسي:

المثبط التنافسي هو عبارة عن مادة مشابهة جداً لبنيتها الكيميائية لبنية المادة الهدف (الركيزة) التي ترتبط بالإنزيم مما يجعلها قابلة للارتباط بالمستقبل على الأنزيم فتثبط عمله، يمكن التفوق على هذا المثبط بزيادة تركيز المادة الهدف (الركيزة). فالمثبطات العكسية تزيد من عملها عن طريق التفاعلات غير التساهمية مثل روابط الهيدروجين، والروابط الأيونية (روابط ضعيفة متعددة بين المثبط والموقع النشط تتدمج لإنتاج روابط قوية ومحددة) على عكس المواد الركيزة والمثبطات اللاعكسية، والمثبطات العكسية عموماً لا تخضع للتفاعلات الكيميائية عندما تكون مرتبطة بإنزيم ويمكن إزالتها بسهولة. (Rigal, 2001; Nogales-Delgado, 2021)

أنواع المثبطات العكسية:

(1) المثبطات العكسية التنافسية: في هذه الحالة، لا يمكن ربط المادة الركيزة والمثبط على الأنزيم في نفس الوقت. هذا ينتج عادة عند وجود ألفة كيميائية بين المثبط والموقع النشط من الأنزيم، فالمادة الركيزة والمثبط يتنافسان للوصول إلى الموقع النشط للإنزيم. هذا النوع من التثبيط يمكن التغلب عليه عن طريق زيادة تركيز المادة الركيزة. والمثبطات التنافسية غالباً ما تكون مشابهة من حيث الهيكلية للمادة الركيزة الحقيقية.

(2) المثبطات غير التنافسية: وهنا يرتبط المثبط مع الإنزيم في كلا الحالتين سواء كان هذا الإنزيم مرتبطاً بركيزته وكان موقعه النشط مشغولاً أو لم يكن مرتبطاً وكان موقعه النشط فارغاً.

(3) المثبطات المختلطة : يمكن للمثبط الربط بالإنزيم في نفس وقت ربط المادة الركيزة له. ومع ذلك، فإن ربط المثبط يؤثر على ربط المادة الركيزة، والعكس صحيح. هذا النوع من التثبيط يمكن تخفيضه، لا التغلب عليه، من خلال زيادة تركيز المادة الركيزة. على الرغم من أنه من الممكن للمثبطات من هذا النوع الربط في المواقع

النشطة، وهذا النوع من التثبيط عموماً ينتج عندما يرتبط المثبط على مواقع مختلفة على الإنزيم. أما بالنسبة لتثبيط أنزيم بولي فينول أوكسيداز كيميائياً بشكل خاص فالعديد من الطرق اعتمدت على استخدام مواد أو مركبات ذات طبيعة هيدروفوبية مثل السيكلوديكتريين، حيث تقوم هذه المركبات بحجز الفينول ذي الطبيعة الهيدروفوبية و الموجود في تركيب الإنزيم وبالتالي يتم تشكيل معقد معه ويتوقف بعدها نشاط الإنزيم. (Rigal, 2001؛ عبد الرزاق وآخرون، 2023) بشكل عام تعمل المثبطات الكيميائية وفق ثلاث آليات عمل مختلفة:

(Aksoy, 2020; Nogales-Delgado, 2021)

الآلية الأولى : تعتمد على استخدام مركبات أو أملاح معدنية.

الآلية الثانية: تستخدم المركبات ذات التأثير الحامضي .

الآلية الثالثة: تعتمد على استخدام مركبات ذات طبيعة متعادلة أو متقاربة مع الفينول الموجود في تركيب الأنزيم.

- الآلية الأولى: تقوم بعض المركبات مثل (2-ميركابتوبنيزوثيازول، EDTA (حمض إيتلين دي امين تتراسيتيك)، الميموزين، حمض الأوكزاليك، هومو سيسيتيين، أحادي أوكسيد الكربون) بتشكيل معقدات مع ذرة النحاس الموجودة في المركز الفعال للإنزيم كما يمكن أن تقوم بانتزاع أكثر من ذرة نحاس بحالة مؤكسدة فيه وتجعل الإنزيم غير فعال.

- الآلية الثانية : تعتمد على استخدام مركبات ذات تأثير حامضي مثل (حمض الليمون ، حمض الفوسفوريك، حمض الماليك ...الخ) حيث تقوم هذه المركبات بخفض درجة ال pH من الحدود المثلى لعمل الإنزيم 5-7 إلى الحدود غير المثلى لنشاطه من 3 - 4 كما يكون لهذه الأحماض القدرة على انتزاع ذرة النحاس الموجودة في المركز الفعال لإنزيم PPO.

- الآلية الثالثة : تعتمد على استخدام مركبات طبيعتها قريبة للفينول ومن هذه المركبات (حمض البنزويك ، حمض فينيل الكونيك ، حمض السيناميك، بيروكسيد الهيدروجين، حمض الأسكوربيك) حيث تنافس الفينول على الأوكسجين في الوسط كما تكون قادرة على تثبيت ذرة النحاس الموجودة في المركز الفعال للإنزيم ، ومن جهة أخرى يمكن استخدام مركب خليط من حمض الأسكوربيك مع ملح كلوريد الكالسيوم

او كلوريد الصوديوم حيث يكون لشاردة الكلور القدرة على تثبيت ذرة النحاس الموجودة في المركز الفعال للإنزيم والارتباط معها بتحفيز من حمض الأسكوربيك وبالتالي يتم تثبيط الإنزيم.

4.1 النودلز:

تُنتج النودلز في آسيا من القمح بشكل أساسي حيث يستخدم 40% من القمح المنتج في آسيا لتصنيع النودلز. (Crosbie et al., 1990)، والنودلز منتج يتم تحضيره عبر خلط الدقيق (باختلاف مصادره قمح، رز، ذرة... الخ) والماء والملح كمكونات أساسية عبر سلسلة من العمليات التكنولوجية كالخلط والرق والنقطة الطولي والعرضي، إضافة لعمليات لاحقة كالتجفيف الهوائي أو القلي أو السلق، والتي تختلف تبعاً للنوع المطلوب، مع بعض المواد المحسنة بهدف رفع جودته أو تحسين نكهته أو إطالة مدة حفظه أو إعطائه بعض الصفات المميزة (Fu,2008; Hou and Kruk, 1998). من المعتقدات التي كانت سائدة بأن تاريخ تصنيعها من دقيق القمح يعود للسلالة الحاكمة "هان" قبل ألفي عام في الصين (Fu,2008) غير أن اكتشاف النودلز من موقع "Neolithic" في "لاجيا" شمال غرب الصين، أعاد تاريخ تصنيعها إلى 4000 قبل الميلاد (Lu et al, 2005) وبعد ذلك انتشرت إلى البلدان الآسيوية الأخرى، فقد انتقلت صناعة النودلز اليدوية من الصين إلى اليابان قبل 1200 سنة (Nagao, 1996) وتطورت هذه الصناعة عام 1884 مع اختراع الآلات المؤتمتة، ومع بداية القرن العشرين انتشرت صناعة النودلز القلوية في اليابان. أما النودلز لحظية الطبخ Instant Noodles فقد تم تطويرها عن طريق شركة Nissin Foods اليابانية عام 1958م (Hatcher 2001). (Hou 2001) وفي السنوات الأخيرة، أصبحت النودلز الآسيوية أيضاً منتجاً شعبياً في العديد من البلدان خارج آسيا (Hou and Kruk, 1998).

1.4.1 أنواع النودلز:

تختلف أنواع النودلز باختلاف مجموعة من العوامل كالدقيق المستخدم، إذ يمكن استخدام أنواع مختلفة من الدقيق لتحضير النودلز مثل: دقيق الذرة، ودقيق الرز، ودقيق الرز البني، ومسحوق مجفف البطاطا، ومسحوق مجفف البطاطا الحلوة إضافة لدقيق نخيل الساغو (sago) المنتشر بشكل واسع في غينيا واندونيسيا وماليزيا

وتاييلاند (Fu,2008; Purwani and Thahir, 2006)، وتختلف الأنواع أيضاً فيما بينها باختلاف المواد المحسنة المضافة كإضافة البولي فوسفات إليها بهدف زيادة امتصاص الماء على سطح النودلز المصنعة، للحصول على إحساس أفضل في الفم عند تناولها، أيضاً تضاف الصمغ (صمغ الجوار، الصمغ العربي) كمحسنات للزوجة ومثبتات للقوام (Warrand et al, 2005) أو صمغ الفلاكسيد الذي يضاف كمحسن للمواصفات الفيزيوكيميائية للنودلز الناتجة وكمحسن لجودة النودلز بشكل عام (Kishk et al,2011). وتعدل أحياناً مرونة العجينة التي تصنع منها النودلز الجاهزة المقلية، بإضافة جزئية لنشاء البطاطا الطبيعي أو المعدّل، حيث تحسن هذه الإضافة من جودة معاملتها بالبخار والطبخ، وتخفض من درجة حرارة تجليتها أو تهلمها. (Hou and Kruk, 1998). كما وتُصنف النودلز بحسب طريقة التصنيع فهناك النودلز الطازجة والنودلز المبخرة والنودلز الجافة والنودلز اللحظية وغيرها من المنتجات (Fu, 2007). والجدول (1) يستعرض أهم أنواع النودلز المعروفة والمشهورة عالمياً والمنتشرة في قارة آسيا.

الجدول 1 أهم الأنواع الرئيسة للنودلز المنتشرة والمعروفة في قارة آسيا

اسم البلد	نوع النودلز
هونغ كونغ/ الصين	المقلية سريعة التحضير، الخام الصينية، المجففة، المُصنعة يدوياً.
إندونيسيا	المقلية سريعة التحضير، الرطبة الصينية.
اليابان	Hira-men, Udon, Hiya-mughi, So-men, Soba, Chuka-men.
كوريا	Udon, Soba، المقلية سريعة التحضير، المجففة
ماليزيا	Cantonese، Hokkien، المقلية سريعة التحضير، المجففة
الفلبين	Udon، المقلية سريعة التحضير، المجففة، الرطبة الصينية
سنغافورا	Hokkien، Cantonese، المقلية سريعة التحضير
تايوان	الرطبة الصينية، الخام الصينية، المقلية سريعة التحضير، المجففة.
تاييلاند	Bamee، المجففة، المقلية سريعة التحضير
إفريقيا/ أوروبا	المقلية سريعة التحضير.
أمريكا اللاتينية	المقلية سريعة التحضير، المجففة.
أمريكا الشمالية	Udon، Soba، المقلية سريعة التحضير، المجففة، الخام الصينية

(Hou and Kruk, 1998)

2.4.1 المواد الأولية المستخدمة في تصنيع النودلز:

• الدقيق:

تعد عملية طحن القمح وتحويله لدقيق من أكبر الصناعات الغذائية في العالم، حيث يتم فيها فصل الأندوسبرم عن طبقة الأغلفة والجنين للحصول على دقيق بنسب اسخراج مختلفة بناءً على نسبة الأغلفة الخارجية المختلطة مع الأندوسبرم (Borneo and León, 2012)، يستخدم دقيق القمح في إنتاج النودلز بمفرده أو مع أنواع أخرى من الدقيق كدقيق الحنطة السوداء أو دقيق أحد البقوليات، وعند تصنيع النودلز يفضل استخدام دقيق ذي محتوى رماد مُنخفض، حيث ينعكس ارتفاع نسبته سلباً على لون النودلز المُصنعة، ويؤثر محتوى الدقيق من البروتين بشكل مباشر في نوعية النودلز المُصنعة، فبالإضافة إلى كمية البروتين تعد نوعية البروتين وخصوصاً الغلوتين عاملاً هاماً في تصنيع النودلز (Weegels *et al.*, 1996) وتتناسب نسبة هذا البروتين إيجاباً مع قساوة النودلز الناتجة، وعكساً مع لونها ولمعانها (Fu, 2008; Hou and Kruk, 1998)، وقد تبين وجود علاقة سلبية بين محتوى الدقيق من البروتين ونسبة الدسم الممتصة عند تصنيع النودلز الجاهزة المقلية بارتفاع نسبة البروتين في الدقيق تنخفض نسبة الدسم الممتصة (Wu *et al.*, 2006) بينما يؤدي استخدام دقيق مُنخفض البروتين إلى إعطاء عجينة تحوي عدداً أكبر من الحبيبات الهوائية، وهذا يؤدي إلى امتلاء هذه الحبيبات بالزيت في أثناء القلي. (Kruger *et al.*, 1996). يراعى أيضاً في تصنيع النودلز عدم احتواء الدقيق المستخدم على نسبة كبيرة من حبيبات الدقيق صغيرة الحجم في وسط العجن، وذلك لأن زيادة هذه الحبيبات دليل على حدوث تهتك كبير للنشاء في أثناء الحصول على هذا الدقيق خلال عملية الطحن، وهذا التهتك بدوره سيؤدي إلى زيادة كمية الماء الممتصة (Kruger *et al.*, 1996)، ويعرف عن النشاء المُتهتك امتصاصه ضعفي وزنه ماء في أثناء عملية العجن، الأمر الذي يؤدي إلى تدبّق سطح النودلز بشكل عام والنودلز القلوية المسلوقة بشكل خاص، وتؤثر سلباً على سهولة مضغها، كما تؤثر زيادة نسبة النشاء المُتهتك في

الدقيق بشكل سلبى على لون النودلز الناتجة، وارتفاع فاقد الطبخ (Kruger et al, 1996; Oh et al, 1985)

• الملح المستخدم:

يتمتع الملح بخاصيته الهيجروسكوبية التي تؤدي دوراً هاماً في توزيع وانتشار الرطوبة داخل العجين (Kubomura, 1998) كما أن هنالك تأثير لزيادة الملح على النودلز الطازجة حيث تبين أنه مع زيادة نسبة الملح المضاف للعجين ينخفض زمن تجفيف النودلز الناتجة (Chen et al, 2014)، ويتم تصنيف النودلز بالاستناد إلى طبيعة وخصائص الملح المستخدم في تصنيعها إلى: (Hou and Kruk, 1998)

❖ **النودلز المملحة البيضاء:** يحوي هذا النوع من النودلز على ملح كلوريد الصوديوم وعادةً ما يصنع

من دقيق يحوي 8-11% بروتين، كالنودلز اليابانية، والنودلز الخام الصينية، والنودلز المجففة.

❖ **النودلز القلوية الصفراء:** تحتوي هذه النودلز على الأملاح القلوية وعادةً ما يصنع من دقيق

يحوي 9-13% بروتين، ومنها النودلز الصينية الرطبة، ونودلز hokkien، ونودلز Cantonese،

والتايلاندية bamee، والنودلز سريعة التحضير تندرج تحت فئة النودلز الصفراء.

• زيت النخيل:

يعد زيت النخيل من أكثر الزيوت المنتجة عالمياً وعلى نطاق واسع وهام، إلا أن بعض أنواع الزيوت الاستوائية كزيت النخيل وزيت جوز الهند توصف بغير الجيدة مقارنة مع الزيوت النباتية الأخرى، ويعود السبب إلى احتواء هذه الزيوت الاستوائية على الأحماض الدهنية المشبعة التي تكون عادة في الدهون الحيوانية كالزبدة والشحوم، حيث يتكون زيت النخيل من 50% من الأحماض الدهنية المشبعة وهذا يؤدي إلى إعطائه القوام الجامد، فكلما ارتفع محتوى الأحماض الدهنية المشبعة كلما كان الدهن أكثر تجمداً في درجة الحرارة العادية، وترجع التحذيرات من الإكثار في استهلاك زيت النخيل، خصوصاً في السنوات الأخيرة بسبب ما يعرف من آثار سلبية الأحماض الدهنية المشبعة على الصحة، فقد ارتبطت

هذه الأحماض الدهنية المشبعة ولزمن طويل بأمراض القلب، فهي تزيد من مستويات الكوليسترول، والشحوم الثلاثية اللذين يعدان عاملاً أساسياً في حدوث أمراض القلب.

إلا أنه ورغم كل هذه التحذيرات يبقى زيت النخيل زيتاً طبيعياً يحتوي على أحماض دهنية مشبعة بصفة طبيعية حاوية على الفيتامينات الذائبة في الدهون كالفيتامين A و B و D والفيتامين K ، وهو أفضل من الدهون المتحولة كالمارجرين التي تزيد من الكوليسترول المنخفض الكثافة والشحوم الثلاثية ، وهذا الأمر مضر جداً بصحة القلب والشرابين.

يساعد تغطيس النودلز في الزيت الساخن عند القلي في التخلص من الماء الزائد في النودلز، الأمر الذي يسمح بتوزيع الزيت بشكل متجانس داخل خيوط النودلز، وهذا يسرع من تهلم النشاء نتيجة إيصال حرارة القلي إلى داخل هذه الخيوط (Kruger, et al, 1996)

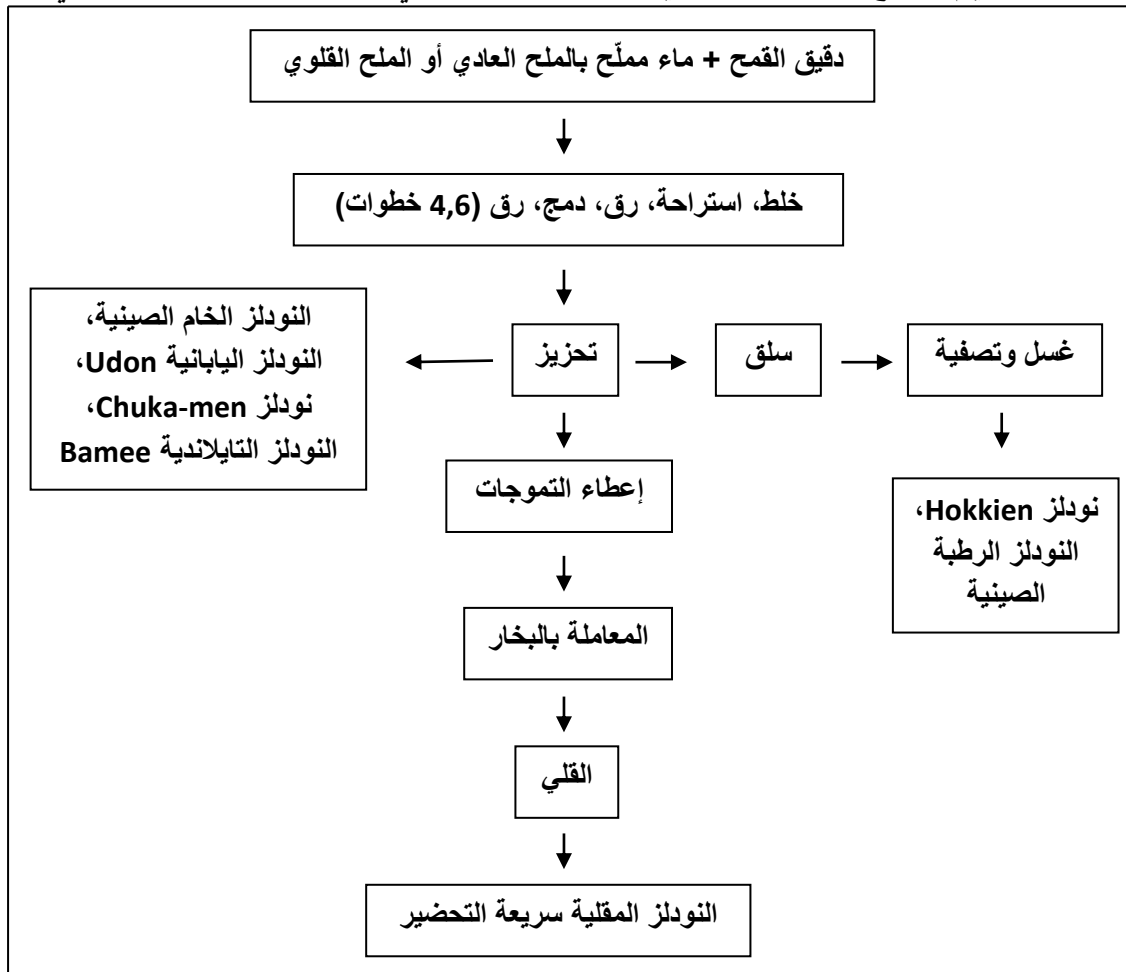
فجفاف السطح الخارجي بتأثير عملية القلي يدفع الماء إلى الهجرة من الداخل إلى الخارج ليستبدل بعض المحتوى المائي للنودلز بالزيت، ويتشكل العديد من الثقوب الدقيقة في خيوط النودلز في أثناء عملية القلي، وتشكل هذه الثقوب قنوات للماء عند وضع النودلز المقلية في الماء الساخن عند الطهي ما يقارب 3-4 دقائق قبل الاستهلاك (Hou and Kruk, 1998)

3.3.1 تصنيع النودلز:

تؤدي طريقة التصنيع دوراً في تصنيف النودلز إلى كل من الأنواع التالية: نودلز طازجة، ونودلز مجففة، ونودلز مسلوقة، ونودلز مبخرة (Hou and Kruk, 1998). فالنودلز الطازجة تتميز بنسبة رطوبة تتراوح بين 32-40% ومدة صلاحية من يوم لعدة أيام وغالباً ما تستهلك هذه النودلز خلال 24 ساعة من التصنيع بسبب تغيير اللون سريعاً، ويمكن تخزينها تحت التبريد بدرجة حرارة 4-7°م ولمدة 3-5 أيام، وتتميز بقوام ناعم ومطاطي، ويراعى في إنتاجها تقطيع خيوط النودلز القادمة من اسطوانات التقطيع لأطوال معينة، ومن ثم تُوجّه للتعبئة دون أي مزيد من التجهيز، ومن أمثلتها النودلز الخام الصينية و نودلز udon، chuka -men، والتايلاندية bamee،

والنودلز Cantonese، ونودلز سوبا، (Fu, 2007)، وفي النودلز المسلوقة تسلق فيها خيوط النودلز الطازجة (90%)، أو تطبخ بشكل كامل، وبعد السلق، تُشطف بالماء البارد، ثم يليها التجفيف والتغليف مع الزيت النباتي 1-2% لمنع التصاق الخيوط، وتشمل كلاً من: النودلز الصينية الرطبة، والنودلز hokkien، والنودلز udon، والنودلز soba، إلا أن بعض أنواعها كالنودلز udon المسلوقة والنودلز soba لا تغلف مع الزيت، ويتم بشكل عام إعادة تسخين النودلز المسلوقة هذه من 1-2 دقيقة قبل الاستهلاك أما بالنسبة للنودلز المجففة تكون رطوبتها أقل من 14% ومدة حفظها من سنة إلى سنتين وتجفف بواسطة أشعة الشمس المباشرة أو في ظروف يمكن التحكم فيها، ومن أمثلتها: النودلز الخام الصينية، النودلز Cantonese، chuka-men، والنودلز udon، والنودلز سوبا المجففة. (Fu, 2007)، وفي النودلز المطهية البخار (المبخرة) تعرّض خيوط النودلز للبخار في مبخرات خاصة حتى تصل إلى رطوبة تعادل حوالي 65%، ويسمى أيضاً هذا النوع "ياكي-سوبا"، ويعد في كثير من الأحيان بالقلبي من أجل الاستهلاك، وتتميز النودلز المبخرة برطوبتها المنخفضة وطول مدة حفظها، أما في النودلز المقلية سريعة التحضير التي تعامل بالتبخير الجزئي ومن ثم تجفف بالقلبي. (Kim, 1996)، وبالتالي فهي تحتوي على نسبة كبيرة من الدهون حوالي (20%)، الأمر الذي يحد أيضاً من مدة تخزينها إلى 5-6 أشهر، نتيجةً لأكسدة الدهون وحصول عمليات التزنخ في النودلز المخزنة، الأمر الذي يشكل مخاوف صحية من تناول مثل هذا النوع من النودلز (Pronyk, et al, 2010)

ويتم تصنيع النودلز المقلية سريعة التحضير المعتمدة في هذا البحث وفق المخطط التالي:



الشكل 9 مخطط تصنيع النودلز المقلية (Hou and Kruk, 1998).

إن الهدف من تكرار عملية الرق هو تشكيل الشبكة الغلوتينية وخفض سماكة الرقائق إلى سماكة محددة، وبعدها تقطع الرقائق إلى شرائح بحسب الطول والعرض المطلوبين (Wu et al., 1998)، وعند طهي النودلز تنقل خيوط النودلز المتموجة إلى المبخر، بهدف تسريع جلتنة النشاء، ثم تجفف بالقلي، وهي عملية سريعة جداً، يتبخّر فيها الماء بسرعة من سطح النودلز عند التغطيس بالزيت الساخن. (Hou and Kruk, 1998)

4.3.1 خصائص جودة دقيق النودلز:

إن ارتفاع نسبة الرماد في الدقيق ينعكس بشكل سلبي على لون النودلز الناتجة وإعطائها لوناً داكناً، لكن وعلى الرغم من أن استخدام دقيق منخفض الرماد فهذا لا يضمن الحصول على اللون المرغوب لها، حيث يؤثر محتوى

الدقيق من الأصبغة الطبيعية بشكل كبير على لون النودلز الناتجة، كما أن إنزيم بولي فينول أوكسيداز الموجود عادةً في الأغلفة الخارجية للحبة (النخالة) والذي يزداد تركيزه بارتفاع نسبة الاستخراج يعد سبباً في زيادة دكنة النودلز، وخاصة النودلز الخام والمسلوقة. (Hatcher and Kruger 1993; Fuerst *et al.*, 2006).

تُقيّم النودلز عادةً عبر ثلاثة خصائص أساسية وهي: الأداء في أثناء التصنيع (كالعجن وتشكيل الخيوط والقلي وغيرها...)، ومتطلبات لون النودلز، وقوام النودلز (كالقساوة والتدبق... إلخ)، كما يتم تقييم بعض الخصائص الأخرى في أثناء التصنيع وبعده، ومن أهمها: المظهر، وخصائص الطبخ، وخصائص المضغ (Hou and Kruk, 1996, Kruger, *et al.*, 1998)، ويعد لون النودلز مؤشر الجودة الأول الذي يُدرك حسياً من قبل المستهلك في أثناء الشراء، ويمكن تقييمه إما حسياً عن طريق النظر أو آلياً، ولكن تفضّل في الحقيقة الطرق الحسية، وتُحدّد اختلافات اللون مباشرة بواسطة العين، و يمكن إعطاء أهمية لمساهمة كل من مظهر اللمعانية، واصفرار اللون، والمظهر شبه الشفاف بالإضافة إلى غياب البقع (Hou and Kruk, 1998, Hou, 2001)

والجدول (2) يبين المؤشرات التي يعتمد عليها في تقييم اللون:

جدول 2 متطلبات لون النودلز

نوع النودلز	متطلبات اللون
الخام الصينية	لون أبيض برّاق، تغيّر طفيف في اللون خلال (24) ساعة
اليابانية udon	لون أبيض كريمي برّاق، تغيّر طفيف في اللون خلال (24) ساعة
الرطوبة الصينية	لون أصفر برّاق، تغيّر طفيف في اللون خلال (24) ساعة
الماليزية Hokkien	لون أصفر برّاق، تغيّر طفيف في اللون خلال (48) ساعة
Chukka-men	لون أصفر برّاق، تغيّر طفيف في اللون والتبّقع خلال (24) ساعة
الجاهزة المقلية الصينية	لون أصفر برّاق
الجاهزة المقلية الكورية	لون أصفر برّاق
الجاهزة المقلية الفلبينية	لون أصفر برّاق
التايلندية Bamee	لون أصفر غامق برّاق، تغيّر طفيف في اللون خلال (24) ساعة

(Hou and Kruk, 1998)

يعد القوام صفة حسية تشمل كلا من: القضم، والمرونة، وقابلية المضغ، والطراوة، والقساوة....الخ، وهذه الخواص تُدرك بواسطة الحواس في أثناء استهلاك الغذاء، ولا تقاس بشكل عام بطريقة آلية (Inglett *et al*, 2005; Ross, 2006)، وتفضّل النودلز التي يكون تغيّر لونها نحو الدكنة أقل خلال (24) ساعة، ويستثنى من ذلك كل أنواع النودلز التي تخضع لعملية السلق أو المعاملة بالبخار أو القلي أو التجفيف الهوائي، لأن هذه العمليات الحرارية تنشط نشاط الإنزيمات التي تسبب تغيّر اللون، لذلك يتم تقييم هذه الأنواع من النودلز فقط في اليوم نفسه الذي تحضّر فيه و يعد ذلك كافياً (Hou, 2001; Kruger, *et al*, 1996,).

والجدول (3) يبين الخصائص المطلوبة لقوام بعض أنواع النودلز:

الجدول 3 الخصائص المطلوبة لقوام بعض أنواع النودلز

نوع النودلز	الخصائص
الخام الصينية	القضم والمرونة الجيدان، الإحساس الجيد في الفم، والقوام المتماسك في الماء الساخن.
اليابانية udon	السطح الأملس للنودلز، والإحساس الجيد في الفم.
الرطبة الصينية	القضم الجيد، والمرونة وسهولة المضغ، والتدبّق المنخفض، والقوام المتماسك في الماء الساخن.
الماليزية Hokkien	القضم الجيد، والمرونة وسهولة المضغ، والتدبّق المنخفض.
Chukka-men	وجود حالة من التوازن بين الطراوة والقساوة، والمرونة، والنعومة.
الجاهزة المقلية الصينية	القوام الجيد عند المضغ، والسطح الأملس للنودلز، والقوام المتماسك في الماء الساخن.
الجاهزة المقلية الكورية	التماسك والمرونة، والتدبّق المنخفض، والإحساس الجيد في الفم.
الجاهزة المقلية الفلبينية	القضم والمرونة الجيدان، والإحساس الجيد في الفم، والقوام المتماسك في الماء الساخن.
التايلندية Bamee	القضم والمرونة الجيدان، والإحساس الجيد في الفم.

(Hou and Kruk, 1998)

5.1 الخبز:

يُعتبر الخبز الغذاء الرئيس لأغلب شعوب العالم، ويشكل أحد أهم المواد الغذائية بالنسبة للإنسان، ومنذ قرون يشكل واحداً من أكثر المنتجات الغذائية استهلاكاً وقبولاً بسبب قيمته الغذائية العالية نسبياً وخصائصه الحسية الفريدة (الملس والذوق والنكهة)، وهذه الأهمية ناتجة عن احتوائه مكونات أساسية تؤدي دوراً هاماً في مختلف عمليات الاستقلاب التي تحدث في جسم الإنسان، وأهم هذه المكونات هي الكربوهيدرات، والبروتينات بمحتواها من الحموض الأمينية الأساسية، والدهون، والأملاح المعدنية، والفيتامينات، وغيرها من مواد الطعم والنكهة. (Roshid et al, 2016)

تطورت صناعة الخبز تطوراً كبيراً، وهناك طرائق كثيرة لإعداده تختلف من مجتمع لآخر، في بلدان مختلفة من العالم يصنع الناس الخبز بالطريقة اليدوية تماماً كما كان يصنع الخبازون القدامى، أما في الدول الصناعية فإن معظم عمليات صنع الخبز في المخابز التجارية تتم بواسطة الآلات، وبطاقات إنتاجية عالية، وذلك بفضل التقنية العالية والتكنولوجيا الحديثة المتطورة، ويُنتج بأنواع مختلفة كخبز الصمون والخبز المرقد والخبز المحلى وخبز الحمية وغيرها من الأنواع الأخرى. (مصطفى، 1993)، ويعتقد المؤرخون بأن قدماء المصريين تعلموا صنع خميرة الخبز في نحو عام 2600 قبل الميلاد، وظل معظم الناس ولمئات السنين يتناولون الخبز المعد من الدقيق الكامل أو الأسمر أو أنواعاً أخرى من خبز الحبوب الكاملة، و كان سعر دقيق القمح الأبيض مرتفعاً بشكل كبير حيث كان طحنه يستغرق ساعات طويلة من العمل اليدوي، وخلال نهاية القرن التاسع عشر طور أصحاب المطاحن آلات لطحن القمح بثمن زهيد وإنتاج الدقيق الأبيض، وبحلول القرن العشرين أصبح الخبز الأبيض غذاءً شائعاً. (مصطفى، 1993)

1.5.1 أنواع الخبز:

يُصنف الخبز الذي يُصنع في سورية إلى أنواع متعددة: (مصطفى، 1993)

- الخبز العربي المرقد المحسن (منفصل الشطرين): ويسمى أيضاً بالخبز السياحي وهو نوعان: الأول ذو حجم كبير دائري يتراوح قطره بين 33-30سم، والثاني ذو حجم صغير يتراوح قطره بين 20-23سم،

وفي كلا النوعين يكون الرغيف مشكلاً من طبقتين متلاحمتي الأطراف مع انتفاخ في الوسط، يدخل في تركيب العجينة إضافة إلى الدقيق والماء وملح الطعام والخميرة كل من السكر الأبيض والحليب المجفف خالي الدسم على ألا تقل نسبة كل منها عن 1%

- **الخبز العربي المرقد العادي(منفصل الشطرين):** وهو كالخبز المرقد المحسن ولكن دون إضافة السكر الأبيض والحليب المجفف خالي الدسم.
- **الخبز العربي المشروح:** يكون الرغيف في هذا النوع من الخبز مكوناً من طبقة واحدة، شبه دائري الشكل ويتراوح قطره بين 45-50سم، وفي هذا النوع لاتضاف المحسنات التي ذكرت سابقاً.
- **الخبز المنقوش:** يكون الرغيف في هذا النوع إهليلجياً أو دائرياً تقريباً، يتراوح قطره بين 20-25 سم ، مكون من طبقتين متلاحمتين مع وجود فجوات في السطح العلوي، ولايضاف للعجينة أي نوع من المحسنات.
- **الخبز الإفرنجي:** في هذا النوع من الخبز يكون الرغيف ذا قشرة خارجية رقيقة صلبة بنية اللون، ويكون وسط الرغيف(اللب) طرياً وذا قوام إسفنجي

2.5.1 المواد الأولية المستخدمة في تصنيع الخبز:

• الدقيق :

يصلح الدقيق المنتج من كامل حبة القمح أي بنسبة استخراج 100% لتصنيع الخبز الأسمر الذي يعد من أكثر أنواع الخبز صلاحية للتغذية نظراً لارتفاع قيمته الغذائية، أما الخبز المصنع من دقيق ذي نسبة استخراج 82% فهو حاوٍ على نصف كمية النخالة تقريباً، ويسمى هذا الدقيق بالدقيق الأسمر(التمويني الموحد)، في حين يكون الدقيق الفاخر(زيرو) بنسبة استخراج 72% وهو أقل بقيمته الغذائية من الخبز الأسمر، نظراً لخلوه من الألياف الغذائية وافتقاده لكمية كبيرة من الفيتامينات، والمعادن (Borneo and León, 2012) ، لكن ونظراً للتأثير السلبي للنخالة في الصفات الحسية للخبز المنتج من دقيق ذي نسب استخراج عالية بسبب ضعف الشبكة الغلوتينية وانخفاض قدرتها على حجز كمية أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون الأمر الذي أدى إلى انخفاض معدل إنتاج خبز القمح الكامل أو الخبز الأسمر.

(Schmiele et al., 2012)

وفقاً للمواصفة القياسية السورية رقم (192\2002) يتمتع الدقيق المستخدم في صناعة الخبز بنسبة استخراج (80-82%) و نسبة النشاء المتهتك بحدودها الطبيعية (4%) و يجب أن تكون قدرته على امتصاص الماء و قابليته للعجن و التخمر جيدة ، كما يجب أن تكون قدرة العجين الناتج على إعطاء الغاز و احتجازه جيدة ، كما يؤثر في الدقيق المستخدم كمية و نوعية البروتين و فعالية إنزيم ألفا وبيتا أميلاز، فلهذين الإنزيمين دوراً هاماً في زيادة نعومة وليونة العجينة بسبب إنتاج الدكسترين من النشاء، علماً أن زيادة نسبة هذه الإنزيمات عما هو مطلوب يعطي نتائج سلبية. (Feilliet, 2000)

ويعتمد إنتاج الخبز بشكل رئيس على نسبة الاستخلاص للدقيق فيحكم من خلال هذه النسبة على جودته ومن ثم على جودة الخبز كمنتج نهائي.

● الماء :

يوجد الماء بثلاثة أنواع :

❖ ماء عسر (قلوي) .

❖ ماء يسر (طري) .

❖ ماء متوسط العسورة (ماء عذب) .

ويؤدي الماء دوراً في تحديد نسبة العناصر المعدنية النهائية في الخبز و على إنجاح عملية المزج و الخلط ، فيعمل الماء على ضبط درجة حرارة العجين و يسهم في إذابة الملح و المواد المضافة و الخميرة و هو منشط لعمل الإنزيمات (م.ق.س، 45)، ويسهم في تشكيل الشبكة الغلوتينية والانتفاخ الضروري للنشاء، ويتوزع في العجينة على النحو التالي:

- 45.5% من الماء الكلي يرتبط مع النشاء.
- 31.3% من الماء الكلي يرتبط مع البروتينات
- 23.2% من الماء الكلي يرتبط مع البنتوزانات (مصطفى، 1993)

والماء المفضل استخدامه في صناعة الخبز هو الماء العذب لأن جزءاً من الأملاح المعدنية المنحلة فيه تعد ضرورية لتقوية جلوتين العجين .

تتراوح درجة قساوة الماء العذب المستخدم من 50-100 PPM و كمية الماء المستخدم من 60-65% تختلف حسب نسبة الامتصاص .

ويجب أن يكون الماء مطابقاً للمواصفة القياسية السورية رقم 45 الخاصة بمياه الشرب .

• الملح :

هو مركب كيميائي ناتج من اتحاد الصوديوم مع الكلور على شكل بلورات بيضاء ، فالملح المستخدم

لصناعة الخبز نقاوته من 95-99% ، و نسبة المواد المعلقة غير المنحلة أقل من 20 PPM .

يضاف للعجينة بنسبة 2.3- 1.5% من وزن الدقيق وتأتي أهمية الملح لأنه يضفي الطعم الجيد على

الخبز و يعمل على تقوية الجلوتين و تنظيم تشكل الغاز في أثناء التخمر و يسهم في نضج العجين ،

كما يعمل على تأخير الفساد الميكروبيولوجي أي له تأثير كمادة حافظة. (م.ق.س 74 ؛ مصطفى،

1993)، ويجب أن يكون الملح قابلاً للانحلال بشكل جيد ، خالي من الشوائب ، ذا لون أبيض ، لا

يتكتل ، وذا توزيع تام و متجانس ، و يجب أن يكون مطابقاً للمواصفة القياسية السورية رقم 74 الخاصة

بملح الطعام

• الخميرة : (م ق س 143، مصطفى، 1993)

الخميرة المستخدمة لإنتاج الخبز هي *Saccharomyces cerevisiae* وهي تعمل على تحويل

العجين الجامد الى كتلة خفيفة مرنة مطاطية مسامية ، و تعمل على تحسين القوام وتعد مصدراً هاماً

للفيتامينات و الإنزيمات، إذ تعمل الإنزيمات التي تفرزها الخميرة في نهاية المطاف على تحول جزء من

السكريات إلى كحول وغاز ثاني أكسيد الكربون ، إذ يشترك الأول في تحسين النكهة والثاني له تأثير

ناهض للعجينة.

تتعلق كمية الخميرة المستخدمة بعدة عوامل أهمها : مردود الدقيق و نسبة استخراجه، وطزاجة الخميرة المستخدمة و قوتها، ونوع المواد المضافة والمحسنة.

في الصيف تكون كمية الخميرة المستخدمة أقل نظراً لارتفاع درجة الحرارة التي تؤدي لتسريع عملية التخمير .

ومن صفات الخميرة الجيدة:

- برودة ملمسها.
- ذات لون كريمي.
- تكسرها إلى قطاعات منتظمة.
- تشابه نكهتها مع نكهة التفاح الناضج.
- وتكون الخميرة غير صالحة للاستعمال إذا لوحظ عليها مايلي:
- ذات لون بني داكن.
- لبنية وذات قوام لزج.
- ذات رائحة كريهة.
- ملمسها دافئ ومتحجب.

وبشكل عام ينصح بإضافة 1-1.5% من الخميرة عند صناعة الخبز ويجب أن تكون الخميرة مطابقة

للمواصفة القياسية السورية رقم 143 الخاصة بالخميرة

1-5-3 تصنيع الخبز العربي المرقد العادي: (مصطفى، 1993)

يُصنع الخبز العربي المرقد العادي عبر مجموعة من المراحل وهي كالتالي:

- **تحديد الخلطة:** تتكون الخلطة من الدقيق والماء والخميرة وملح الطعام، ويجري في العادة قبل التصنيع إجراء اختبارات أولية على الدقيق المستلم في المخبز لتحديد نسبة الماء الواجب إضافتها للخلطة، وعادة

تكون الخلطة مكونة من 100 جزء دقيق و 60-65% ماء و 1.5% ملح كلوريد الصوديوم و 2-3% خميرة.

• **العجن:** تخطط المكونات المذكورة سابقاً للأهداف التالية:

- توزيع جميع المكونات في مخلوط متجانس
 - تشجيع إذابة وإماهة المكونات.
 - تكوين الشبكة الغلوتينية داخل العجينة.
 - إدخال فقاعات هوائية في كتلة العجين لتكون نواة للتركيب المسامي.
 - منح العجينة الشكل المرغوب لاستكمال الخطوات اللاحقة.
- وتستعمل العجانات الآلية ، منها الأفقي والرأسي ولكل عجانة سرعتان إحداها منخفضة أي نحو 35 دورة بالدقيقة تستخدم في مرحلة الخلط الأولي، أما السرعة المرتفعة فتكون نحو 70 دورة في الدقيقة وتستعمل في مرحلة تكوين العجين والتي تلي عملية الخلط.
- وتتم عمليتا الخلط والعجن في العجانات العمودية بوضع كمية من الماء حرارته 30 درجة مئوية، في حوض العجانة بعد حجز كمية قليلة منه لإذابة كل من الملح والخميرة لاحقاً.
- يذوب الملح بكمية قليلة من الماء ويضاف للحوض على أن يشغل ذراع العجانة ببطء ثم يضاف نصف كمية الدقيق، يليه إضافة الخميرة بعد حلها في قليل من الماء ، وتستمر عملية تحريك الذراع ببطء، يليها إضافة باقي الدقيق، وبعد إنجاز عملية الخلط تتم زيادة سرعة ذراع العجانة وتستمر عملية العجن مدة 10-18 دقيقة.

• **تخمير العجينة:** وفي هذه المرحلة إما تترك العجينة في حوض العجانة ساكنة أو تنقل إلى عربة أو

خزان مصنوع من معدن الستانلس ستيل وذلك من أجل التخمر، وفي هذه المرحلة تحدث العديد من التغيرات التي تؤدي إلى نضوج العجينة، إذ تقوم الخميرة بتحويل جزء من السكريات إلى كحول وغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعمل على رفع العجينة وانتفاخها، والمدة اللازمة للتخمير هي عادةً بين 35-

45دقيقة، ولاختبار انتهاء عملية التخمير تؤخذ قطعة صغيرة من العجينة ويتم تشكيلها على شكل رغيف ووضعها داخل الفرن فإذا ظهر احتراق في بعض أجزاء سطحه ولم ينفصل شطراه دل ذلك على عدم انتهاء عملية التخمير.

- **تقطيع العجينة وتكويرها:** تُقطع العجينة إلى قطع صغيرة متساوية بحيث يكون وزن كل منها معادلاً لوزن الرغيف مع مراعاة زيادة وزن القطعة بما يتناسب مع الفقد الذي يحصل في عملية الشواء بالفرن، ويراعى أيضاً إضافة الدقيق إلى آلة التكوير لمنع التصاق قطع العجين بالآلة، ثم تترك للاستراحة 5-10 دقائق في المخابز نصف الآلية، أما في المخابز الآلية فتتابع الكرات مسيرها على السير، وتكون مدة الاستراحة من 5-2 دقائق، وذلك حسب سرعة السير

- **تشكيل الأرغفة (الرق):** تمرر الكرات ضمن زوجين من الاسطوانات لتأخذ شكل الرغيف المستدير والمرغوب بحيث تكون سماكته بحدود 3mm وبعدها تُنقل على سير قماشي سميك -في المخابز الآلية- لتصل إلى حجرة التخمير النهائية والتي تم ضبطها مسبقاً على حرارة 27 م° ورطوبة نسبية 75-80% ويستمر بقاء الأرغفة داخل الحجرة بين 20-10 دقيقة.

- **الخبيز(الشواء بالفرن):** معظم الأفران الآلية تستعمل الفرن ذا الحصيرة المعدنية المتحركة، إذ يتكون الفرن من حجرة لها منفذان ، الأول تدخل منه الأرغفة لتمر في بيت النار - على الحصيرة المعدنية- لتخرج من المنفذ الثاني بعد أن تكون تعرضت لعملية الشواء في الفرن على حرارة بحدود 500 م°، ويحدث للرغيف في هذه المرحلة مجموعة من التغيرات :

- تتوقف جميع التفاعلات الحيوية ويقف نشاط الإنزيمات.
- يتبخر الكحول والماء وتتخثر البروتينات.
- يزداد الضغط البخاري مؤدياً إلى إنضاج الرغيف وانفصال شطريه مع بقاء أطرافه ملتصقة.
- يتلون وجه الرغيف باللون البني الخفيف بسبب تكرمل السكريات وحدوث الاسمرار غير الإنزيمي نتيجة التفاعل بين السكريات والأحماض الأمينية.

كل هذه التغيرات تكسب الرغبة النكهة المرغوبة والنضوج الكامل.

- **تبريد الخبز:** يتم تبريد الأرغفة مباشرةً بعد خروجها من الفرن ودون أي تأخير وذلك لمنع التصاق شطري الرغبة وتعبه، وتتم عملية التبريد بتساقط الأرغفة على سير معدني شبكي فتتعرض إلى تيار من الهواء، ويجري تحديد سرعة السير المعدني بما يتناسب والمدة الزمنية اللازمة لتبريد الأرغفة وعادةً تقدر هذه المدة بـ 10 دقائق.

4.5.1 خصائص جودة الخبز:

يشكل البروتين حوالي (8-15%) من الدقيق، ويفضل في صناعة الخبز العربي أن تكون نسبة البروتينات في الدقيق (11-12.5). ويعد بروتين الدقيق الجزء الأكثر أهمية من حيث علاقة الدقيق بجودة الخبز. وعلى الرغم من أن جميع الحبوب متشابهة بما تحتويه من البروتين فإن احتواء أندوسبيرم القمح على الغلوتين والجليادين مهم بالنسبة لعملية الخبز، نظراً لأنهما يستطيعان بوجود المحلول الملحي والعجن الميكانيكي تشكيل معقد متماثل ولدن يدعى الغلوتين (Gluten)، ويستطيع معقد الغلوتين حجز الغازات الناتجة عن عملية التخمير وهذا يمكن من الحصول على منتج خببز منتفخ، كما أنه يربط باقي المكونات من نشاء وخميرة وملح طعام معاً.

ولكن أهم ما يميز دقيق القمح عن بقية أنواع الحبوب هو خصائص بروتيناته الفريدة، بحيث يكون الدقيق الناتج عنه هو الأفضل لصناعة المعجنات بشكل عام، فعند مزج دقيق القمح مع الماء تتحد بروتيناته (الجليادين والغلوتين) مع بعضها ومع مركبات أخرى مثل اللييدات والكربوهيدرات وعناصر معدنية لتشكيل كتلة لزجة مطاطية تدعى الغلوتين، ويكون الغليادين مسؤولاً عن صفة اللزوجة والغلوتين عن صفة المطاطية (Weegels *et al.*, 1996; Khatkar and Schofield, 1997; Feillet, 1980)

إن جودة الغلوتين تؤدي دوراً رئيساً في إنتاج الخبز ذي المواصفات الجيدة، حيث لا يمكن التعويل على احتواء الدقيق على نسبة عالية من البروتين للحصول على الخبز، بل يتوقف الأمر على قدرة هذا البروتين على تشكيل الغلوتين بشكل جيد، لذلك يجب أن يتوفر الغلوتين بنسبة جيدة، وأن يتمتع بخاصتي المرونة والمطاطية بصورة جيدة ومتوازنة. (قريحي، 2016)

وعموماً يجب أن يتوافر في الدقيق المعد لصناعة الخبز المواصفات التالية (Halverson and Zeleny, 1988):

- محتوى كاف من البروتين ونوعية مقبولة من حيث القوة والمرونة والثبات.
 - محتوى رطوبة لا يزيد عن 14% لضمان تخزين جيد.
 - قوة امتصاص عالية للماء.
 - تحمل العجين للمزج والتشكيل دون أن يؤثر على مواصفاته الريولوجية.
 - مساحة اكستنسوغراف كبيرة وثباتية عالية في مخطط الفارنيوغراف.
 - قدرة عالية على احتفاظ العجينة بالغاز.
 - نشاط أميلازي مقبول لإنتاج القدر اللازم من الغازات والمواد الضرورية الأخرى.
 - مقبول من حيث اللون.
- يحدد محتوى الدقيق من النشاء المتهتك مدى جودة وملاءمة الدقيق لتصنيع الخبز، إذ تنتج حبيبات النشاء المتهتك بفعل عملية الطحن، ويسهل وجودها من عمل إنزيمات الأميلاز التي تحولها إلى سكريات تحتاجها الخميرة في عملية التخمير وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون، الذي بدوره يعمل على انتفاخ رغيف الخبز (مصطفى، 1993)، ويوجد العديد من العوامل المؤثرة على جودة الخبز الناتج وهي: (Halverson and Zeleny, 1988):
- نوعية الدقيق المستخدم و طريقة حفظه.
 - طريقة إعداد العجينة.
 - خواص المواد المضافة (ملح - ماء - خميرة - محسنات) و طريقة إضافتها.
 - طريقة التخمير.
 - طريقة الشواء.
 - تبريد الرغيف بعد خروجه من بيت النار.
 - طريقة حفظ الخبز (بالجو العادي - تبريد - تجميد).
 - خالي من الإصابات الحشرية والفطرية.

الفصل الثاني

مواد وطرائق

البحث

Materials And Methods

2 . مواد البحث وطرائقه: Materials & Methods

1.2 المواد المستخدمة:

- جرى البحث في كلية الهندسة التقنية بجامعة طرطوس في قسم تكنولوجيا الأغذية وفي المؤسسة العامة للحبوب في اللاذقية، حيث تم عدة أصناف من نوعي القمح السوري (القاسي والطري): قمح طري (دوما 2، دوما 4، دوما6، شام 4، شام 10) ، وقمح قاسٍ (دوما 1، شام 7، شام 9،بحوث 5، بحوث 11) تم الحصول عليها من المؤسسة العامة لإكثار البذار.
- نُظفت عينات القمح من الشوائب والأجرام باستخدام منخلين الأول قطر فتحاته 20×1.625 مم والثاني قطر فتحاته 19×1 مم.
- رُطِّبت حبوب أصناف القمح الطرية إلى درجة رطوبة 15.5% لمدة 10 ساعات، وحبوب أصناف القمح القاسية إلى درجة رطوبة 16.5% لمدة 36 ساعة، بدرجة حرارة الغرفة 19 م° ورطوبة جوية 70% و تحسب كمية الماء المضاف حسب طريقة AACC رقم 26-95 (AACC، 2000).
- طُحنت الحبوب النظيفة والمكيفة باستخدام مطحنة Brabender حسب AACC رقم 26-50 (AACC، 2000) لإنتاج عدة أنواع دقيق بنسب استخراج مختلفة (70%، 80%، 90%) وذلك عن طريق إعادة الطحن والتخيل حتى الوصول إلى النسبة المطلوبة)، أما نسبة الاستخراج 100% فتم الحصول عليها عن طريق مطحنة ديرتن الخاصة برقم السقوط. وهذه المطاحن موجودة في المؤسسة العامة للحبوب في اللاذقية.



الشكل 10 مطحنة برابندر ومطحنة ديرتن

• ومن المواد المستخدمة أيضاً:

- نشاء الذرة
- زيت النخيل
- ملح الطعام $NaCl$

2.2 طرائق التحليل الفيزيوكيميائية والحسية:

1.2.2 الطرائق الكيميائية والفيزيائية:

1.1.2.2 الرطوبة: حسب AACC رقم 15A-44 (AACC، 2000)

2.1.2.2 البروتين: حسب AACC رقم 46-10 (AACC، 2000)

3.1.2.2 الدسم: بطريقة كلداهل حسب (Godon and Loisel, 1984)

4.1.2.2 الرماد: حسب AACC رقم 08-01 (AACC، 2000)

5.1.2.2 الحموضة: حسب (Godon and Loisel, 1984)

6.1.2.2 نسبة الغلوتين الرطب: حسب AACC رقم 12A-38 (AACC، 2000)

7.1.2.2 اختبار المطاطية: حسب (Godon and Loisel, 1984)

8.1.2.2 فاقد الطبخ: (المواصفة القياسية السورية 315/2002)

نأخذ (25) غرام نودلز وطبخها في (400) مل ماء مقطر مغلي بحيث يستمر الطبخ حسب الزمن الأمثل اللازم للنودلز، وبعد انتهاء الطبخ تصفى النودلز، ويتم جمع سائل الطهي في وعاء، ويركز بدرجة حرارة الغليان حتى يتبقى الراسب الحاوي على كمية قليلة من الماء وضمن العكارة التي تمثل جزءاً من المواد المنحلة من النودلز التي تم طبخها.

الراسب الناتج يتم تغليفه بطبقة من السلوفان معروفة الوزن مسبقاً ، حيث توزن من جديد مع الراسب وتوضع مباشرة في المجفف للتخلص قدر الإمكان من الرطوبة فيها ويستغرق ذلك تقريباً حوالي ساعة من الزمن (حتى ثبات الوزن)، وبعد انتهاء عملية التجفيف يعاد الوزن من جديد، ويحسب فاقد الطبخ % على النحو التالي:

$$6. \quad \text{فاقد الطبخ} \% = [(G - G1) * 100] / G2$$

حيث:

G: تعبر عن وزن السلوفان مع الراسب بعد التجفيف.

G1: وزن السلوفان فارغ.

G2: وزن النودلز قبل السلق.

9.1.2.2 اختبار لون الدقيق: (Godon and Loisel, 1984)

نأخذ 30 gr دقيقاً مع 50 ml ماء مقطر و نمزج جيداً لمدة 30 ثانية ، ثم نضع المحلول الناتج في خلية جهاز **Kent – Jones & Martin**، و نصفر الجهاز و نضع الخلية في المكان المخصص لها فينحرف المؤشر، نعيد ضبط المؤشر على صفر الجهاز و نقرأ الرقم الناتج الذي يعبر عن درجة اللون .

2.2.2 الطرائق الحسية:

1.2.2.2 الاختبارات الحسية للنودلز:

قُيِّمَ المُنتَج (النودلز) بالاعتماد على الطريقة الحسية المُتبعة في تقييم النودلز الجاهزة المقلية الصينية، وأُعطيت الدرجات في أثناء تحضير النودلز من قبل شريحة من الطلاب مكونة من 20 شخصاً، وأُعطيت مجموعة من الدرجات لكل صفة تقييم حسي (من 1 إلى 5)، والدرجات هي: 1- غير مقبول، 2- ضعيف، 3- وسط، 4- جيد، 5- جيد جداً (Reference number ISO8587, 2006)

والجدول (4) يبين مجموعة من المؤشرات المطلوبة في أثناء مراحل التصنيع.

الجدول 4 عناصر تقييم النودلز في أثناء التصنيع والمؤشرات المطلوبة خلال كل مرحلة

الخاصية	عناصر التقييم	المؤشرات المطلوبة
الأداء في أثناء التصنيع	الخلط	أن تكون جزيئات العجين ذات حجم صغير ومنظمة، عدم وجود كتل عجينة كبيرة.
	الرق، تشكيل الخيوط	وجود سهولة في الرّق، نعومة في سطح العجينة، حدة حواف الخيوط.
	المعاملة بالبخار	عدم وجود تدبّق بين خيوط النودلز.
	القلي	لون النودلز المتناسق، المظهر الجيد للنودلز، عدم وجود مظهر زيتي.
لون رقاقة العجين		لون أصفر برّاق.
القوام بعد الطبخ لمدة (4) دقائق	القضم	قوام مثالي في أثناء القضم والمضغ، تدبّق منخفض، قوام متماسك.
	الناابية	ناابية ومرونة جيدين.
	الإحساس في الفم	إحساس جيد في الفم، سطح أملس.

(Hou and Kruk, 1998)

1. الاختبارات الحسية للخبز: (قرحيلي، 2016)

• لون القشرة: إن للون الخبز أثراً كبيراً في تقبل المستهلك له، واللون الأفضل هو الأبيض المصفر، في

حين أن اللون الرمادي غير مرغوب والذي ينتج عن دقيق سيء أو عجينة غير متخمّر بشكل كافٍ

- **بنية لب الرغيف:** تعد درجة جودة لب رغيف الخبز من العوامل الهامة والمحددة لجودة الخبز بشكل عام، ويكون الخبز ذا لب جيد إذا كانت مساماته متجانسة وذات أقطار بحدود 1mm بحيث يتوزع اللب بشكلٍ متساوٍ على طرفي الخبز، وهذه المواصفات تدل على جودة العجين المستخدم، وعلى تخمره الجيد، أما في حال كانت المسامات غير متجانسة في لب الرغيف فهذا دليل على أن عملية التخمير غير كاملة.
- **درجة انفصال شطري الرغيف:** يسهم استخدام دقيق جيد وضمن شروط تخمير ودرجة حرارة مناسبة عند الشواء في إعطاء خبز بدرجة انفصال للشطرين بجودة عالية، بحيث يكون الشطران متماثلان وسماكة كل منهما بحدود 1.5-2mm، ويؤدي اختلاف درجة حرارة الفرن بين الجهة السفلية والعلوية إلى إنتاج رغيف غير متجانس الشطرين
- **رائحة الخبز:** إن رائحة الخبز المميزة تنتج عن الألدهيدات والكيثونات المتشكلة في أثناء عملية تخمر العجين، كما أن السكريات المتكرمة بتأثير حرارة الفرن العالية تسهم في رائحة الخبز المميزة، أما بالنسبة للرائحة السيئة في الخبز فهي ناتجة عن وجود عفن في الدقيق أو اختلاطه بمواد غريبة، أو استخدام دقيق مصاب بالحشرات، كما أن احتراق أجزاء من الرغيف يسهم في الرائحة السيئة للخبز.
- **طعم الخبز:** يتأثر الطعم بمجموعة من العوامل التي تؤدي لانخفاض جودة الخبز الناتج، فزيادة الملح أو كمية الخميرة ، وطول مدة التخمير تؤدي إلى تغير طعم الخبز وتردي نوعيته، ومن الممكن إضافة بعض المواد التي تسهم في تحسين طعم الرغيف كالمحلب
- **قابلية المضغ:** يوجد علاقة وثيقة بين قابلية الخبز للمضغ وبين خواص مكوناته الفيزيوكيميائية، فإذا كان الدقيق المستخدم ذا محتوى بروتيني عالٍ ونسبة حبيبات النشاء المتضررة فيه قليلة ينتج عنه خبز قاسٍ وصعب المضغ، ويكون الخبز طرياً وسهل المضغ إذا كان الدقيق المستخدم حاوٍ على نسبة عالية من حبيبات النشاء المتضررة.

• **قابلية الرغيف للثني:** إن قابلية الخبز للحفظ يدل على جودة الدقيق المستخدم في التصنيع، فعند تفتت

الخبز بعد حفظه لمدة قصيرة دليل على جودة الدقيق المنخفضة وضعف الغلوتين، وعند احتفاظ الخبز

بمرونته لمدة طويلة وعدم تفتته في أثناء الثني فهذا دليل على قوة الغلوتين وجودة الدقيق المستخدم في

تصنيع الخبز

وقد أجري العديد من الاختبارات الحسية للخبز وتم إعطاء كل صفة تقييم حسي مجموعة من الدرجات على الشكل

التالي:

• اختبار الطعم :

الدرجة 1 : طعم سيء جداً وحامضي ، أو طعم خبز محروق .

الدرجة 2 : طعم بسبب الملح الزائد ، أو حمض اللاكتيك .

الدرجة 3 : طعم متوسط اللذة .

الدرجة 4 : لا يوجد أي طعم غير الطعم العادي للخبز .

الدرجة 5 : مدعم بمواد تحسن الطعم (مواد سكرية ، مواد دسمة) .

• اختبار الرائحة :

الدرجة 1 : رائحة حروق ، رائحة عفن ، رائحة غريبة .

الدرجة 2 : رائحة حروق متوسطة أو رائحة عفن .

الدرجة 3 : رائحة حرق خفيف .

الدرجة 4 : دون رائحة مميزة .

الدرجة 5 : رائحة الخبز المميزة .

• اختبار قابلية الخبز للمضغ :

الدرجة 1 : خبز قاسٍ جداً ، سيء للمضغ .

الدرجة 2 : خبز قاسي .

الدرجة 3 : خبز لزج جداً في أثناء المضغ .

الدرجة 4 : خبز لزج في أثناء المضغ .

الدرجة 5 : خبز طري سهل المضغ .

• اختبار درجة انفصال شقي الرغيف :

الدرجة 1 : لا يوجد انفصال بين جزأي الرغيف إلا بدرجة خفيفة .

الدرجة 2 : يحدث انفصال لكن بسماكات مختلفة ودرجة الاختلاف (1-4 mm) .

الدرجة 3 : انفصال بين الشطرين بسماكات مختلفة بدرجة (2 mm) .

الدرجة 4 : انفصال كبير بين الشطرين بسماكة متساوية مع بقاء الأطراف ملتصقة .

الدرجة 5 : انفصال الشطرين بشكل كامل وبسماكة متساوية .

• اختبار لب الرغيف :

الدرجة 1 : لب عجيني الملمس دون وجود مسامات واضحة .

الدرجة 2 : لب عجيني الملمس لكن مع مسامات قليلة .

الدرجة 3 : لب حاوٍ على مسامات مختلفة الأبعاد مع بقع عجينية .

الدرجة 4 : لب حاوٍ على مسامات متجانسة مع بقع عجينية .

الدرجة 5 : لب حاوٍ على مسامات متجانسة وعدم وجود بقع عجينية إطلاقاً .

• اختبار قابلية الثني :

هذا الاختبار يتم إجراؤه بعد 24 ساعة.

الدرجة 1 : يتحطم الرغيف بشكل كامل في أثناء الثني بسبب عدم الطزاجة .

الدرجة 2 : يتمزق بعدة جهات في أثناء الثني .

الدرجة 3 : يتمزق الوسط وتبقى الأطراف متماسكة .

الدرجة 4 : يتمزق بنسبة ضعيفة في الوسط وتبقى الأطراف متماسكة .

الدرجة 5 : يتم ثنيه بشكل كامل دون أي تمزق .

3.2.2.2 تصنيع النودلز: (منصور، 2015)

تمت عملية التصنيع في قسم تكنولوجيا الأغذية التابع لكلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس، وذلك من أصناف القمح القاسي (دوما 1، شام 7، شام 9، بحوث 5، بحوث 11)، وفق مايلي: (Kubomura, 1998; Sung and Stone, 2004)
1-إن مكونات النودلز المُحضّرة هي: (250) غرام دقيق لكل مكرر، و87.5 مل ماء (تعادل 35 % ، على أساس وزن الدقيق) و 3.75 غرام ملح (تعادل 1.5 %، على أساس وزن الدقيق)، وقد تم حلّ الملح في الكمية المُحدّدة من الماء، والذي تكون درجة حرارته (25 درجة مئوية) .

2-بعد ذلك أُضيف المحلول الملحي للدقيق وتم الخلط لمدة 10 دقائق في خلاط خاص (الشكل 11) .



الشكل 11 الخلاط المستخدم في التصنيع

3-بعد الخلط تم ترك العجينة المُفتتة الناتجة في وعاء مُغلق لمدة (10 دقائق) بهدف إعطاء العجينة فترة راحة حتى تتجانس بشكل جيد، على درجة حرارة الغرفة العادية، وبعد انتهاء المدة تم عجن هذه العجينة المُفتتة باليد حتى أصبحت مُتماسكة حتى يمكن إعطاءها شكلاً اسطوانياً.

4-نتيجة تعذر وجود آلة تصنيع النودلز، فقد تم الاستعاضة عنها باستخدام جهاز بثق لولبي (الشكل 12)



الشكل 12 جهاز البثق اللولبي

ولكن أقطار ثقب الأقرص التجارية الموجودة في الأسواق السورية لا تقل عن (5 مم) وهذه الأقطار لا تتناسب مع تصنيع خيوط النودلز، لأن النودلز ذات الخيوط الرفيعة تكون ذات قبول عام أعلى ووقت طهي أقل، ويهدف الحصول على هذه الخيوط تم تصنيع أقرص خاصة لتحديد سماكة المنتج النهائي بحيث تكون بحدود (2 مم)، والشكل (13) يوضح الفرق بين الأقرص التجارية والقرص المصنع خصيصاً لإنتاج النودلز



الشكل 13 القرص المصنع محلياً بما يلائم إنتاج نودلز ذات خيوط رفيعة

5-بعد ذلك تم تعريض خيوط النودلز الناتجة للبخار عند الضغط الجوي لمدة (3) دقائق .

6- ثم تم القلي في زيت النخيل باستخدام قلاية كهربائية كما تبدو في الشكل (14) عند درجة حرارة (145) درجة مئوية لمدة 90 ثانية، حيث تتراوح درجة حرارة وزمن القلي عادةً بين (140- 150) درجة مئوية لمدة (60-

120) ثانية على التوالي



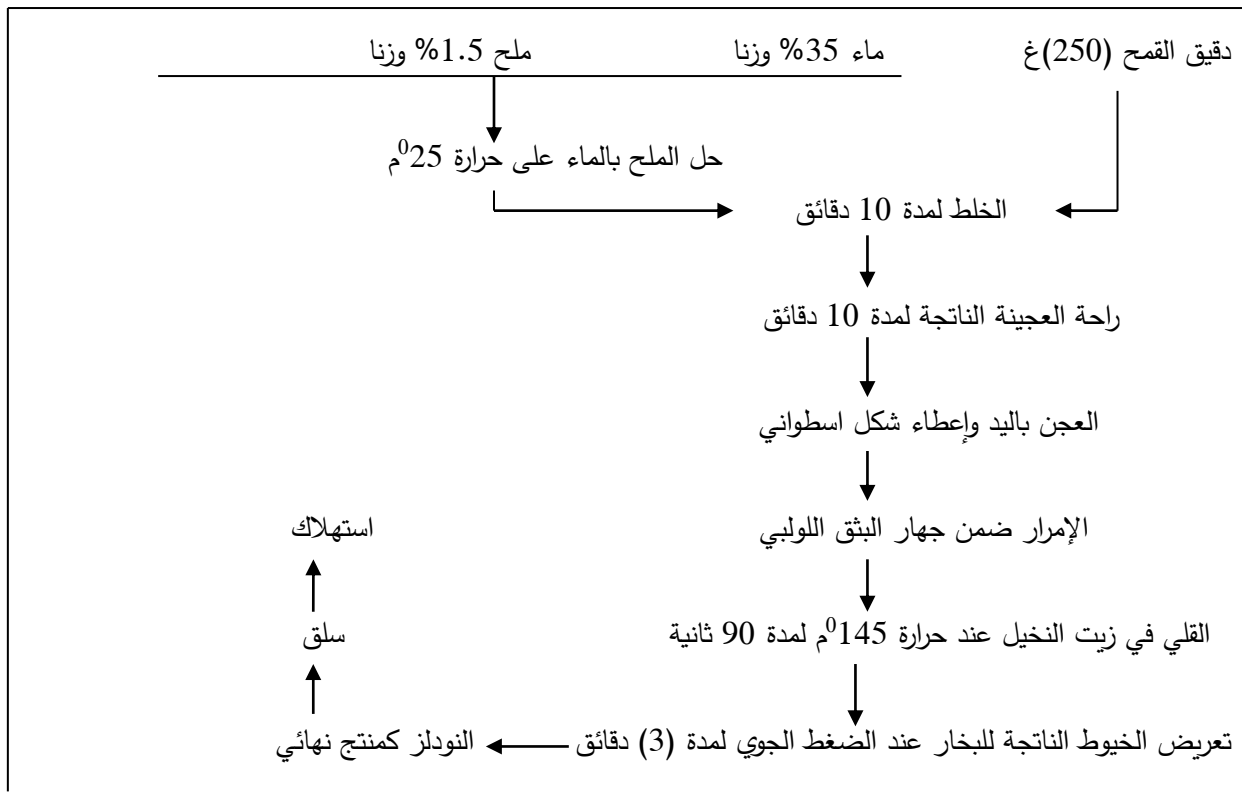
الشكل 14 القلاية الكهربائية المعتمدة في التصنيع

7- تستغرق عملية طبخ النودلز الجاهزة المقلية بين (3- 5) دقيقة في الماء الساخن قبل استهلاكه.

-توضع النودلز المقلية في حجرة هوائية حتى تبرد إلى درجة حرارة الغرفة.

-تحفظ النودلز المقلية سريعة التحضير في أكياس من البولي إيثيلين من أجل التحليل.

والشكل (15) يبين كافة مراحل التصنيع المتبعة في هذا العمل:



الشكل (15): طريقة تصنيع النودلز من دقيق القمح مخبرياً

4.2.2 تصنيع الخبز:

صنّع التصنيع في قسم تكنولوجيا الأغذية التابع لكلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس، وتم تصنيع الخبز بالطريقة التقليدية من أصناف القمح الطري (دوما 2، دوما 4، دوما 6، شام 4، شام 10) حسب الطريقة الموصوفة في (Hegazy et al, 2009) تبعاً للخطوات الآتية:

1. تذوب 4 غ من الخميرة مع 3 غ سكر في الماء الفاتر وتغطى لمدة 5 دقائق.
2. يخلط 100 غ دقيق مع 2 غ ملح في وعاء عميق خلطاً جيداً.
3. ثم تضاف الخميرة المذابة في الماء إلى خليط الدقيق وتخلط جيداً وتعجن بالماء (60 غ ماء درجة حرارته 40 °م) لمدة 10 دقائق حتى الحصول على القوام المطلوب للعجينة ثم تترك لتختمر مدة ساعتين بدرجة حرارة 35-40 °م.
4. تقسم العجينة إلى عدة أقسام متساوية الحجم ثم ترقق جيداً وتخبز بالفرن على درجة حرارة 225 °م لمدة 10-15 دقيقة.

5. تبرد الأرغفة لمدة 15 دقيقة بعد الخبز عند درجة حرارة الغرفة ثم تختبر المؤشرات المدروسة.

5.2.2 تثبيط أنزيم PPO:

من أجل دراسة مدى تأثير النشاط الأنزيمي في عملية الاسمرار يجب العمل على تثبيط نشاط PPO، وقد تمت عملية تثبيط الأنزيم باستخدام حمض الأسكوربيك عبر إضافته إلى دقيق القمح قبل العجن بنسبة PPM60 (Feillet, 2000)، وبعدها أعيد إجراء الاختبارات الفيزيوكيميائية والتصنيعية على كل منتجات الدقيق المدروسة وبنسب الاستخراج المختلفة، وذلك بهدف المقارنة لمعرفة تأثير نشاط الأنزيم في الخصائص الفيزيوكيميائية والتصنيعية لأنواع الدقيق المنتجة من أنواع القمح السوري القاسي والطري.

5.2.2 التحليل الإحصائي:

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

الفصل الثالث

النتائج والمناقشة

Results And Discussion

3. النتائج والمناقشة Results & Discussion

1.1.3 اختبارات الدقيق المعد لتصنيع النودلز:

1.1.1.3 تقدير نسبة الرطوبة في الدقيق:

تم ترطيب عينات القمح القاسي لجميع أصناف القمح المدروسة قبل عملية طحن الحبوب حتى رطوبة 16.5% بهدف تسهيل عملية الطحن (AACC، 2000)، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في الأغلفة الخارجية (Feillet., 2000) الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة تدريجياً مع ارتفاع نسبة الاستخراج وبفروق معنوية واضحة ويظهر ذلك جلياً في الجدول (6)، وقد بينت دراسات سابقة انخفاض نسبة الرطوبة بارتفاع نسبة الاستخراج في حال عدم ترطيب عينات القمح قبل الطحن نتيجة احتواء الأندوسبرم على النسبة الأعلى من الرطوبة. (Majzoobi *et al.*, 2013).

الجدول 6 تغير نسبة الرطوبة % في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	12.51 ^{aA}	12.27 ^{aB}	11.5 ^{aC}	12.2 ^{aD}	12.3 ^{aE}	0.013
%80	12.85 ^{bA}	13.3 ^{bB}	12.7 ^{bC}	13.12 ^{bD}	12.8 ^{bE}	
%90	13.37 ^{cA}	13.93 ^{cB}	13.7 ^{cC}	13.93 ^{cB}	13.5 ^{cD}	
%100	14.95 ^{dA}	14.78 ^{dB}	14.89 ^{dC}	14.63 ^{dD}	14.3 ^{dE}	
LSD ^a	0.016					LSD ^{a*b} 0.029

حيث أن: LSD(A): تفيد في الدلالة على وجود فروق معنوية بين عينات دقيق القمح المدروسة عند نسبة الاستخراج نفسها، والرموز الكبيرة في الجدول المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بتغير الصنف.

LSD(B): تفيد في الدلالة على وجود فروق معنوية بين عينات الدقيق التابعة للصنف نفسه، بتغير نسبة الاستخراج، والرموز الصغيرة المتشابهة تدل على عدم وجود فروق معنوية بتغير نسبة الاستخراج.

LSD(A*B): تفيد في الدلالة على وجود فروق معنوية بين كل عينات الدقيق المدروسة.

النتائج في الجداول هي متوسط لثلاث مكررات.

2.1.1.3 تقدير نسبة البروتين في الدقيق:

يظهر من الجدول (7) ارتفاعاً تدريجياً في نسبة البروتين بارتفاع نسبة الاستخراج وذلك لاحتواء الأغلفة الخارجية (النخالة) على 12.5% من مجمل بروتينات القمح وهذا يتوافق مع (Inas, 2020; Fiellet, 2000).

الجدول 7 تغير نسبة البروتين% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

LSD ^b	بحوث 11	بحوث 5	شام 9	شام 7	دوما 1	نسبة الاستخراج
	11.04 ^{aE}	9.81 ^{aD}	9.98 ^{aC}	10.93 ^{aB}	11.31 ^{aA}	%70
0.011	11.44 ^{bE}	10.16 ^{bD}	10.32 ^{bC}	11.3 ^{bB}	11.79 ^{bA}	%80
	11.8 ^{cE}	10.63 ^{cD}	10.71 ^{cC}	11.72 ^{cB}	12.62 ^{cA}	%90
	12.62 ^{dE}	11.2 ^{dD}	11.41 ^{dC}	12.51 ^{dB}	12.93 ^{dA}	%100
LSD ^{a*b} 0.025	0.013					LSD ^a

تميز الصنف دوما 1 بأعلى نسبة بروتين، يليه الصنف بحوث 11، ثم الصنف شام 7، ثم شام 9، وأخيراً

الصنف بحوث 5.

3.1.1.3 تقدير نسبة الرماد في الدقيق:

ارتفعت نسبة الرماد تدريجياً بارتفاع نسبة الاستخراج وبفروق معنوية واضحة، كما يظهر في الجدول (8) وذلك

لأن الرماد يتركز في الأغلفة الخارجية للحبة بما يتوافق مع (Inas, 2020؛ قرحيلي ومعروف، 2014)

الجدول 8 تغير نسبة الرماد% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	1.22 ^{aA}	1.09 ^{aB}	1.18 ^{aC}	1.02 ^{aD}	0.86 ^{aE}	0.014
%80	1.41 ^{bA}	1.11 ^{bB}	1.49 ^{bC}	1.33 ^b	1.19 ^b	
%90	1.74 ^{cA}	1.42 ^{cB}	1.75 ^{cA}	1.64 ^{cC}	1.35 ^{cD}	
%100	1.93 ^{dA}	1.89 ^{dB}	1.91 ^{dC}	1.8 ^{dD}	1.69 ^{dE}	
LSD ^a	0.017					LSD ^{a*b} 0.032

يبين الجدول أن أعلى نسبة رماد كانت موجودة في الصنف دوما 1 ، يليه الصنف شام 9، ثم الصنف شام7، ثم

بحوث 5، ثم الصنف بحوث 11.

4.1.1.3 تقدير اللون في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

يظهر في الجدول (9) أن ارتفاع الدرجة اللونية بارتفاع نسبة الاستخراج ما هو إلا نتيجة ارتفاع نسبة الأغلفة

الخارجية التي يتركز فيها إنزيم PPO والذي يسهم بدوره في تشكيل مركبات الاسمرار المؤدية إلى تغير لون الدقيق

نحو الدكنة (Akond *et al.*, 2010; Kweon *et al.*, 2009) ، كما أن ارتفاع نسبة الرماد والبروتين مع ارتفاع

نسبة الاستخراج يعد من العوامل المساهمة في اسمرار لون الدقيق، وهذا يتوافق مع (Kruger *et al.*, 1996)

الجدول 9 تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	5.2 ^{aA}	3.5 ^{aB}	3.73 ^{aC}	4.45 ^{aD}	4.85 ^{aE}	0.028
%80	11.1 ^{bA}	9.25 ^{bB}	10.4 ^{bC}	10.8 ^{bD}	11.55 ^{bE}	
%90	13.5 ^{cA}	11.45 ^{cB}	12.8 ^{cC}	12.8 ^{cC}	13.1 ^{cD}	
%100	15.45 ^{dA}	13.63 ^{dB}	14.24 ^{dC}	14.2 ^{dC}	14.3 ^{dD}	
LSD ^a	0.025					LSD ^{a*b} 0.064

تعد نسب الاستخراج 80% و 90% بالنسبة لمجمل الأصناف المدروسة ضمن الحدود المسموح بها لتصنيع

النودلز من حيث اللون، فالدرجة اللونية المسموح بها لتصنيعه هي بين 10-15 (المواصفة القياسية السورية

2002/192).

5.1.1.3 تقدير اللون في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يبين الجدول (10) انخفاض الدرجة اللونية بعد تثبيط عمل إنزيم PPO وقد أدى ذلك إلى إيقاف تشكل مركبات

الاسمرار في الدقيق المعد لتصنيع النودلز (Beecher *et al.*, 2010)، وهذا جعل الدقيق أكثر ابيضاضاً، ولكن

الدرجة اللونية استمرت بالارتفاع، نتيجة ارتفاع نسبة كل من الرماد والبروتين مع زيادة نسبة الاستخراج. (Kruger

et al., 1996)

الجدول 10 الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	3.2 ^{aA}	2.7 ^{aB}	3.1 ^{aC}	3.7 ^{aD}	3.5 ^{aE}	0.03
%80	10.35 ^{bA}	8.2 ^{bB}	9.72 ^{bC}	10.2 ^{bD}	10.75 ^{bE}	
%90	12.4 ^{cA}	10.98 ^{cB}	12.25 ^{cC}	12.13 ^{cD}	12.7 ^{cE}	
%100	14.38 ^{dA}	13.08 ^{dB}	13.45 ^{dC}	13.55 ^{dD}	13.68 ^{dE}	
LSD ^a	0.028					LSD ^{a*b} 0.07

كانت الدرجة اللونية الأفضل عند نسبة الاستخراج 80%، لأنه بعد تثبيط إنزيم PPO، كان الصنف بحوث 5

ودوما 1 هما الأقرب إلى الدرجة اللونية (10) يليهما الصنف بحوث 11.

6.1.1.3 تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

ازدادت الحموضة بشكل طردي مع ارتفاع نسبة استخراج الدقيق الناتج من أصناف القمح القاسي السوري

المدروسة وبفروق معنوية واضحة، كما هو مبين في الجدول (11).

الجدول 11 تغير نسبة الحموضة (مل ليتر/100 غ) في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	2.35 ^{aA}	2.39 ^{aB}	2.45 ^{aC}	1.75 ^{aD}	2.55 ^{aE}	0.018
%80	2.57 ^{bA}	2.46 ^{bB}	2.59 ^{bC}	2.3 ^{bD}	2.63 ^{bE}	
%90	3.22 ^{cA}	2.76 ^{cB}	3.24 ^{cC}	2.86 ^{cD}	3.05 ^{cE}	
%100	3.79 ^{dA}	3.81 ^{dB}	4.25 ^{dC}	3.93 ^{dD}	3.55 ^{dE}	
LSD ^a	0.021					LSD ^{a*b} 0.041

ساعد ارتفاع رطوبة الدقيق بارتفاع نسبة الاستخراج على نشاط إنزيمات البروتياز والليباز والفوسفاتاز المأسمة

في تحليل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية والمؤدية إلى إعطاء مركبات حامضية الأمر الذي أدى إلى ارتفاع

نسبة الحموضة بارتفاع نسبة الاستخراج وهذا يتوافق مع (Fiellet, 2000)، وهذا يعود لعدم فصل الجنين في الدقيق عند نسبة استخراج 100% حيث يحوي الجنين على أعلى نسبة من الدهون في حبة القمح.

7.1.1.3 تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يبين الجدول (12) ارتفاع الحموضة تدريجياً تبعاً لارتفاع نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO، ولكنها كانت أقل مما هو عليه الحال قبل تثبيط الإنزيم، ويعود ذلك لإضافة حمض الأسكوربيك الذي يعمل ليس فقط على تثبيط إنزيم PPO وإنما يثبط أيضاً عمل كل من الإنزيمات المؤدية إلى تقليل تحلل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية. (Fiellet, 2000)، وهذا ما أسهم في خفض حموضة العينات بشكل عام.

الجدول 12 نسبة الحموضة (مل ليتر/100 غ) في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	2.18 ^{aA}	2.18 ^{aA}	2.15 ^{aB}	1.55 ^{aC}	2.37 ^{aD}	0.02
%80	2.46 ^{bA}	2.31 ^{bB}	2.3 ^{bB}	2.13 ^{bC}	2.38 ^{aD}	
%90	2.98 ^{cA}	2.58 ^{cB}	2.85 ^{cC}	2.7 ^{cD}	2.81 ^{bE}	
%100	3.61 ^{dA}	3.61 ^{dA}	3.89 ^{dB}	3.8 ^{dC}	3.35 ^{cD}	
LSD ^a	0.022					LSD ^{a*b} 0.052

يلاحظ من الجدول (12) وجود تفاوت في نسبة الحموضة بين الأصناف عند نسب الاستخراج المختلفة، فمثلاً كانت حموضة الصنف بحوث 5 هي الأقل عند نسبة الاستخراج 70%، ولكن عند نسبة الاستخراج 100 % كانت حموضة الصنف بحوث 11 هي الأدنى، وذلك يعود لاختلاف محتوى الحبوب من الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية، ومحتوى الأغلفة الخارجية من الإنزيمات المحللة (Fiellet, 2000)، ويعود أيضاً لمحتوى الدقيق الناتج من الرطوبة كما يبين الجدول (6) الخاص بالرطوبة.

8.1.1.3 تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

يبين الجدول (13) ارتفاع نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق الناتج تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، وذلك ضمن حدود معينة حيث تعود نسبة الغلوتين الرطب للانخفاض بعد نسبة الاستخراج 80%.

الجدول 13 تغير نسبة الغلوتين الرطب% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	37.6 ^{aA}	31.21 ^{aB}	31 ^{aC}	30.01 ^{aD}	32.23 ^{aE}	0.035
%80	38.09 ^{bA}	31.71 ^{bB}	31.5 ^{bC}	30.54 ^{bD}	32.86 ^{bE}	
%90	35.56 ^{cA}	30.2 ^{cB}	30.11 ^{cC}	29.81 ^{cD}	31.52 ^{cE}	
%100	32.2 ^{dA}	28.3 ^{dB}	28.87 ^{dC}	27.79 ^{dD}	29.99 ^{dE}	
LSD ^a	0.046					LSD ^{a*b} 0.087

يوضح الجدول (13) تحسن نسبة الغلوتين مع ارتفاع نسبة الاستخراج حتى 80% بما يتوافق مع الارتفاع الطردي لنسبة البروتين كما هو مبين في الجدول (7) الخاص بتقدير نسبة البروتين، لكن عودة الغلوتين للانخفاض عند نسب الاستخراج العالية 90% و 100% رغم ارتفاع نسبة البروتين ناتج عن انخفاض جودة الغلوتين (Milani, 2018) ، حيث تزداد كمية الألياف في الدقيق بارتفاع نسبة الاستخراج (Inas, 2020) الأمر الذي أثر على الشبكة الغلوتينية بشكل سلبي، وأدى إلى ضياع قسم من الغلوتين بالغسيل.

9.1.1.3 تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

تحسنت نسبة الغلوتين الرطب في مجمل عينات الدقيق المنتجة من أصناف القمح السوري القاسي بعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز، وذلك بسبب توقف التغييرات الخاصة في الخصائص الهيكلية والوظيفية للبروتينات نتيجة عدم حدوث تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات بعد تثبيط الإنزيم وهذا أدى إلى حماية الأحماض الأمينية من التخرب، وتحسن نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية. (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall, 2003).

والجدول (14) يوضح التحسن الذي طرأ على نسبة الغلوتين بعد تثبيط إنزيم PPO:

الجدول 14 نسبة الغلوتين الرطب% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	38.6 ^{aA}	32.2 ^{aB}	31.9 ^{aC}	30.8 ^{aD}	33.24 ^{aE}	0.028
%80	39.41 ^{bA}	32.78 ^{bB}	32.5 ^{bC}	31.44 ^{bD}	33.76 ^{bE}	
%90	36.2 ^{cA}	31.4 ^{cB}	31.18 ^{cC}	30.43 ^{cD}	32.51 ^{cE}	
%100	34.19 ^{dA}	29.5 ^{dB}	29.57 ^{dB}	28.71 ^{dC}	30.78 ^{dD}	
LSD ^a	0.037					LSD ^{a*b} 0.07

تباينت أصناف القمح القاسي المدروسة في نسبة الغلوتين الرطب، وكانت أعلى قيمة له في مجمل الأصناف المدروسة عند نسبة الاستخراج 80% قبل وبعد تثبيط الإنزيم، وقد تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث نسبة الغلوتين، يليه الصنف بحوث 11، ثم الصنف شام 7، ثم شام 9 ثم بحوث 5.

10.1.1.3 تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

تم تقدير المطاطية في الدقيق الناتج من أصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، ويلاحظ من الجدول (15) تحسن المطاطية بارتفاع نسبة الاستخراج حتى 80%، ومن ثم تراجعت هذه الصفة بعد ذلك نتيجة تراجع الشبكة الغلوتينية، وهذا يتوافق مع التغيرات الحاصلة في نسبة الغلوتين كما هو موضح في الجدول (13). فصفة المطاطية مرتبطة طردياً بقوة الشبكة الغلوتينية، فكلما تحسنت نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية تحسنت المطاطية، والعكس بالعكس، وهذا يتوافق مع (Fiellet, 2000) وكانت أفضل قيمة للمطاطية في مجمل عينات الدقيق الناتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة عند نسبة الاستخراج 80%، وقد تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث المطاطية، يليه الصنف بحوث 11، ثم باقي الأصناف.

الجدول 15 مطاطية الدقيق (Cm) المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	2.55 ^{aA}	2.65 ^{aB}	2.65 ^{aB}	2.78 ^{aC}	2.62 ^{aB}	0.024
%80	2.4 ^{bA}	2.57 ^{bB}	2.57 ^{bB}	2.59 ^{bB}	2.5 ^{bC}	
%90	2.8 ^{cA}	3.6 ^{cB}	3.8 ^{cC}	3.85 ^{cD}	3.23 ^{cE}	
%100	4 ^{dA}	4.42 ^{dB}	4.43 ^{dB}	4.6 ^{dC}	4.08 ^{dD}	
LSD ^a	0.031					LSD ^{a*b} 0.055

11.1.1.3 تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يوضح الجدول (16) التغيرات الحاصلة في المطاطية تبعاً لتغير نسبة الاستخراج في عينات الدقيق الناتج من

أصناف القمح السوري القاسي المدروسة.

الجدول 16 مطاطية الدقيق (Cm) المستخدم لأصناف القمح القاسي المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	2.45 ^{aA}	2.4 ^{aB}	2.48 ^{aC}	2.5 ^{aC}	2.5 ^{aC}	0.023
%80	2.1 ^{bA}	2.32 ^{bB}	2.4 ^{bC}	2.48 ^{bD}	2.23 ^{bE}	
%90	2.7 ^{cA}	3.25 ^{cB}	3.58 ^{cC}	3.5 ^{cD}	2.88 ^{cE}	
%100	3.8 ^{dA}	3.9 ^{dB}	3.98 ^{dC}	4.33 ^{dD}	3.73 ^{dE}	
LSD ^a	0.029					LSD ^{a*b} 0.062

أصبحت المطاطية بعد تثبيط إنزيم PPO أفضل مما هو عليه الحال قبل تثبيطه، ويعود ذلك إلى تحسن الشبكة

الغلوتينية (Fiellet, 2000)، وكانت نسبة الاستخراج الأمثل بالنسبة لصفة المطاطية هي 80% بالنسبة لمجمل

الأصناف، وقد تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث المطاطية واقتربت قيمته من القيمة المثلى

(2Cm)، يليه الصنف بحوث 11، ثم باقي الأصناف حيث لم يلاحظ وجود فروق معنوية بين الأصناف (شام 7

وشام 9 وبحوث 11) من حيث المطاطية عند نسبة الاستخراج 80%.

2.1.3 الاختبارات الكيميائية للنودلز الناتجة:

1.2.1.3 نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج:

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

جدول 17 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 ^{aA}	6.9 ^{aB}	6.95 ^{aC}	7.14 ^{aD}	6.7 ^{aE}	0.028
%80	6.6 ^{bA}	7.31 ^{bB}	7.43 ^{bC}	7.68 ^{bD}	7.01 ^{bE}	
%90	7.2 ^{cA}	7.74 ^{cB}	8.03 ^{cC}	8.26 ^{cD}	7.53 ^{cE}	
%100	7.8 ^{dA}	8.58 ^{dB}	8.79 ^{dC}	9.14 ^{dD}	8.11 ^{dE}	
LSD ^a	0.03					=LSD ^{a*b} 0.063

رُطِّبت عينات القمح قبل عملية الطحن حتى رطوبة 16.5% وذلك من أجل تسهيل عملية الطحن، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في النخالة (قرحيلي ومعروف، 2014)، وهذا يفسر ارتفاع نسبة الرطوبة تدريجياً مع ارتفاع نسبة الاستخراج، 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، وهذا يتوافق مع (Hou, 2001).

2.2.1.3 نسبة الرطوبة في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO:

يوضح الجدول (18) انخفاض نسبة الرطوبة في عينات النودلز المصنعة من دقيق القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم

PPO

جدول 18 تغير نسبة الرطوبة% في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم

.PPO

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	6.11 ^{aA}	6.54 ^{aB}	6.34 ^{aC}	6.71 ^{aD}	6.24 ^{aE}	0.025
%80	6.28 ^{bA}	6.88 ^{bB}	6.29 ^{bA}	7.13 ^{bC}	6.34 ^{bD}	
%90	6.98 ^{cA}	7.19 ^{cB}	7.61 ^{cC}	7.95 ^{cD}	7.09 ^{cE}	
%100	7.59 ^{dA}	8.32 ^{dB}	8.51 ^{dC}	8.89 ^{dD}	7.86 ^{dE}	
LSD ^a	0.028					=LSD ^{a*b} 0.056

أدى تثبيط إنزيم ppo ومنع حدوث تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات إلى الحفاظ على الأحماض الأمينية وإيقاف التغيرات في الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية الأمر الذي أسهم في تحسين نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall, 2003)، الأمر الذي ساعد على تبخر الماء من النودلز بصورة أفضل بعد تثبيط إنزيم PPO.

3.2.1.3 نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج:

يوضح الجدول (19) تغير نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بسبب احتواء القشور على 12.5% من مجمل بروتينات القمح (Fiellet, 2000)، فقد أسهم 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.

جدول 19 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 ^{aA}	13.12 ^{aB}	13.63 ^{aC}	13.89 ^{aD}	12.93 ^{aE}	0.021
%80	12.23 ^{bA}	12.76 ^{bB}	13.19 ^{bC}	13.41 ^{bD}	12.47 ^{bE}	
%90	11.88 ^{cA}	12.31 ^{cB}	12.67 ^{cC}	12.91 ^{cD}	12.03 ^{cE}	
%100	11.59 ^{dA}	11.98 ^{dB}	12.32 ^{dC}	12.56 ^{dD}	11.86 ^{dE}	
LSD ^a	0.024					=LSD ^{a*b} 0.048

4.2.1.3 نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO:

يبين الجدول (20) تأثير تثبيط إنزيم PPO على نسبة الدسم في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

جدول 20 تغير نسبة الدسم % على النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	11.99 ^{aA}	12.59 ^{aB}	12.92 ^{aC}	13.22 ^{aD}	12.28 ^{aE}	0.02
%80	11.73 ^{bA}	12.08 ^{bB}	12.71 ^{bC}	12.81 ^{bD}	11.79 ^{bE}	
%90	11.24 ^{cA}	11.70 ^{cB}	11.94 ^{cC}	12.43 ^{cD}	11.42 ^{cE}	
%100	11.03 ^{dA}	11.31 ^{dB}	11.75 ^{dC}	11.99 ^{dD}	11.15 ^{dE}	
LSD ^a	0.022					=LSD ^{a*b} 0.045

أدى تثبيط إنزيم PPO وإرجاع مركبات الكوينون وتحطيم السلسلة المؤدية لحدوث الاسمرار الإنزيمي إلى منع

استهلاك الأحماض الأمينية في هذه العملية وبالتالي فإن نسبة البروتين كانت أعلى بعد تثبيط الإنزيم وهذا أثر بشكل

عكسي في نسبة الدسم في النودلز المصنعة (Matheis and Whitaker, 1984,13; Yoruk and Marshall, 2003,362; Wu, et al., 2006,118)

5.2.1.3 نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي وفقاً لتغير نسبة الاستخراج:

يُبين الجدول (21) تأثير نسبة الاستخراج على الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة.

جدول 21 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	7.30 ^{aA}	8.51 ^{aB}	8.84 ^{aC}	9.75 ^{aD}	7.76 ^{aE}	0.02
%80	7.29 ^{aA}	8.53 ^{aB}	8.89 ^{bC}	9.73 ^{aD}	7.78 ^{aE}	
%90	8.82 ^{bA}	9.94 ^{bB}	10.02 ^{cC}	10.53 ^{bD}	9.12 ^{bE}	
%100	11.12 ^{cA}	12.69 ^{cB}	12.86 ^{dC}	13.49 ^{cD}	11.56 ^{cE}	
LSD ^a	0.023					=LSD ^{a*b} 0.046

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)، حيث تزداد كمية الألياف في الدقيق بارتفاع نسبة

الاستخراج (Inas, 2020) الأمر الذي أثر سلباً على الشبكة الغلوتينية وساعد على ازدياد فاقد الطبخ.

6.2.1.3 نسبة الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي بعد تثبيط إنزيم PPO:

يُبين الجدول (22) تأثير نسبة الاستخراج على الفاقد في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة

بعد تثبيط إنزيم PPO.

جدول 22 تغير نسبة الفاقد % في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة ، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد

تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 1	شام 7	شام 9	بحوث 5	بحوث 11	LSD ^b
%70	6.64 ^{aA}	7.93 ^{aB}	8.29 ^{aC}	9.28 ^{aD}	7.01 ^{aE}	0.021
%80	6.62 ^{aA}	7.90 ^{aB}	8.27 ^{aC}	9.25 ^{aD}	6.98 ^{aE}	
%90	8.36 ^{bA}	9.41 ^{bB}	9.67 ^{bC}	10.16 ^{bD}	8.86 ^{bE}	
%100	10.98 ^{cA}	12.23 ^{cB}	12.39 ^{cC}	12.98 ^{cD}	11.13 ^{cE}	
LSD ^a	0.034					=LSD ^{a*b} 0.048

بعد تثبيط إنزيم PPO وتحسن الشبكة الغلوتينية (Yoruk and Marshall, 2003) انخفضت قيم الفاقد في

النودلز بعد الطبخ ولكنها بقيت مرتفعة عند نسب الاستخراج 90% و 100%.

3.1.3 التقييم الحسي للنودلز الناتجة:

قُيِّمَ المُنْتَج (النودلز) بالاعتماد على الطريقة الحسية المُتبعة في تقييم النودلز الجاهزة المقلية الصينية، وجرى التقييم الحسي للنودلز خلال مراحل التصنيع وبعد السلق وفي أثناء التدقّق عبر دراسة مجموعة من الخصائص الحسية كاللون والحجم والطعم، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO ، وتبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

1.3.1.3 اللون:

يبين الجدول (23) نتائج التحليل الإحصائي لنتائج التقييم الحسي للون النودلز الجاهزة المقلية المصنعة من دقيق القمح القاسي.

جدول 23 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1), 70%	20	3.9500	B
Douma (1), 80%	20	4.8500	A
Douma (1), 90%	20	4.7500	A
Douma (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 (7), 100%	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
Bohouth (5) 70%	20	3.1000	C
Bohouth (5) 80%	20	4.8500	A
Bohouth (5) 90%	20	4.9000	A
Bohouth (5) 100%	20	4.4500	AB
Bohouth (11) 70%	20	3.1500	C
Bohouth (11) 80%	20	4.8000	A
Bohouth (11) 90%	20	4.8500	A
Bohouth (11) 100%	20	4.5500	AB

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

تبين من الجدول (23) أن اللون كان أفضل عند نسب الاستخراج 80% و 90%، لأنه عند نسبة الاستخراج 70% كانت الدرجة اللونية منخفضة والنودلز الناتجة فاتحة جداً، ولم تظهر صفة اللون المرغوبة، نتيجة انخفاض نسبة الاصبغة المؤدية إلى تلون الدقيق فهي تتركز في النخالة. (Tipples and Kilborn, 1974)

يوضح الجدول (24) التحليل الإحصائي الخاص باللون في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي السوري بتأثير تغير نسبة الاستخراج وبعد تثبيط إنزيم ppo.

جدول 24 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم ppo.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1), 70%	20	3.3000	C
Douma (1), 80%	20	4.7500	A
Douma (1), 90%	20	4.8500	A
Douma (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
Bohouth (5) 70%	20	3.0000	C
Bohouth (5) 80%	20	3.9500	B
Bohouth (5) 90%	20	4.8500	A
Bohouth (5) 100%	20	4.7500	A
Bohouth (11) 70%	20	2.9500	C
Bohouth (11) 80%	20	4.4500	AB
Bohouth (11) 90%	20	4.8000	A
Bohouth (11) 100%	20	4.7000	A

أدى تثبيط عمل إنزيم PPO إلى تقليل تشكل مركبات الاسمرار في الدقيق المستخدم لتصنيع النودلز، وهذا يتوافق مع (Beecher et al., 2012)، الأمر الذي أدى إلى إعطاء نودلز ذات لون فاتح جداً عند نسب الاستخراج المنخفضة، وكان اللون أفضل ما يمكن عند نسب الاستخراج 90% و 100%

2.3.1.3 الحجم بعد السلق:

يبين الجدول (25) أن حجم خيوط النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة تبعاً لتغير نسبة

الاستخراج كان متدنياً عند نسب الاستخراج المرتفعة 90% و 100%

جدول 25 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج .

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1) ,70%	20	4.7500	A
Douma (1), 80%	20	4.7500	A
Douma (1), 90%	20	4.0000	B
Douma (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
Bohouth (5) 70%	20	3.8500	B
Bohouth (5) 80%	20	3.9000	B
Bohouth (5) 90%	20	2.7000	C
Bohouth (5) 100%	20	2.5500	CD
Bohouth (11) 70%	20	4.6000	AB
Bohouth (11) 80%	20	4.5500	AB
Bohouth (11) 90%	20	3.4500	BC
Bohouth (11) 100%	20	2.8000	C

أدى ارتفاع نسبة الألياف عند نسب الاستخراج المرتفعة 90% و 100% إلى تراجع الشبكة الغلوتينية (Inas

2020)، وبالتالي عدم قدرة خيوط النودلز الناتجة على الاحتفاظ بالماء. فقد انخفضت الثباتية وازداد الفاقد كما

هو موضح في الجدول رقم (21) وهذا أدى إلى تدني مظهر وحجم الخيوط الناتجة وهذا يتوافق مع (Hou,

2001)

وكان الحجم الأفضل في الصنف دوما 1 لاحتوائه على أعلى نسبة من الغلوتين كما هو موضح في الجدول

رقم(13).

يُظهر الجدول (26) حجم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج،

بعد تثبيط إنزيم PPO ، حيث تبين وجود انخفاض تدريجي في صفة الحجم بعد السلق، مع ارتفاع نسبة

الاستخراج، إلا أن هذه الصفة كانت أفضل بعد تثبيط إنزيم PPO في مجمل العينات المدروسة.

جدول (26): التحليل الإحصائي الخاص بتقدير حجم خيوط النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1), 70%	20	4.9000	A
Douma (1), 80%	20	4.9500	A
Douma (1), 90%	20	4.4500	AB
Douma (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
Bohouth (5) 70%	20	4.5500	AB
Bohouth (5) 80%	20	4.4500	AB
Bohouth (5) 90%	20	3.4000	BC
Bohouth (5) 100%	20	2.8000	C
Bohouth (11) 70%	20	7.7500	A
Bohouth (11) 80%	20	4.8500	A
Bohouth (11) 90%	20	3.9000	B
Bohouth (11) 100%	20	3.3500	BC

تحسنت الشبكة الغلوتينية بعد تثبيط إنزيم PPO نتيجة عدم تخرب الأحماض الأمينية. (Yoruk and Marshall,

2003) ، وأدى ذلك إلى تقليل الفاقد وزيادة الثباتية وأسهم في تحسن حجم خيوط النودلز (Hou, 2001)

3.3.1.3 الطعم أو التدوق:

يبين الجدول (27) التحليل الإحصائي الخاص بطعم النودلز الناتجة من أصناف القمح القاسي السوري

المدروسة، بتأثير تغير نسبة الاستخراج.

جدول 27 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1), 70%	20	4.7000	A
Douma (1), 80%	20	4.7500	A
Douma (1), 90%	20	3.8000	B
Douma (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
Bohouth (5) 70%	20	3.8500	B
Bohouth (5) 80%	20	3.9000	B
Bohouth (5) 90%	20	2.7000	C
Bohouth (5) 100%	20	2.5500	CD
Bohouth (11) 70%	20	4.6000	AB
Bohouth (11) 80%	20	4.5000	AB
Bohouth (11) 90%	20	3.7500	B
Bohouth (11) 100%	20	2.8500	C

يوضح الجدول (27) تراجع طعم النودلز الناتجة بارتفاع نسبة الاستخراج، نتيجة ارتفاع نسبة النخالة في الدقيق

المستخدم والتي تسببت بالطعم غير المرغوب.

يبين الجدول (28) التحليل الإحصائي الخاص بطعم النودلز الناتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة بعد

تنشيط إنزيم PPO ، بتأثير تغير نسبة الاستخراج.

جدول 28 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة بعد تثبيط إنزيم PPO تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (1), 70%	20	4.9000	A
Douma (1), 80%	20	4.9000	A
Douma (1), 90%	20	4.4000	AB
Douma (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
Bohouth (5) 70%	20	4.5000	AB
Bohouth (5) 80%	20	4.6000	AB
Bohouth (5) 90%	20	3.9000	B
Bohouth (5) 100%	20	2.8000	C
Bohouth (11) 70%	20	4.7500	A
Bohouth (11) 80%	20	4.8500	A
Bohouth (11) 90%	20	4.5000	AB
Bohouth (11) 100%	20	3.0000	C

التحسن في الطعم كان بسيطاً، وذلك لأن نسب النخالة هي ذاتها بعد تثبيط الإنزيم، وإنما يعود هذا التحسن البسيط إلى تحسن حجم خيوط النودلز كما بين الجدول رقم (26)، وانخفاض نسبة الفاقد بعد تثبيط PPO كما بين الجدول رقم (22) الأمر الذي أعطى حالة مضغ أفضل وقواماً أفضل في الفم للنودلز المطبوخة.

4.3.1.3 التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في النودلز:

دُمجت نتائج التقييم الحسي في جدول يعطي صورة عامة عن نتائج التقييم الحسي لكل عينات النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي المدروسة. ويبين الجدول (29) التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في النودلز المصنعة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تنشيط إنزيم PPO.

جدول 29 التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO.

صفة التقييم الحسي				حالة إنزيم PPO	الصنف	
اللون	الرائحة	الذوق	نسبة الاستخراج			
A	A	B	70%	قبل التثبيط	Douma (1)	
A	A	A	80%			
B	B	A	90%			
C	C	B	100%			
A	A	C	70%	بعد التثبيط		
A	A	A	80%			
AB	AB	A	90%			
BC	B	AB	100%			
B	B	C	70%	قبل التثبيط	Cham(7)	
B	B	AB	80%			
C	C	A	90%			
CD	CD	A	100%			
AB	AB	C	70%	بعد التثبيط		
AB	AB	B	80%			
B	BC	A	90%			
C	C	A	100%			
B	B	C	70%	قبل التثبيط	Cham (9)	
B	B	A	80%			
C	C	A	90%			
CD	CD	AB	100%			
AB	AB	C	70%	بعد التثبيط		
AB	AB	B	80%			
B	BC	A	90%			
C	C	A	100%			
B	B	C	70%	قبل التثبيط	Bohouth (5)	
B	B	A	80%			
C	C	A	90%			
CD	CD	AB	100%			
AB	AB	C	70%	بعد التثبيط		
AB	AB	B	80%			
B	BC	A	90%			
C	C	A	100%			

AB	AB	C	70%	قبل التثبيت	Bohouth (11)
AB	AB	A	80%		
B	BC	A	90%		
C	C	AB	100%		
A	A	C	70%	بعد التثبيت	
A	A	AB	80%		
AB	B	A	90%		
C	BC	A	100%		

يُلاحظ من الجدول (29) أن لون النودلز المنتجة من أصناف القمح القاسي المدروسة عند نسب الاستخراج المختلفة، كان أفضل مايمكن بالنسبة لمعظم العينات عند نسب الاستخراج 80% و 90%، لكن بعد تثبيت الإنزيم ومنع تشكل مركبات الاسمرار أدى ذلك إلى ابيضاض الدقيق وإنتاج نودلز فاتحة اللون عند نسب الاستخراج 70% و 80%، باستثناء الصنف دوما 1 الذي كان حاز على أعلى تقييم عند نسب الاستخراج 80% و 90%.

أما بالنسبة لصفة الحجم بعد السلق فقد كانت أفضل مايمكن عند نسب الاستخراج 70% و 80% وتراجعت عند نسب الاستخراج 90% و 100%، وعند تثبيت الإنزيم تحسن حجم خيوط النودلز بعد السلق في مجمل العينات ولكنه بقي رديئاً عند نسب الاستخراج العالية.

وكان الطعم عند التذوق أفضل مايمكن في العينات ذات نسب الاستخراج 70% و 80%، وقد تراجع الطعم في العينات ذات نسب الاستخراج الأعلى نتيجة ارتفاع نسبة النخالة، وقد تحسنت صفة الطعم بعد تثبيت إنزيم بولي فينول أوكسيداز نتيجة التحسن العام في صفات النودلز كزيادة حجم خيوط النودلز وانخفاض الفاقد الأمر الذي أسهم في تحسن صفات المضغ والقوام في الفم.

2.3 اختبارات الخبز:

تم تقدير كل من اللون والرطوبة والرماد والبروتين والغلوتين الرطب والمطاطية والحموضة في كل أصناف دقيق القمح الطري المستخدمة لتصنيع الخبز، كما تم تقييم الخبز الناتج حسيّاً، وقد تم إجراء هذه الاختبارات قبل وبعد تثبيت إنزيم بولي فينول أوكسيداز وتبعاً لتغير نسبة استخراج الدقيق.

1.2.3 اختبارات الدقيق المعد لتصنيع الخبز:

1.1.2.3 تقدير نسبة الرطوبة في الدقيق:

قدّرت نسبة الرطوبة في الدقيق الناتج من أصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، وذلك

يظهر جلياً في الجدول (30)

الجدول 30 تغير نسبة الرطوبة % في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	11.55 ^{aA}	11.2 ^{aB}	12.01 ^{aC}	12.17 ^{aD}	11.49 ^{aE}	0.012
%80	12.92 ^{bA}	11.87 ^{bB}	12.65 ^{bC}	12.8 ^{bD}	11.69 ^{bE}	
%90	13.34 ^{cA}	12.21 ^{cB}	13.4 ^{cC}	13.14 ^{cD}	12.97 ^{cE}	
%100	13.93 ^{dA}	13.65 ^{dB}	13.93 ^{dA}	13.42 ^{dC}	13.9 ^{dD}	
LSD ^a	0.015					LSD ^{a*b} 0.026

رُطبت عينات القمح الطري قبل عملية الطحن حتى رطوبة 15.5% وذلك من أجل تسهيل عملية

الطحن (AACC، 2000)، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع نسبة الرطوبة في النخالة بما يتوافق مع (Feillet.,

2000) وهذا يفسر ارتفاع نسبة الرطوبة تدريجياً بفروق معنوية واضحة مع ارتفاع نسبة الاستخراج.

2.1.2.3 تقدير نسبة البروتين في الدقيق:

يوضح الجدول (31) التغيرات الحاصلة في نسبة البروتين بتغير نسبة الاستخراج في عينات الدقيق المستخدم

لأصناف القمح الطري.

الجدول 31 تغير نسبة البروتين% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	9.56 ^{aA}	9.61 ^{aB}	10.1 ^{aC}	9.62 ^{aB}	9.95 ^{aD}	0.01
%80	9.94 ^{bA}	9.98 ^{bB}	10.44 ^{bC}	9.96 ^{bD}	10.3 ^{bE}	
%90	10.25 ^{cA}	10.29 ^{cB}	10.85 ^{cC}	10.3 ^{cD}	10.74 ^{cE}	
%100	10.93 ^{dA}	11.1 ^{dB}	11.52 ^{dC}	11 ^{dD}	11.42 ^{dE}	
LSD ^a	0.012					LSD ^{a*b} 0.023

يتضح من الجدول التزايد التدريجي لنسبة البروتين بارتفاع نسبة الاستخراج وذلك لاحتواء القشور (النخالة)

على 12.5% من مجمل بروتينات القمح وهذا يتوافق مع (Inas, 2020; Fiellet, 2000).

3.1.2.3 تقدير نسبة الرماد في الدقيق:

يوضح الجدول (32) تغير نسبة الرماد بتغير نسبة الاستخراج في عينات الدقيق الناتج من أصناف القمح

الطري السوري المستخدم.

الجدول 32 تغير نسبة الرماد% في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	0.77 ^{aA}	0.87 ^{aB}	0.62 ^{aC}	0.72 ^{aD}	1.18 ^{aE}	0.012
%80	0.87 ^{bA}	1.12 ^{bB}	0.73 ^{bC}	1.14 ^{bD}	1.59 ^{bE}	
%90	1.48 ^{cA}	1.43 ^{cB}	1.14 ^{cC}	1.31 ^{cD}	1.75 ^{cE}	
%100	1.56 ^{dA}	1.81 ^{dB}	1.52 ^{dC}	1.66 ^{dD}	1.91 ^{dE}	
LSD ^a	0.016					LSD ^{a*b} 0.027

ترتفع نسبة الرماد تدريجياً بارتفاع نسبة الاستخراج، وذلك لأن الرماد يتركز في النخالة، وهذا يتوافق مع ،

(Inas, 2020) ؛ قرحيلي ومعروف، 2014) وقد تبين أن الصنف شام 10 يحوي أعلى نسبة من الرماد، يليه

الصنف دوما 4، وكان الصنف دوما 6 هو الأقل من حيث نسبة الرماد.

4.1.2.3 تقدير اللون في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

يوضح الجدول (33) ارتفاع الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم بشكل تدريجي مع ارتفاع نسبة الاستخراج،

بالنسبة لأصناف القمح الطري السوري المدروسة.

الجدول 33 تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	5.2 ^{aA}	3.5 ^{aB}	3.73 ^{aC}	4.45 ^{aD}	4.85 ^{aE}	0.03
%80	12.1 ^{bA}	9.25 ^{bB}	10.4 ^{bC}	10.8 ^{bD}	11.55 ^{bE}	
%90	13.5 ^{cA}	11.45 ^{cB}	12.8 ^{cC}	12.8 ^{cC}	13.1 ^{cD}	
%100	15.45 ^{dA}	13.65 ^{dB}	14.25 ^{dC}	14.2 ^{dD}	14.3 ^{dE}	
LSD ^a	0.04					LSD ^{a*b} 0.064

ارتفعت الدرجة اللونية بارتفاع نسبة الاستخراج نتيجة ارتفاع نسبة النخالة التي يتركز فيها إنزيم PPO والذي

يسهم بدوره بتشكيل مركبات الاسمرار المسببة لتغير اللون نحو الدكنة، وهذا يتوافق مع (Akond et al., 2010)

(Kweon et al., 2009)، بالإضافة إلى أن ارتفاع نسبة الرماد والبروتين مع ارتفاع نسبة الاستخراج يعد من

العوامل المساهمة في زيادة اللون دكنة. (Kruger et al., 1996)، وكانت العينات عند نسب الاستخراج 80%

و 90% هي الأفضل من حيث اللون لتصنيع الخبز، فالدرجة اللونية الأنسب لتصنيعه هي بين 5-10 (م.ق.س

2002/192)، لأن الدرجة (5) هي الدرجة المثالية، وكان الصنف شام 10 هو الأقرب لهذه الدرجة عند نسبة

الاستخراج 80

5.1.2.3 تقدير اللون في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يبين الجدول (34) تأثير تثبيط إنزيم PPO على الدرجة اللونية في الدقيق الناتج من أصناف القمح الطري

المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

الجدول 34 تغير الدرجة اللونية في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط

إنزيم PPO

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	2.3 ^{aA}	2.4 ^{aB}	2.37 ^{aB}	2.25 ^{aC}	2 ^{aD}	0.027
%80	7.4 ^{bA}	5.2 ^{bB}	6.38 ^{bC}	5.4 ^{bD}	5.1 ^{bE}	
%90	8.5 ^{cA}	7.3 ^{cB}	9.78 ^{cC}	7.78 ^{cD}	6.58 ^{cE}	
%100	10.75 ^{dA}	10.2 ^{dB}	11.65 ^{dC}	9.3 ^{dD}	8.9 ^{dE}	
LSD ^a	0.035					LSD ^{a*b} 0.061

انخفضت الدرجة اللونية بعد تثبيط عمل إنزيم PPO وقد أدى ذلك إلى تقليل تشكل مركبات الاسمرار في الدقيق المستخدم لتصنيع الخبز، وهذا يتوافق مع (Beecher *et al.*, 2012)، الأمر الذي جعل الدقيق أكثر ابيضاضاً، ولكن الدرجة اللونية استمرت بالارتفاع مع زيادة نسبة الاستخراج نتيجة ارتفاع نسبة الرماد والبروتين وتأثيرهما السلبي على الدرجة اللونية، بما يتوافق مع (Kruger *et al.*, 1996)، وكانت الدرجة اللونية الأفضل عند نسبة الاستخراج 80% بالنسبة لمجمل العينات وكان الصنف شام 10 هو الأفضل يليه الصنف دوما 4، يليه شام 4، ثم دوما 2، وأخيراً دوما 6، وهذا دليل واضح لتأثير نشاط الإنزيم في الدرجة اللونية فرغم احتواء الصنف شام 10 على أعلى نسبة رماد إلا أن لون الدقيق الناتج عنه كان أفضل من باقي الأصناف بعد تثبيط إنزيم PPO.

6.1.2.3 تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

قَدِّرت الحموضة في الدقيق الناتج من أصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، عندما

كان إنزيم PPO نشطاً، كما هو موضح في الجدول (35)

الجدول 35 تغير نسبة الحموضة (مل ليتر/100غ) في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	2.4 ^{aA}	2.45 ^{aB}	2.36 ^{aC}	2.4 ^{aA}	2.17 ^{aD}	0.015
%80	2.85 ^{bA}	2.69 ^{bB}	2.5 ^{bC}	2.68 ^{bB}	2.35 ^{bD}	
%90	3.56 ^{cA}	3.3 ^{cB}	2.77 ^{cC}	3.19 ^{cD}	2.75 ^{cE}	
%100	4.15 ^{dA}	4.08 ^{dB}	3.1 ^{dC}	4.01 ^{dD}	3.26 ^{dE}	
LSD ^a	0.019					LSD ^{a*b} 0.033

ازدادت الحموضة بشكل طردي مع ارتفاع نسبة الاستخراج، وذلك نتيجة الارتفاع الطردي للرطوبة كما هو موضح في الجدول (30)، الأمر الذي ساعد في نشاط الإنزيمات المؤدية إلى تحلل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية وإعطاء مركبات حامضية وهذا يتوافق مع (Fielle, 2000)

7.1.2.3 تقدير الحموضة في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يبين الجدول (36) الارتفاع التدريجي في نسبة الحموضة بارتفاع نسبة استخراج الدقيق الناتج من أصناف

القمح الطري المدروسة، وذلك بعد تثبيط إنزيم PPO.

الجدول 36 تغير نسبة الحموضة (مل ليتر/100غ) في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	2.1 ^{aA}	2.2 ^{aB}	2.15 ^{aC}	2.2 ^{aB}	1.97 ^{aD}	0.013
%80	2.56 ^{bA}	2.33 ^{bB}	3.35 ^{bB}	2.45 ^{bD}	2.26 ^b	
%90	3.19 ^{cA}	2.96 ^{cB}	2.55 ^{cC}	2.98 ^{cB}	2.21 ^c	
%100	3.9 ^{dA}	3.74 ^{dB}	2.85 ^{dC}	4.25 ^{dD}	3.02 ^d	
LSD ^a	0.026					LSD ^{a*b} 0.029

بقي ارتفاع الحموضة تدريجياً تبعاً لارتفاع نسبة الاستخراج بعد تثبيط إنزيم PPO، ولكنها كانت أقل مما هو

عليه الحال قبل تثبيط الإنزيم، ويعود ذلك لإضافة حمض الأسكوربيك الذي يعمل ليس فقط على تثبيط إنزيم

PPO وإنما يثبط أيضاً عمل كل من إنزيمات البروتياز والليباز والفوسفاتاز، الأمر الذي أدى إلى تقليل تحليل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية. (Fiellet, 2000) ، وكان الصنف شام 10 هو الأقل حموضة يليه الصنف دوما 2، ثم الصنف دوما 6، ثم الصنفان دوما 4 وشام 4.

8.1.2.3 تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

يبين الجدول (37) نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق الناتج من أصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير

نسبة الاستخراج.

الجدول 37 تغير نسبة الغلوتين الرطب % في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	20.7 ^{aA}	25.03 ^{aB}	22.1 ^{aC}	22.4 ^{aD}	31.01 ^{aE}	0.032
%80	21.37 ^{bA}	25.81 ^{bB}	22.81 ^{bC}	23.12 ^{bD}	32.01 ^{bE}	
%90	19.04 ^{cA}	23.6 ^{cB}	20.5 ^{cC}	21.8 ^{cD}	30.9 ^{cE}	
%100	17.62 ^{dA}	20.11 ^{dB}	19.12 ^{dC}	20.5 ^{dD}	29.07 ^{dE}	
LSD ^a	0.041					LSD ^{a*b} 0.072

يتوافق التحسن في نسبة الغلوتين بارتفاع نسبة الاستخراج حتى 80% مع الارتفاع التدريجي لنسبة البروتين كما يظهر في الجدول (31) إلا أن نسبة الغلوتين تعود لتتخفض عند نسب الاستخراج العالية 90% و 100% فعلى الرغم من ارتفاع نسبة البروتين إلا أن جودة الغلوتين تنخفض (Milani, 2018) ، وتزداد كمية الألياف في الدقيق بارتفاع نسبة الاستخراج (Inas, 2020) الأمر الذي أثر سلباً على الشبكة الغلوتينية، وأدى إلى ضياع قسم من الغلوتين بالغسيل. وكان الصنف شام 10 هو الأفضل من حيث نسبة الغلوتين عند استخراج 80%.

9.1.2.3 تقدير الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يظهر من الجدول (38) التغيرات الحاصلة في نسبة الغلوتين الرطب بعد تثبيط إنزيم PPO.

الجدول 38 تغير نسبة الغلوتين الرطب في الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	21.8 ^{aA}	25.91 ^{aB}	22.85 ^{aC}	23.4 ^{aD}	31.8 ^{aE}	0.014
%80	22.37 ^{bA}	26.82 ^{bB}	23.6 ^{bC}	23.92 ^{bD}	32.81 ^{bE}	
%90	19.94 ^{cA}	24.5 ^{cB}	21.52 ^{cC}	22.79 ^{cD}	31.77 ^{cE}	
%100	18.61 ^{dA}	21.15 ^{dB}	19.95 ^{dC}	21.43 ^{dD}	29.95 ^{dE}	
LSD ^a	0.018					LSD ^{a*b} 0.031

يلاحظ تحسن نسبة الغلوتين بشكل عام في كل العينات رغم عودتها للانخفاض عند نسب 90% و100%، وذلك لأنه عند تثبيط إنزيم ppo ومنع حدوث تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات أدى ذلك إلى الحفاظ على الأحماض الأمينية وإيقاف التغيرات في الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية، الأمر الذي أسهم في تحسن نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية. (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall, 2003)، وقد تفوق الصنف شام 10 على بقية الأصناف من حيث نسبة الغلوتين، يليه الصنف دوما 4، ثم شام 4، ثم الصنف دوما 6، ثم الصنف دوما 2.

10.1.2.3 تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم في حال نشاط إنزيم PPO:

تم تقدير المطاطية في الدقيق الناتج من أصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج،

والجدول (39) يوضح ذلك:

الجدول 39 مطاطية الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	3.38 ^{aA}	3.08 ^{aB}	3.15 ^{aC}	3.1 ^{aD}	2.6 ^{aE}	0.022
%80	3.2 ^{bA}	2.8 ^{bB}	2.85 ^{bC}	2.75 ^{bD}	2.5 ^{bE}	
%90	3.68 ^{cA}	3.5 ^{cB}	3.28 ^{cC}	3.68 ^{cD}	3.43 ^{cE}	
%100	4.6 ^{dA}	4.35 ^{dB}	4.55 ^{dB}	4.45 ^{dD}	4.33 ^{dB}	
LSD ^a	0.029					LSD ^{a*b} 0.051

يلاحظ أن صفة المطاطية مرتبطة بقوة الشبكة الغلوتينية فكما تحسنت نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية

تحسنت المطاطية، والعكس بالعكس. (Fiellet, 2000)

ويلاحظ من الجدول السابق تحسن المطاطية بارتفاع نسبة الاستخراج حتى 80%، ومن ثم تراجعت هذه

الصفة عند النسب 90% و 100% وذلك نتيجة تراجع الشبكة الغلوتينية، وهذا يتوافق مع التغيرات الحاصلة في

نسبة الغلوتين كما هو موضح في الجدول (37).

11.1.2.3 تقدير المطاطية في الدقيق المستخدم بعد تثبيط إنزيم PPO:

يوضح الجدول (40) التغيرات الحاصلة في المطاطية تبعاً لتغير نسبة الاستخراج في عينات الدقيق الناتج من

أصناف القمح السوري الطري المدروسة.

الجدول 40 مطاطية الدقيق المستخدم لأصناف القمح الطري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

نسبة الاستخراج	دوما 2	دوما 4	دوما 6	شام 4	شام 10	LSD ^b
%70	3 ^{aA}	2.7 ^{aB}	2.83 ^{aC}	2.93 ^{aD}	2.35 ^{aE}	0.027
%80	2.78 ^{bA}	2.5 ^{bB}	2.63 ^{bC}	2.6 ^{bC}	2.15 ^{bE}	
%90	3.28 ^{cA}	3 ^{cB}	2.93 ^{cC}	3.1 ^{cD}	3.13 ^{cD}	
%100	3.98 ^{dA}	3.9 ^{dB}	3.98 ^{dA}	3.9 ^{dB}	3.88 ^{dB}	
LSD ^a	0.035					LSD ^{a*b} 0.061

تحسنت المطاطية في كامل العينات بعد تنشيط إنزيم ppo نتيجة تحسن الشبكة الغلوتينية، وقد تفوق الصنف

شام 10 على بقية الأصناف من حيث المطاطية، يليه الصنف دوما 4، ثم شام 4، ثم الصنف دوما 6، ثم

الصنف دوما 2.

2.2.3 التقييم الحسي للخبز

جرى التقييم الحسي للخبز عبر دراسة مجموعة من الخصائص الحسية كاللون والطعم وقابلية المضغ واختبار

لب الرغيف وقابلية الثني.

1.2.2.3 اللون:

يبين الجدول (41) التحليل الإحصائي لنتائج التقييم الحسي للون الخبز المنتج من أصناف القمح الطري

المدرسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج:

جدول 41 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، في حال نشاط إنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.0500	B
Douma (2), 80%	20	4.4500	AB
Douma (2), 90%	20	4.4500	AB
Douma (2), 100%	20	4.0000	B
Douma (4) , 70%	20	3.9000	B
Douma (4), 80%	20	4.9500	A
Douma (4), 90%	20	4.4500	AB
Douma (4), 100%	20	4.1000	B
Douma (6) , 70%	20	4.1500	B
Douma (6), 80%	20	4.9000	A
Douma (6), 90%	20	3.9000	B
Douma (6), 100%	20	3.5500	BC
Cham (4), 70%	20	3.8500	B
Cham (4), 80%	20	4.8000	A
Cham (4), 90%	20	4.4000	AB
Cham (4), 100%	20	3.6500	B
Cham (10), 70%	20	3.6000	B
Cham (10), 80%	20	4.9500	A
Cham (10), 90%	20	4.7500	A
Cham (10), 100%	20	4.1500	B

تبين من الجدول (41) أن اللون كان أفضل ما يمكن عند نسب الاستخراج 80 % 90 % في أغلب العينات، ثم تراجعت هذه الصفة عند نسبة الاستخراج 100 % نتيجة ارتفاع تركيز إنزيم PPO بارتفاع نسبة الاستخراج، والذي أسهم بدوره في زيادة مركبات الاسمرار وأصبح اللون أكثر دكنة. (Akond et al., 2010; Kweonet al., 2009)

يبين الجدول (42) التحليل الإحصائي الخاص باللون في الخبز بتأثير تغير نسبة الاستخراج وبعد تثبيط إنزيم

ppo

جدول 42 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير اللون في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم ppo

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.1000	B
Douma (2), 80%	20	4.7500	A
Douma (2), 90%	20	4.5500	AB
Douma (2), 100%	20	4.6000	AB
Douma (4) , 70%	20	3.9500	B
Douma (4), 80%	20	4.9000	A
Douma (4), 90%	20	4.9500	A
Douma (4), 100%	20	4.5000	AB
Douma (6) , 70%	20	4.1000	B
Douma (6), 80%	20	4.7000	A
Douma (6), 90%	20	4.4000	AB
Douma (6), 100%	20	3.7500	B
Cham (4), 70%	20	3.9500	B
Cham (4), 80%	20	4.8500	A
Cham (4), 90%	20	4.6500	A
Cham (4), 100%	20	4.4500	AB
Cham (10), 70%	20	3.8500	B
Cham (10), 80%	20	4.7500	A
Cham (10), 90%	20	4.7500	A
Cham (10), 100%	20	4.5500	AB

أدى تثبيط عمل إنزيم PPO إلى تقليل تشكل مركبات الاسمرار في الدقيق المستخدم لتصنيع الخبز (Beecher *et al.*, 2012) الأمر الذي أدى إلى تحسن صفة اللون في مجمل العينات، لكن تثبيط الإنزيم أدى

إلى تخفيض الدرجة اللونية عند نسبة الاستخراج 70% وكان الخبز الناتج ذا لون مائل للبياض.

2.2.2.3 الطعم عند التذوق:

يبين الجدول (43) تراجع طعم الخبز المصنع من أصناف القمح الطري السوري بارتفاع نسبة الاستخراج، في

حال نشاط إنزيم PPO.

جدول 43 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.6000	AB
Douma (2), 80%	20	4.1500	B
Douma (2), 90%	20	3.1000	C
Douma (2), 100%	20	1.8000	D
Douma (4) , 70%	20	4.5000	AB
Douma (4), 80%	20	4.0000	B
Douma (4), 90%	20	2.9500	C
Douma (4), 100%	20	1.8000	D
Douma (6) , 70%	20	4.9000	A
Douma (6), 80%	20	4.4500	AB
Douma (6), 90%	20	3.5500	BC
Douma (6), 100%	20	2.8500	C
Cham (4), 70%	20	4.5500	AB
Cham (4), 80%	20	3.6500	B
Cham (4), 90%	20	2.6500	C
Cham (4), 100%	20	2.2000	D
Cham (10), 70%	20	4.7500	A
Cham (10), 80%	20	4.9000	A
Cham (10), 90%	20	3.4500	BC
Cham (10), 100%	20	3.0000	C

أصبح طعم الخبز أكثر حموضة بارتفاع نسبة الاستخراج، والسبب في ذلك أنه تم ترطيب عينات القمح

المدروسة إلى 15.5% قبل الطحن وقد تركزت الرطوبة في طبقة النخالة، الأمر الذي أدى إلى ارتفاع الرطوبة

بارتفاع نسبة استخراج الدقيق، الأمر الذي ساعد في نشاط الإنزيمات المؤدية إلى تحلل الدهون والبروتينات

والمركبات الفوسفاتية وإعطاء مركبات حامضية (Fiellet, 2000) وارتفاع الحموضة طردياً بارتفاع نسبة الاستخراج، ومن ناحية أخرى فإن ارتفاع نسبة النخالة بارتفاع نسبة الاستخراج (Fiellet, 2000) أثر سلباً على طعم الخبز الناتج وأدى إلى تراجع الطعم بشكل تدريجي.

يُظهر الجدول (44) تحسن الطعم في الخبز الناتج رغم الانخفاض التدريجي بارتفاع نسبة الاستخراج، وكانت نتائج الطعم الأفضل عند نسب الاستخراج 70% و80%.

جدول 44 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير طعم الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.7500	A
Douma (2), 80%	20	4.5500	AB
Douma (2), 90%	20	3.2000	C
Douma (2), 100%	20	2.4500	CD
Douma (4) , 70%	20	4.7000	A
Douma (4), 80%	20	4.8500	A
Douma (4), 90%	20	3.6000	BC
Douma (4), 100%	20	2.8000	C
Douma (6) , 70%	20	4.9500	A
Douma (6), 80%	20	4.7500	A
Douma (6), 90%	20	3.9500	B
Douma (6), 100%	20	3.5500	BC
Cham (4), 70%	20	4.7500	A
Cham (4), 80%	20	4.5000	AB
Cham (4), 90%	20	4.0500	B
Cham (4), 100%	20	2.6000	CD
Cham (10), 70%	20	4.8000	A
Cham (10), 80%	20	4.9500	A
Cham (10), 90%	20	3.7500	B
Cham (10), 100%	20	3.5500	BC

لوحظ انخفاض الطعم الحامضي بعد تثبيط إنزيم PPO ، ويعود ذلك إلى الفعل الإيجابي لحمض الأسكوربيك

الذي عمل ليس فقط على تثبيط إنزيم PPO وإنما قام أيضاً بتثبيط عمل كل من إنزيمات البروتياز والليباز والفوسفاتاز، الأمر الذي أدى إلى تقليل تحلل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية. (Fiellet, 2000) ، فقد

تحسن الطعم بصورة عامة لكنه بقي رديئاً عند نسب الاستخراج العالية بسبب نسب الألياف والنخالة المرتفعة

(Fiellet, 2000 ;Inas, 2020).

3.2.2.3 قابلية المضغ:

يبين الجدول (45) التحليل الإحصائي الخاص بقابلية المضغ في الخبز الناتج، بتأثير تغير نسبة الاستخراج.

جدول 45 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير صفة القابلية للمضغ في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.1000	B
Douma (2), 80%	20	4.0500	B
Douma (2), 90%	20	3.1500	C
Douma (2), 100%	20	1.9500	D
Douma (4) , 70%	20	3.7000	B
Douma (4), 80%	20	4.0500	B
Douma (4), 90%	20	2.8000	C
Douma (4), 100%	20	2.5000	CD
Douma (6) , 70%	20	4.0000	B
Douma (6), 80%	20	4.0500	B
Douma (6), 90%	20	3.5000	BC
Douma (6), 100%	20	2.1500	D
Cham (4), 70%	20	4.4000	B
Cham (4), 80%	20	3.8500	AB
Cham (4), 90%	20	2.6500	C
Cham (4), 100%	20	2.4000	CD
Cham (10), 70%	20	4.7500	A
Cham (10), 80%	20	4.9000	A
Cham (10), 90%	20	3.5500	BC
Cham (10), 100%	20	2.7000	C

يظهر من الجدول تراجع صفة المضغ بارتفاع نسبة الاستخراج خصوصاً عند نسب الاستخراج 90%

و100% وذلك نتيجة ارتفاع نسبة النخالة والألياف (Fiellet, 2000; Inas, 2020) التي أثرت سلباً على عملية

المضغ بصورة مباشرة، كما أدت إلى تقليل انتفاخ الرغيف نتيجة تثقيب الشبكة الغلوتينية في أثناء عملية التخمير)

قرحيلي ومعروف، 2014) الأمر الذي أدى إلى إنتاج خبز ذي مواصفات متدنية.

يبين الجدول (46) التحليل الإحصائي الخاص بتقدير قابلية المضغ في الخبز الناتج بعد تثبيط إنزيم PPO ،

بتأثير تغير نسبة الاستخراج

جدول 46 التحليل الإحصائي الخاص بتقدير صفة القابلية للمضغ في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.0000	B
Douma (2), 80%	20	4.4500	AB
Douma (2), 90%	20	3.9500	B
Douma (2), 100%	20	2.6000	CD
Douma (4) , 70%	20	4.6000	AB
Douma (4), 80%	20	4.7500	A
Douma (4), 90%	20	3.7000	B
Douma (4), 100%	20	2.8500	C
Douma (6) , 70%	20	4.4000	AB
Douma (6), 80%	20	4.8000	A
Douma (6), 90%	20	3.9000	B
Douma (6), 100%	20	2.4500	CD
Cham (4), 70%	20	4.4000	AB
Cham (4), 80%	20	3.7500	A
Cham (4), 90%	20	4.2000	B
Cham (4), 100%	20	2.9500	C
Cham (10), 70%	20	4.8000	A
Cham (10), 80%	20	4.9500	A
Cham (10), 90%	20	3.6500	B
Cham (10), 100%	20	3.0500	C

أسهم تثبيط إنزيم ppo ومنع حدوث تفاعلات أكسدة الفينولات مع البروتينات في إيقاف التغيرات في

الخصائص الهيكلية والوظيفية والغذائية للبروتينات الغذائية والحفاظ على الأحماض الأمينية، الأمر الذي أسهم

في تحسين نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية. (Matheis and Whitaker, 1984; Yoruk and Marshall,

2003)، وهذا الأمر ساعد على تحسين مواصفات العجين واحتجاز غازات التخمر، وبالتالي فقد تحسنت

مواصفات الخبز الناتج، وكانت عملية المضغ أفضل في معظم العينات عما هو الحال قبل تنشيط إنزيم PPO وخصوصاً عند نسب الاستخراج 70% و80%، ولكن هذه الصفة (صفة المضغ) بقيت متدنية عند نسب الاستخراج العالية 90% و100% نتيجة ارتفاع نسبة النخالة والألياف في هذه العينات (Fiellet, 2000; Inas, 2020).

4.2.2.3 اختبار لب الرغيف:

يبين الجدول (47) أن نتائج التقييم الحسي للرب الرغيف تراجعت بارتفاع نسبة الاستخراج ، وكان الصنف شام 10 هو الأفضل عند نسب الاستخراج 70% و80%.

جدول 47 التحليل الإحصائي الخاص باختبار لب الرغيف في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.1500	B
Douma (2), 80%	20	3.5500	BC
Douma (2), 90%	20	3.2000	C
Douma (2), 100%	20	1.8500	D
Douma (4) , 70%	20	4.2000	B
Douma (4), 80%	20	3.8500	B
Douma (4), 90%	20	2.9500	C
Douma (4), 100%	20	1.8000	CD
Douma (6) , 70%	20	4.9000	B
Douma (6), 80%	20	4.5000	BC
Douma (6), 90%	20	3.5500	C
Douma (6), 100%	20	2.8500	D
Cham (4), 70%	20	4.4500	B
Cham (4), 80%	20	3.6500	B
Cham (4), 90%	20	2.6500	C
Cham (4), 100%	20	2.2000	CD
Cham (10), 70%	20	4.8500	AB
Cham (10), 80%	20	4.9000	AB
Cham (10), 90%	20	3.4500	B
Cham (10), 100%	20	3.0000	C

إن ارتفاع رطوبة الدقيق بارتفاع نسبة الاستخراج كما هو موضح في الفقرة (1.1.3.3) وانخفاض جودة

الغلوتين عند نسب الاستخراج العالية (90% 100%) (Milani, 2018) تسبب في تراجع الشبكة الغلوتينية

وأدى إلى إعطاء بقع عجينية ومسامات قليلة وغير متجانسة في لب الرغيف.

يُظهر الجدول (48) انخفاضاً تدريجياً في نتائج التقييم الحسي لاختبار لب الرغيف بارتفاع نسبة الاستخراج وبعد تثبيط إنزيم PPO، لكن نتائج هذا الاختبار تفوقت وبفروق معنوية واضحة في مجمل عينات الخبز المنتج من أصناف القمح الطري عما هو الحال في عينات الخبز الناتج قبل تثبيط إنزيم PPO.

جدول 48 التحليل الإحصائي الخاص باختبار لب الرغيف في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، بعد تثبيط إنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.6000	AB
Douma (2), 80%	20	3.6500	B
Douma (2), 90%	20	3.4500	BC
Douma (2), 100%	20	2.4000	CD
Douma (4) , 70%	20	4.4000	AB
Douma (4), 80%	20	4.4500	AB
Douma (4), 90%	20	3.7000	B
Douma (4), 100%	20	2.7000	C
Douma (6) , 70%	20	4.4000	AB
Douma (6), 80%	20	3.6500	B
Douma (6), 90%	20	3.4000	BC
Douma (6), 100%	20	2.4500	CD
Cham (4), 70%	20	4.5000	AB
Cham (4), 80%	20	4.5500	AB
Cham (4), 90%	20	3.7500	B
Cham (4), 100%	20	2.7500	C
Cham (10), 70%	20	4.6500	A
Cham (10), 80%	20	4.7000	A
Cham (10), 90%	20	4.5500	AB
Cham (10), 100%	20	3.5000	BC

تحسنت الشبكة الغلوتينية بعد تثبيط إنزيم PPO (Yoruk and Marshall, 2003) وأسهم ذلك في تحسن

بنية وهيكلية الخبز الناتج الأمر الذي سمح بتبخير الماء بصورة أفضل عند التصنيع (Hou, 2001)، الأمر الذي

أدى إلى تحسن المسامات الناتجة وتقليل البقع العجينية، حيث كان الخبز الناتج من الصنف شام 10 هو

الأفضل عند نسب الاستخراج 70% و 80% فقد كان اللب حاوي على مسامات متجانسة ولا يوجد بقع عجينية إطلاقاً .

5.2.2.3 اختبار قابلية الثني:

تؤدي بروتينات الدقيق وخاصة (الجليادين) دوراً هاماً من خلال تأثيرها على سلوك النشاء في مرحلة العجن، لأن بروتين الجليادين يعد عاملاً محدداً ورئيساً لنوعية العجين، فعند ارتفاع نسبته في بروتينات الدقيق فإنه يزيد من قوة العجين ومقاومته للشد، أي أن هذا البروتين هو محدد هام للخصائص الريولوجية للعجين المستخدم في تصنيع الخبز (Gil-Humanes., et al, 2012 ؛ قرحيلي ومعروف، 2014) ، أما بالنسبة للألياف فإنها تسهم في الحد من انتشار الماء وفقدانه من كسرة الخبز، وبالتالي فإنها (أي الألياف) تؤدي إلى ليونة هذه الكسرة وانخفاض حركية فقدان الماء منها في أثناء التخزين وهذا يساعد في زيادة طزاجة الخبز وتأخير حالة البياض فيه (Sans-Penella., et al, 2013; Mariotti., et al, 2013) لأن دور الألياف الإيجابي في العجين يظهر من خلال تأثيرها المباشر على تفاعلات (نشاء-بروتين-ماء) (Martijn., et al, 2010; Sivam., et al, 2013) أما الدور السلبي للألياف فيظهر عند ارتفاع نسبته بشكل كبير (عند نسب الاستخراج المرتفعة) من خلال تأثيرها سلباً على تشكل شبكة الجلوتين وتؤدي إلى حدوث تغيرات في بنيتها عبر تشكل معقدات (جلوتين-ألياف) (Ccurti., et al, 2013; Sans-Penella., et al, 2013)، لقياس اختبار قابلية الثني تم تصنيع الخبز من أصناف القمح الطري، وبعدها ترك الخبز ضمن حرارة الغرفة العادية مدة 24 ساعة ، ومن ثم تم قياس قابلية الخبز للثني.

يبين الجدول (49) نتائج التقييم الحسي لاختبار قابلية الثني في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة وفقاً لتغير نسبة الاستخراج، وذلك قبل تثبيط إنزيم PPO. وقد حُزنت العينات في مكان مغلق لمدة 24 ساعة وبعدها تم اختبار قابلية الثني (مصطفى، 1993)

جدول 49 التحليل الإحصائي الخاص باختبار قابلية الثني في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.2000	B
Douma (2), 80%	20	4.1500	B
Douma (2), 90%	20	3.2000	C
Douma (2), 100%	20	2.2000	D
Douma (4) , 70%	20	4.6000	AB
Douma (4), 80%	20	4.5500	AB
Douma (4), 90%	20	3.1500	C
Douma (4), 100%	20	2.6000	CD
Douma (6) , 70%	20	4.0500	B
Douma (6), 80%	20	4.0000	B
Douma (6), 90%	20	3.1000	C
Douma (6), 100%	20	2.1500	D
Cham (4), 70%	20	3.9500	B
Cham (4), 80%	20	4.5500	AB
Cham (4), 90%	20	3.0500	C
Cham (4), 100%	20	2.0500	D
Cham (10), 70%	20	4.8500	A
Cham (10), 80%	20	4.9000	A
Cham (10), 90%	20	4.0500	B
Cham (10), 100%	20	2.6000	CD

كان تمزق الرغيف ضعيفاً عند نسب الاستخراج 70% و 80% في أغلب العينات نتيجة الدور الإيجابي للألياف الذي أسهم في الحد من انتشار الماء وفقدانه من رغيف الخبز، الأمر الذي أدى إلى ليونته وانخفاض حركية فقد الماء منه في أثناء التخزين، وهذا ساعد في زيادة طزاجة الخبز وتأخير حالة البببات وهذا يتوافق مع (Sans-Penella., et al, 2013; Mariotti., et al, 2013) أما بالنسبة للصنف شام 10 فتُني دون أي تمزق، نتيجة ارتفاع نسبة بروتينات الدقيق فيه، لأن ارتفاع نسبة البروتينات يزيد من قوة العجين ومقاومته للشد. (Gil-Humanes., et al, 2012)

وتراجعت صفة قابلية الثني عند نسب الاستخراج 80% و 90% نتيجة تراجع الشبكة الغلوتينية بارتفاع نسبة

الألياف وهذا أدى إلى تمزق الرغيف بعدة جهات في أثناء الثني. (Ccurti., *et al*, 2013; Sans-Penella., *et al*, 2013).

يدل الجدول (50) على تحسن قابلية الثني في الخبز المصنوع من أصناف القمح الطري السوري المدروسة

بعد تنشيط إنزيم PPO في مجمل العينات.

جدول 50 التحليل الإحصائي الخاص باختبار قابلية الثني في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة تبعاً لتغير نسبة الاستخراج ، بعد تنشيط إنزيم PPO.

Treatment	N	Mean	Grouping
Douma (2) , 70%	20	4.5000	AB
Douma (2), 80%	20	3.5500	AB
Douma (2), 90%	20	3.7500	B
Douma (2), 100%	20	2.5000	CD
Douma (4) , 70%	20	4.8000	A
Douma (4), 80%	20	4.9500	A
Douma (4), 90%	20	3.7500	B
Douma (4), 100%	20	2.7500	C
Douma (6) , 70%	20	4.4500	AB
Douma (6), 80%	20	3.6000	AB
Douma (6), 90%	20	3.8500	B
Douma (6), 100%	20	2.4500	CD
Cham (4), 70%	20	4.6000	AB
Cham (4), 80%	20	4.9500	A
Cham (4), 90%	20	3.9500	B
Cham (4), 100%	20	2.9500	C
Cham (10), 70%	20	4.7500	A
Cham (10), 80%	20	4.7000	A
Cham (10), 90%	20	4.5000	AB
Cham (10), 100%	20	3.2000	C

يلاحظ من الجدول أن صفة قابلية الثني تحسنت عما هو الحال قبل تنشيط إنزيم PPO، ويعود ذلك إلى تحسن نسبة الغلوتين والشبكة الغلوتينية (Yoruk and Marshall, 2003) ، الأمر الذي ساعد في زيادة قوة العجين ومقاومته للشد وهذا يتوافق مع (Gil-Humanes., *et al*, 2012).

6.2.2.3 التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي الخاص بتصنيع الخبز:

يبين الجدول (51) التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في الخبز المصنع من أصناف القمح الطري السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تنشيط إنزيم PPO.

جدول 51 التحليل الإحصائي الإجمالي لنتائج التقييم الحسي في الخبز المنتج من أصناف القمح الطري السوري المدروسة، تبعاً لتغير نسبة الاستخراج، قبل وبعد تثبيط إنزيم PPO.

الصنف	حالة إنزيم PPO	نسبة الاستخراج	صفة التقييم الحسي				
			اللون	الرائحة	المذاق	القوام	التعليق
Douma (2)	قبل التثبيط	70%	B	AB	B	B	B
		80%	AB	B	B	BC	B
		90%	AB	C	C	C	C
		100%	B	D	D	D	D
	بعد التثبيط	70%	B	A	B	AB	AB
		80%	A	AB	AB	B	AB
		90%	A	C	B	BC	B
		100%	AB	CD	CD	CD	CD
Douma (4)	قبل التثبيط	70%	B	AB	B	B	AB
		80%	A	B	B	B	AB
		90%	AB	C	C	C	C
		100%	B	D	D	CD	CD
	بعد التثبيط	70%	B	A	AB	AB	A
		80%	A	A	A	AB	A
		90%	A	BC	B	B	B
		100%	AB	C	C	C	C
Douma (6)	قبل التثبيط	70%	B	A	B	B	B
		80%	A	AB	B	BC	B
		90%	B	BC	BC	C	C
		100%	BC	C	D	D	D
	بعد التثبيط	70%	B	A	AB	AB	AB
		80%	A	A	A	B	AB
		90%	AB	B	B	BC	B
		100%	B	BC	CD	CD	CD

B	B	B	AB	B	70%	قبل التثبيت	Cham (4)
AB	B	AB	B	A	80%		
C	C	C	C	AB	90%		
D	CD	CD	D	B	100%		
AB	AB	AB	A	B	70%	بعد التثبيت	
A	AB	A	AB	A	80%		
B	B	B	B	A	90%		
C	C	C	CD	AB	100%		
A	AB	A	A	B	70%	قبل التثبيت	Cham (10)
A	AB	A	A	A	80%		
B	B	BC	BC	A	90%		
CD	C	C	C	B	100%		
A	A	A	A	B	70%	بعد التثبيت	
A	A	A	A	A	80%		
AB	AB	B	B	A	90%		
C	BC	C	BC	AB	100%		

يُلاحظ من الجدول (51) أن لون الخبز المصنوع من أصناف القمح الطري المدروسة عند نسب الاستخراج المختلفة، كان أفضل ما يمكن بالنسبة لمعظم العينات عند نسب الاستخراج 80% ولكن بعد تثبيط الإنزيم ومنع تشكل مركبات الاسمرار أدى ذلك إلى ابيضاض الدقيق وإنتاج خبز أبيض عند نسب الاستخراج 70% وتحسن لون الخبز المنتج عند نسب الاستخراج الأعلى، وكان أفضل ما يمكن عند النسب 80% و 90% بالنسبة لمعظم العينات، وكان الطعم عند التذوق أفضل ما يمكن في العينات ذات نسب الاستخراج 70% و 80%، وقد تراجع الطعم في العينات ذات نسب الاستخراج الأعلى نتيجة ارتفاع نسبة النخالة والحموضة، وقد تحسنت صفة الطعم بعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز نتيجة التحسن العام في صفات الخبز كنسبة الغلوتين والمطاطية والحموضة وغيرها، أما بالنسبة لصفة قابلية المضغ فقد كانت أفضل ما يمكن عند نسب الاستخراج 70% و 80% وتراجعت عند نسب الاستخراج 90% و 100%، وعند تثبيط الإنزيم تحسنت قابلية المضغ في مجمل العينات

ولكنها بقيت رديئة عند نسب الاستخراج العالية، وأعطى اختبار لب الرغيف نتائج جيدة عند نسب الاستخراج 70% و80%، وعند ارتفاع نسبة الاستخراج عن ذلك أصبح لب الرغيف عجيباً ومساماته غير متجانسة، وبعد تثبيط إنزيم PPO أعطى اختبار لب الرغيف نتائج أفضل عما هو الحال قبل تثبيط الإنزيم، وبالنسبة لقابلية الثني فقد أعطى الصنف شام 10 نتائج تقييم حسي عالية عند نسب الاستخراج 70% و80%، وتحسنت هذه الصفة في باقي الأصناف عند نسب الاستخراج هذه، ولكن بقيت نسب الاستخراج العالية ذات قابلية ثني متدنية نتيجة ارتفاع نسبة الألياف.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

CONCLUSIONS

AND

RECOMMENDATIONS

الاستنتاجات CONCLUSIONS:

- ارتفاع نسبة الرطوبة في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج وذلك نتيجة ترطيب العينات قبل الطحن، حيث تركزت الرطوبة في طبقة النخالة.
- ارتفاع نسبة الرماد في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج نتيجة احتواء الأغلفة الخارجية على النسبة الأعلى من المعادن.
- ارتفاع نسبة البروتين في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج، وقد تميز الصنف دوما 1 بأعلى نسبة بروتين بالنسبة للأصناف القمح القاسي، والصنف شام 10 بالنسبة للأصناف القمح الطري.
- ارتفاع الدرجة اللونية في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج نتيجة ارتفاع نسبة الأغلفة الخارجية التي يتركز فيها إنزيم PPO والذي يسهم في تشكيل مركبات الاسمرار المؤدية إلى تغير لون الدقيق نحو الدكنة، و بعد تثبيط الأنزيم كان الصنف بحوث 5 ودوما 1 هما الأنسب لتصنيع النودلز بالنسبة لأصناف القمح القاسي، والصنف شام 10 كان الأنسب لتصنيع الخبز عند نسبة الاستخراج 80% (وذلك من حيث الدرجة اللونية)
- ارتفاع الحموضة في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج، نتيجة الرطوبة المرتفعة التي ساعدت في نشاط الإنزيمات المؤدية إلى تحلل الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية وإعطاء مركبات حامضية، و بعد إضافة حمض الأسكوربيك انخفضت حموضة الدقيق المستخدم، لأنه بالإضافة إلى تثبيط إنزيم PPO يعمل على تثبيط كل من الليباز والبروتياز والفوسفاتاز، ولوحظ وجود تفاوت في نسبة الحموضة بين الأصناف وعند نسب الاستخراج المختلفة، وذلك يعود لاختلاف محتوى الحبوب من الدهون والبروتينات والمركبات الفوسفاتية، ومحتوى الأغلفة الخارجية من الإنزيمات المحللة.

- ارتفاع نسبة الغلوتين الرطب في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم مع ارتفاع نسبة استخراج دقيق القمح القاسي حتى 80% بما يتوافق مع الارتفاع الطردي لنسبة البروتين، لكن الغلوتين عاد للانخفاض عند نسب الاستخراج العالية 90% و 100%، وبعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز تحسنت نسبة الغلوتين الرطب في مجمل عينات الدقيق المنتجة من أصناف القمح السوري القاسي والطري، وقد تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث نسبة الغلوتين بالنسبة لأصناف القمح القاسي، والصنف شام 10 بالنسبة لأصناف القمح الطري.
- تحسنت المطاطية في عينات دقيق القمح القاسي والطري المستخدم بارتفاع نسبة الاستخراج حتى 80%، ومن ثم تراجع هذه الصفة بعد ذلك نتيجة تراجع الشبكة الغلوتينية، وهذا يتوافق مع التغيرات الحاصلة في نسبة الغلوتين، وبعد تثبيط إنزيم PPO، إن صفة المطاطية كانت أفضل نتيجة تحسن الشبكة الغلوتينية، وكانت نسبة الاستخراج الأمثل بالنسبة لصفة المطاطية هي 80% بالنسبة لمجمل الأصناف، وقد تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث المطاطية بالنسبة لأصناف القمح القاسي، والصنف شام 10 بالنسبة لأصناف القمح الطري.
- تفوقت عينات الدقيق المنتجة من الصنف دوما 1 على باقي أصناف القمح القاسي المدروسة من حيث نسبة الرماد والبروتين، كما تفوق الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث نسبة الغلوتين والمطاطية، عند نسبة الاستخراج 80%.
- تفوق النودلز المنتجة من الصنف دوما 1 والصنف شام 9 على باقي الأصناف من حيث اللون يليهما الصنف شام 7، لكن بعد تثبيط إنزيم PPO ومنع تشكل مركبات الاسمرار أصبح الدقيق أكثر ابيضاضاً ، وبقي الصنف دوما 1 هو الأفضل عند نسبة الاستخراج المذكورة.
- تفوق النودلز المنتجة من الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث صفة الحجم عند السلق، عند نسب الاستخراج 70% و 80% يليه الصنف بحوث 11 يليهما باقي الأصناف، وقد أصبحت صفة الحجم عند الصنف بحوث 11 بعد تثبيط إنزيم PPO مماثلة للصنف دوما 1.

- تفوق النودلز المنتجة من الصنف دوما 1 على باقي الأصناف من حيث الطعم عند التذوق، عند نسب الاستخراج 70% و 80% يليه الصنف بحوث 11 يليهما باقي الأصناف.
- تميزت عينات النودلز الناتجة بعد تثبيط إنزيم بولي فينول أوكسيداز بانخفاض الرطوبة فيها بالمقارنة مع عينات النودلز المصنعة قبل تثبيط الإنزيم.
- انخفاض نسبة الدسم في مجمل عينات النودلز المصنعة بعد تثبيط إنزيم PPO وتميز الصنف دوما 1 بأقل نسبة دسم في النودلز الناتجة، أما فاقد الطبخ فقد انخفض بعد تثبيط إنزيم PPO، وتميز الصنف دوما 1 بأقل فاقد طبخ بعد تثبيط الإنزيم.
- التأثير السلبي لإنزيم بولي فينول أوكسيداز على مجمل صفات التقييم الحسي للخبز الناتج من عينات دقيق القمح الطري السوري المستخدم وعند نسب الاستخراج المختلفة، لأنه بعد تثبيط الإنزيم تحسنت صفات التقييم الحسي كافة.
- تفوق الصنف شام 10 في مجمل صفات التقييم الحسي المدروسة على باقي الأصناف عند نسبة الاستخراج 80% وذلك بعد تثبيط إنزيم PPO، يليه الصنف دوما 4 ، ثم باقي الأصناف.

المقترحات والتوصيات :RECOMMENDATIONS

✓ التوسع بدراسة باقي أصناف القمح السوري القاسي والطري ومعرفة مدى تأثير تثبيط إنزيم PPO على

النودلز المصنعة من هذه الأصناف

✓ يوصى بدراسة التغيرات الحاصلة الأحماض الأمينية بعد تثبيط إنزيم PPO.

✓ 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 إنزيم بولي فينول

أوكسيداز .

✓ دراسة تأثير إضافة مثبطات لنشاط إنزيم بولي فينول أوكسيداز مثل حمض الأسكوربيك والسيستئين على

مجمل الخصائص الريولوجية والفيزيائية والكيميائية للدقيق المستخدم في تصنيع النودلز والخبز .

✓ دراسة تأثير إضافة المثبطات السابقة على مجمل الخصائص الحسية للنودلز الناتجة والمصنعة من القمح

القاسي والطري السوريين .

المراجع العلمية

REFERENCES

المراجع العلمية REFERENCES:

1- المراجع العربية:

- دليل أصناف القمح في سوريا، دمشق (2021) ، رقم النشرة 504.
- عبد الرزاق، وسن كاظم والأنصاري، بيتول محمود وعزيز، صلاح ناجي (2023) تنشيط أنزيم البولي فينول أوكسيداز المستخلص من بعض النباتات باستعمال بعض الزيوت العطرية الفعالة حيويًا. المجلة العربية للعلوم الزراعية، المؤسسة العربية للعلوم والتربية والآداب، مصر 6(17)، 79-102.
- قرحيلي، ي. (2016)، دراسة تأثير تدعيم الدقيق بالحديد على الخصائص الحسية للخبز الناتج ودرجات تقييمه . المجلة العربية للغذاء والتغذية 37: 45-77
- قرحيلي، ي. معروف، ن. (2014)، دراسة تأثير إضافة دقيق الشعير إلى الدقيق التمويني على القيمة الغذائية للخبز الناتج. المجلة العربية للغذاء والتغذية 37: 90-114
- مصطفى، مصطفى. 1993، تكنولوجيا صناعة الحبوب ومنتجاتها. / ISBN 977 -5201 ، الغيوم، الطبعة الثالثة
- منصور، ع. (2015) دراسة إمكانية تصنيع شعيرية سريعة التحضير (نوديلز) من دقيق الفول *Vicia faba* . أطروحة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تشرين.
- المواصفة القياسية السورية رقم (1998 / 315).
- المواصفة القياسية السورية الخاصة بالدقيق (192\2002)
- المواصفة القياسية السورية الخاصة بمياه الشرب (رقم 45)
- المواصفة القياسية السورية الخاصة بالملح (رقم 74)
- المواصفة القياسية السورية الخاصة بالخميرة (رقم 143)

2- المراجع الأجنبية:

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

Adam,G.C. , Cravatt., B.F, Sorensen., E.J. (2001). Profiling the specific reactivity of the proteome with non-directed activity-based probes. **Chem Bio.** 8(1):81-9.

Al-Senaïdy, 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.

Akond. M., Khandaker L., Hossain. G. K ., Furuta Y. (2010).Total Polyphenol, Polyphenol Oxidase, Antioxidant Activity and Color Profiles of Some Wheat Varieties from Bangladesh. **Journal of Agriculture and Biological Sciences.** 6(2). 186-190.

Aksoy, M. (2020). Prevention of Enzymatic Browning by Inhibiting Polyphenol Oxidase with Some Natural Compounds and Benzenethiol. **European Journal of Science and Technology,** (20), 723-727

Atwell, W. A., (2001), Wheat flour, **American Association of Cereal Chemists,** SI. Paul, Minnesota, USA

Baik, B. K., Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y., (1994). Comparison of polyphenol oxidase activities in wheats and flours from Australian and US. Cultivars, **Journal of Cereal Science** 19(3), 291-296.

Beecher.B.S., Carter, A.H., See. D.R. (2012).Genetic mapping of new seed-expressed polyphenol oxidase genes in wheat (*Triticum aestivum L.*). **TheorAppl Gene.** 124, 1463–1473

Beecher. B., Skinner. Z.D.(2011).Molecular cloning and expression analysis of multiple polyphenol oxidase genes in developing wheat (*Triticum aestivum*) kernels. **Journal of Cereal Science.** 53(3). 371-378.

Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., and Sapirstein, H., D., (2005), Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fraction, **Cereal Chemistry**, 82(4):390-393.

Borneo, R., León, A. E. (2012). Whole grain cereals: Functional components and health benefits. **Food & Function**, 3: 110-119

CCURTI,E.; CARINI,E. ; BONACINI,G.; TRIBUZIO,G.; VITTADINI,E . (2013). Effect of the addition of bran fractions on bread properties. **Journal of Cereal Science**, Available online 3, In Press, Corrected Proof — Note to users.

Chen.Y.J; Zhang.H; Miao.Y, (2014). The Effect of Quantity of Salt on the Drying Characteristics of Fresh Noodles China. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, Vol. 2, , 207–211

Kobrehel.K., Laignelet. B, Feillet, P. 1972. Relation entre les activités peroxydasiques et polyphenoloxydasiques des blés durs et le brunissement des pâtes alimentaires. **CR Acad Agric.** 58. 1099 – 1106.

Crosbie, G. B., Miskelly, D. M. and Dewen, T. (1990). Wheat quality for the Japanese four milling and noodle industries. **Western Australian Journal of Agriculture**, 31, 83-88.

FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations, cereal supply and demand data, jun 362.

Felton, G.W., Donato, K., Del Vecchio, R.J., Duffey. S.S. (1989). Activation of plant foliar oxidases by insect feeding reduces nutritive quality of foliage for noctuid herbivores. **J. Chem. Ecol.** 15. 2667-2694.

Felton.G.W., Donato, K.K., Broadway.R.M. Duffey.S.S. (1992). Impact of oxidized plant phenolics on the nutritional quality of dietary protein to a noctuid herbivore, *Spodopreria exigua*. **J. Insect Physiol.** 38 . 277- 285.

Feillet, P. (2000), LE GRAIN DE BLE. **Techniques et Documentations**, lavoisier, paris, 11-39.

Feillet, P. (1980). Wheat proteins. Evaluation and measurements of wheat quality. In: Inglett, G.E. and Munck, L. **Cereals for Foods and Beverages**. Academic Press, New York, USA. 183.

FU.B.X.(2008), Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. **Food Research International**. Vol. 41, N.9 , 888-902

Fu, B. X. (2007). Asian noodles: History, classification, raw materials, and processing. **Canadian International Grains Institute**, Canada.

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

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.

GIL-HUMANES,J. ;PISTON,F. ; ROSELL,C. M. ; BARRO,F, (2012). Significant downregulation of γ -gliadins has minor effect on gluten and starch properties of breadwheat. **Journal of Cereal Science**, Volume 56, Issue2,Pages 161–170.

GODON,B. ; LOISEL W. (1984). Guide pratique d'analyses dans les industries des Cereales. **Techniques et Documentations**, Lavoisier, paris, , Pages 32-55.

Grignac. P. 1970. Amélioration de la qualité des variétés de blé dur. **Ann Amélior Plantes**. 20. 159-188.

Halverson, J. and Zeleny, L. 1988. Criteria of wheat quality. In: Pomeranz, Y. Wheat **Chemistry and Technology**. St. Paul, AACC, MN, USA. 15-45.

Hatcher, D. W. (2001). Asian noodle processing. In: Owens, G. Cereals Processing Technology. **Woodhead Publishing Limited**, Cambridge, UK. 131-157.

Hegazy, Al., Ammar, M. and, Ibrahim, M. (2009). Production of Egyptian gluten-free bread. **World J. Dairy Food Sci.**, 4, 123-128

Hill, H.Z. 1992. The function of melanin or six blind people examine an elephant. **BioEssays**. 14. 49-56 Kishk *et al*, 2011

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.

Hou, G. Q;(2001), Oriental noodles USA. **Advances in Food and Nutrition Research**, Vol.43, 141- 193.

HOU.G; KRUK.M, (1998). Asian noodle technology USA, Technical Bulletin, **American Institute of Baking**, Vol 20, N°.12 , 1-10.

Inglett.G.E; Peterson.S.C; Carrere.C.J; Maneepun.S, (2005). Rheological, textural, and sensory properties of Asian noodles containing an oat cereal hydrocolloid **USA. Food**, Vol.90, N.1-2 , 1-8.

Inas, A. (2020). The effect of changing the milling extraction rate on the flour properties. **Technology Reports of Kansai University**, 62: 1121-1129.

Kerhaili Y (2005).Encapsulation par extrusion de composéd'arômedans des matrices solides à base d'amidoncéréaliér. **Thèse de Doctorat**, Université de Nantes

Khatkar, B. S. and Schofield, J. D. (1997). Molecular and physico-chemical basis of breadmaking-properties of wheat gluten proteins: A critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, 34, 85-102

Kim, S. K. (1996). Instant noodles. In: Kruger, J.E., Matsuo, R.B. and Dick, J.W. **Pasta and Noodles Technology**. St. Pual, AACCC, MN, USA.

Kruger, J. E., Matsuo, R. B., and Dick, J. W., ed.,(1996). Pasta and Noodle Technology. **AACC International**, St. Paul, MN, 356p.

Kweon, M., Martin, R., and Souza, E., (2009). Effect of Tempering Conditions on Milling Performance and Flour Functionality. **Cereal Chemistry** 86, 12-17.

Kubomura.K, Instant Noodles in Japan USA, (1998). **Cereal Foods World** U.S.A, Vol. 43, N.4 , , 194-197.

Lamsal, B. P. and Faubion, J. M., (2009). Effect of an enzyme preparation on wheat flour and dough color, mixing, and test baking, **Lwt Food Science and Technology**, 42, 1461–1467.

Lin, M., Ke.L.N., Han.P., Qiu.L., Chen.Q. X., Lin.H. T., Wang.Q. 2010. Inhibitory effects of p-alkylbenzoic acids on the activity of polyphenol oxidase from potato (*Solanum tuberosum*). **Food Chemistry**. 119(2). 660-663.

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.

Matheis.G., Whitaker.J.R.(1984). Modification of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products. **J. Food Biochemistry**. 8. 137- 162.

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.

MARIOTTI,M. ; PAGANI, M. A ; LUCISANO,M, (2013) .The role of buckwheat and HPMCon the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. **Food Hydrocolloids**, Volume 30, Issue 1, Pages 393–400.

MARTIJN, W. J. N. ; HAASTER,D. V. ;HEMERY,Y.; SCHOLS,H. A. ; HAMER,R. J. , (2010).The effect of particle size of wheat bran fractions on bread quality – Evidence for fibre–protein interactions. **Journal of Cereal Science**, Volume 52, Issue 1,Pages 59–64.

Matheis.G., Whitaker.J.R. (1984). Modification of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products. **J. Food Biochemistry**. 8. 137- 162.

Mayer. M, Hare.E . 1979. Polyphenol oxidases in plants. **Phytochemistry**. 18(2). 193-215

Milani, J. (2018). Application of coated wheat bran to producing barbari bread with increased nutritional value and improved bread texture and sheif life. **Acta Alimotaria**, 47:259-266

Mitra.J., Shrivastava S.L., Rao.P.S. 2015. Non-enzymatic browning and flavour kinetics of vacuum dried onion slices. **Int. Agrophys**. 29. 91-100.

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.

Nagao, S. (1996). Processing technology of noodle products in Japan. In: Kruger, J.E., Matsuo, R.B. and Dick, J.W. Pasta and Noodle Technology. St. Paul, **American Association of Cereal Chemists**, MN, USA. 169-194.

Nogales-Delgado, S. (2021). Polyphenoloxidase (PPO): Effect, Current Determination and Inhibition Treatments in Fresh-Cut Produce. **Appl. Sci.** 11, 7813. <https://doi.org/10.3390/app11177813>

Okot-Kotber, M., Liavoga, A., Yong, J., Bagorogoza, K., (2001), Activity and Inhibition of Polyphenol Oxidase in Extracts of Bran and Other Milling Fractions from a Variety of Wheat Cultivars, **Cereal Chemistry** 78, 514-520.

Osuga. D., Schaaf.V.D.A.,Whitaker.R,(1994), Control of polyphenol oxidase activity using a catalytic mechanism, R. Y. Yada et al. (eds), Protein Structure-Function Relationships in Foods Springer, **Science+Business Media**. New York.

Oh.N. H; Seib.P.A; Ward. A.B; Deyoe.C. W, (1985), Noodles IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size and starch damage on the quality characteristics of dry noodles U.S.A. **Cereal Chemistry**, Vol.62, N^o.6, 441-446.

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.

Pronyk.C; Cenkowski.S; Muir.W. E; Lukow.O. M, (2008). Optimum Processing Conditions of Instant Asian Noodles in Superheated Steam, Taylor & Francis Group, Vol.26, 204- 2010.

Purwani.E.Y; Thahir.R, (2006). Effect of heat moisture treatment of sago starch on its noodle quality. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, Vol.7, N^o.1 , , 8-14.

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.

Reference number ISO8587: Sensory analysis-Methodology-Ranking,(2006) (E), 15-20

Rigal. d. D, (2001):Recheches sur l inhibition du brunissement enzymatique: Utilisation de preparations enzymatiques substitués aux Sulfités. **These de doctorat**, U. de Marseille II. P: 34-45

Roshid, M., Wazed, A., Islam, R., Mahomud, S. and Khatun, H. (2016). Preparation of gluten free bread using the mixture of different cereals grain flour. **International Journal of Advanced Multidisciplinary Research (IJAMR)**, 3, 9-16.

Ross, S., (2006), Instrumental Measurement of physical Properties of Cooked Asian Wheat Flour Noodles. **Cereal Chemistry**, Vol.83, N.1 , 42- 51.

SANZ-PENELLA,J.M. ;WRONKOWSKA,M. ;SORAL-SMIETANA,M. HAROS,M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. LWT – **Food Science and Technology**, Volume 50, Issue 2, , Pages 679–685.

SIVAM,A.S ; SUN-WATERHOUSE,D. ; PERERA,C.O ; WATERHOUSE,G.I.N., (2013). Application of FT-IR and Raman spectroscopy for the study of biopolymers in breadsfortified with fibre and polyphenols. **Food Research International** ,Volume 50, Issue2, Pages 574–585.

Sung.W.C; Stone.M, (2004), Characterization of legume starches and their noodle quality USA, **Journal of Marine Science and Technology**, Vol.12, N.1, 25-32.

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 (*Triticum aestivum* L). **Springer link**. 11. (1). 85–93.

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.

Yoruk. R., Marshall.R. M. (2003). Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. **Journal of Food Biochemistry**. 27. 361-422.

Vazquez, D. (2000), Effects of Genotype and Environment on Polyphenol Oxidase Activity and Related Properties of Red and White Wheats. Thesis, **University of Manitoba**, Canada.

Verma, B., Hucl, P., Chibbar, R. N., (2008), Phenolic Content and Antioxidant Properties of Bran in 51 Wheat Cultivars. **Cereal Chem.** 85, 544-549.

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.

Yoruk. R., Marshall.R. M. (2003). Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. **Journal of Food Biochemistry**. 27. 361-422.

Warrand.J; Michaud.P; Picton.L; Muller.G; Courtois.B; Ralainirina.R; Courtois.J, (2005), Structural investigations of the neutral polysaccharide of *Linum usitatissimum* L. seeds mucilage France. **International Journal of Biological Macromolecules**, Vol.35, N.3-4 , 121-125.

Weegels, P. L., Hamer, R. J. and Schofield, J. D. (1996). Critical review. Functional properties of wheat glutenin. **Journal of Cereal Science**, 23, 1-18.

Wei.W., Xu.C., Wu.L.,Wang.J., Ren.J., Qu.X. 2014. Non –Enzymatic Browning Reaction: A Versatile Route for Production of Nitrogen-Doped Carbon Dots with Tunable Multicolor Luminescent Display, China, 3564 (4). 10-1038.

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.

Wu, T. P., Kuo, W. Y., Cheng, M. C. (1998). Modern noodle based foods - Product range and production methods. In: Blakeney, A.B. and O'Brien, L. Pacific People and their Food. St. Paul, **American Association of Cereal Chemists**, MN, USA. 37-90.

Abstract

Flour was produced from Syrian soft wheat varieties (Douma 2, Douma 4, Douma 6, Sham 4, Sham 10), and Syrian hard wheat varieties (Douma 1, Sham 7, Sham 9, Bohouth 5, Bohouth 11), with specific extraction rates (70%, 80%, 90%, 100%). Then the activity of the PPO enzyme was inhibited by adding ascorbic acid to the flour, with the aim of studying the effect of the activity of this enzyme on some of the physicochemical properties of the resulting flour, and reaching to determine the optimal type for making bread (from soft wheat flour) and the optimal type for making noodles (from durum wheat flour).) in addition to determining the optimal extraction ratio.

The study showed that the percentage of moisture, ash and protein increased with the increase in the extraction rate, and the color and acidity increased with the increase in the extraction rate, and the decline of these two characteristics after the inhibition of the PPO enzyme.

The percentage of gluten improved after the inhibition of the PPO enzyme, and the flour produced from the Sham 10 variety excelled over the rest of the studied soft wheat varieties, at an extraction rate of 80% in terms of the percentage of gluten and chewiness.

The Douma 1 variety outperformed the rest of the durum wheat varieties in terms of the percentage of ash, protein, gluten and rubbery, at an extraction rate of 80%.

The taste of the bread decreased and the ability to chew decreased with the increase in the extraction rate, and the core of the loaf became doughy and its pores were heterogeneous.

The Sham 10 cultivar was superior in the overall characteristics of the studied sensory evaluation over the rest of the cultivars at an extraction rate of 80%.

It was also found that inhibiting the PPO enzyme gave better results for noodles made from durum wheat varieties, where moisture was decreased, cooking wastage was reduced, and fat content was decreased in the resulting fried noodles.

The inhibition of the PPO enzyme had a significant effect on some sensory characteristics such as taste, color and size when boiling, and the best extraction rate was 80%, and the most suitable variety for making noodles is Douma 1.

Keywords: PPO, wheat flour, percentage of extraction, physicochemical and sensory properties, bread, noodles.



Syrian Arab Republic
Damascus University
Faculty of Agriculture
Dep. Of Food Science

**The Effect of Polyphenol Oxidase Activity on the
Physicochemical and Processing Properties of Flour
Types Produced from Hard and Soft Syrian Wheat.**

**Dissertation submitted for obtaining a doctora degree in
Agricultural engineering
(Food Science)**

By

Issa Salman MANSOUR

Supervisor

Prof. Antoine TAYFOUR

Faculty of Agriculture

Dep. Of Food Science

Damascus University

Dr. Yasser KERHAILI

Faculty of Technical Engineering

Dep. Of Food Technology

Tartous University

2023