تأثير درجة حرارة القلي والإضافة لطحين ثلاثة أنواع من البقول على بعض صفات الكيميائية والفيزيائية للدونات

ياسمين حسن سالم[1] و سعيد عبد الله بادحدح[2]*

1طالبة ماجستير 2أستاذ مساعد

قسم علوم وتكنولوجيا الأغذية-كلية ناصر للعلوم الزراعية-جامعة لحج

*Saeed.food10@gmail.com

الملخص:

هدفت هذه الدراسة الى تقييم تأثير ثلاث درجات حرارة لزيت القلي (180، 190 و200 °م)، والإضافة لطحين ثلاثة أنواع من البقول (فول الصويا، الحمص والعدس) بنسبة 10% من وزن طحين القمح على بعض الصفات الكيميائية مثل نسبة الدهن، والفيزيائية (الرطوبة، وزن الدونات، حجم الدونات والحجم النوعي) للدونات. أظهرت النتائج ان درجة حرارة القلي 180م° قد سجلت أعلى نسبة امتصاص للزيت، مقارنة بدرجة حرارة القلي الأعلى 200م°. كما أظهرت النتائج أن درجتي حرارة القلي 190 و200م° ساهمت في ارتفاع معنوي في المحتوى الرطوبي مقارنة بالمعاملة عند 180م°، كما انخفضت نسبة الرطوبة بشكل معنوي عند أضافة طحين فول الصويا مقارنة بالأنواع الأخرى من البقول. وقد أدت أضافة طحين البقول الى فروق معنوية في الصفات الفيزيائية حيث حققت معاملة أضافة الحمص أفضل النتائج من حيث وزن وحجم الدونات وعلى الرغم من وجود تأثير معنوي لدرجات الحرارة على الحجم النوعي فقد أدت إضافة طحين العدس الى زيادة معنوية في هذه الصفة. لذلك لإنتاج دونات بجودة عالية ومحتوى زيتي منخفض هي القلي على درجة حرارة 200°م مع إضافة طحين البقول خاصة الحمص.

الكلمات المفتاحية: الدونات، درجات القلي، البقول، الصفات الكيميائية والفيزيائية.

1. المقدمة:

تعد الدونات وأنواع الشبس من أهم منتجات الغذائية المقلية، حيث تتميز الدونات باللون الذهبي، وقشرة هشة ولب داخلي يشابه المنتجات المخبوزة أكثر من الاغذية المقلية. ويتواجد تجاريا نوعان من الدونات هما: دونات الخميرة Yeast dough-donuts ودونات الكيك Cake dough-donuts المتوفرة على نطاق واسع في العديد من المخابز ومحلات السوبر ماركت في جميع أنحاء العالم (Zolfaghari, *et al.,* 2013; Tan and Mittal, 2006). بينما يوفر الجزء الداخلي الناعم والرطب جنبًا إلى جنب مع القشرة الهشة المسامية استساغة متزايدة للأطعمة (Akdeniz, *et al.,* 2006; Mallikarjunan, *et al.,* 1997; Mellema, 2003; Singthong and Thongkaew, 2009)

تعد عملية القلي بالزيت احدى طرق الخبيز، وتنتشر على نطاق واسع في الصناعة والتجارة في العالم (Farkas *et al.,* 1996)، واشارت الدراسة (Zolfaghari, *et al.,* 2013) أن عملية القلي تعتبر طريقة سريعة ومريحة وموفرة للطاقة وتتم بغمر المادة الغذائية في زيوت القلي على درجات حرارة بين 140-180م°. وبالرغم من ذلك فالدونات تمتص كميات كبيرة من الدهن أثناء عملية القلي (Shih and Daigle, 2002). وتتراوح نسبة الدهن في الناتج النهائي من الدونات من 10 – 26%، وفقا للوصفة وظروف القلي (Shih, *et al.,* 2001). وتمتلك الأغذية المقلية على درجة حرارة وفترة قلي مثالية لون بني ذهبي ومطبوخ بصورة ممتازة، وذا قوام مقرمش وله نسبة امتصاص مثالية من الزيت (Blumenthal, 1991).

تعتبر البقول Pulses مكونات ذات محتوى عالي من البروتين، والتي تشمل عدد من البقول الخضراء و الجافة (التي تهمنا) منها الفاصوليا الجافة، البازلاء الجافة، الترمس Lupine، العدس، الحمص Chickpea، الدجر Cowpea و غيرها (Rahman, 2007)، و تحتل مكانة مهمة في تغذية الانسان كمصدر عالي للبروتين، الذي يسهم في تزويد حوالي 5% من الطاقة في العالم للفرد (FAO, 2012)، وتحتوي البقول على مكونات عالية من المواد المهمة مثل البروتين (تتراوح من 17- 30%)، ألياف غذائية (من 15- 30%)، نشا، فيتامينات، معادن وبعض المواد المغذية المهمة التي تشمل الكاروتينات والإيزوفلافونويدز (Boye, *et al.,* 2010). ويضاف طحين البقول إلى عدد من المنتجات الغذائية كمحسن وظيفي لعدد من الصفات التكنولوجية، وكذا للصورة التغذوية. وقد أشارت الدراسة (Man, *et al.,* 2015)، أن ازدياد مستوى الاحلال لطحين البقول تنخفض اللزوجة، الثباتية، فترة تطور العجينة وحجم الخبز، وتسرع من عملية التدهور الارتدادي للخبز Retrogradation. بينما أظهر مخلوط البقول امتصاص للماء أعلى من طحين القمح الشائع Common Wheat، بسبب احتوائها على كميات عالية من البروتين وعديدات السكر. ايضا اشارت الدراسة (Marchini, *et al.,* 2021)، إلى أن استبدال 10% من طحين القمح بطحين العدس الأحمر يعطي أفضل صفات خبيز عند استخدام جزيئات كسر أكبر (أكبر من 200 ميكرون) التي تظهر صفات أفضل من الناعمة (Ziaiifar, 2008). ولذلك فان تحسين عملية القلي عن طريق التحكم بها وخفض محتوى الدهون النهائي للمنتجات المقلية قد حظي بالاهتمام من قبل الباحثين وأقيمت الدراسات من أجل إيجاد الحلول وكذلك تدعيم منتجات المخابز بالبقوليات كمحسن وظيفي

وغذائي وبناء على ما سبق هدفت هذه الدراسة الى معرفة تأثير درجة حرارة القلي وإضافة البقول على بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للدونات.

2. المواد وطرق البحث:

1.2. المواد الخام:

تم الحصول على الدقيق من الشركة اليمنية للمطاحن وصوامع الغلال محافظة عدن، حسب التركيب الكيميائي (الرطوبة: 13.1%، الرماد: 0.64%، البروتين الخام: 7.8%، الجلوتين الرطب: 9.79%)، وتم الحصول على بذور البقول (العدس، الحمص، فول الصويا)، سكر، زبدة، خميرة الخباز، بيض، ملح، حليب سائل، وزيت نباتي للقلي من السوق المحلية بمحافظة عدن.

2.2. تجهيز طحين البقول (العدس، الحمص، فول الصويا):

بعد إتمام عملية التنظيف لحبوب البقول الثلاثة تم نقع البذور في ماء عادي (بنسبة 10:1 وزنا) لمدة 3 ساعات على درجة حرارة (25 ±3 °م)، ثم غسلها وتجفيفها ومن ثم طحنها ونخلها عبر فتحات 150 ميكرومتر وتم الحفظ في مكان جاف وبارد نسبياً.

3.2. طريقة إعداد الدونات (Doughnut):

تم اعداد الدونات وفقا لطريقة (BakerPadia, 2024) في البداية تم تنشيط الخميرة (خميرة جافة سريعة الذوبان، ماركة DIY)، بإضافة سكر بلوري (2جرام)، وطحين (15 جرام) طحين، مع حليب سائل 40 مليلتر، ثم تم خلط الطحين (ماركة السنابل ـ معلوم المحتوى من الرطوبة، البروتين الخام، الرماد والجلوتين الرطب) مع الملح النقي ويتم النخل، بعد ذلك تم المزج مع الزبدة بواسطة الخلاط على سرعة منخفضة ولفترة 10 دقائق على درجة حرارة الغرفة، أضيف معلق الخميرة المنشطة مع بقية المكونات (جدول 1) واستمر الخلط لمدة 10 دقائق، وترك المخلوط للتخمير الأولي لمدة 120 دقيقة على درجة حرارة 35°م ورطوبة نسبية حوالي 70% تقريبا (باستخدام قطعة قماش مبللة)، بعد ذلك تم العجن اليدوي لمدة 5 دقائق. ومن ثم فردت العجينة بصورة شريط بسمك 10 ملم، ثم بواسطة اداة التقطيع الخاصة بالدونات Cutter-mold بقطر داخلي وخارجي 20 و 70 ملم على التوالي، تم اعداد قطع العجينة وفقا لعوامل الدراسة، بعدها تترك قطع العجينة للتخمر النهائي لمدة 15 قيقة على درجة حرارة 37°م ورطوبة نسبية 90%، تمت عملية القلي في وعاء مناسب لضمان القلي العميق للزيت، وبعد الوصول لدرجات الحرارة موضوع الدراسة (180، 190، 200م°)، ومن ثم استمرار عملية القلي للوصول بلون الدونات إلى اللون البني الذهبي، لتوضع على ورق نشاف للتخلص من الزيت العالق على سطح الدونات (حوالي اربعين دقيقة)، لتبدأ عليها أخذ القراءات.

جدول (1): وصفة مكونات عجينة الدونات (BakerPadia, 2024)

المواد	الكمية (جرام)	الكمية (% من وزن الدقيق)
الدقيق	500	100
الحليب	275	55
سكر	50	10
زبدة	50	10
بيض كامل	90	18
خميرة نشطة	7	1.4
ملح	10	2

4.2. الصفات المدروسة:

1.4.2. الصفات الكيميائية للدونات:

1.1.4.2. محتوى الدونات من الدهن:

تم تحديد محتوى الزيت للعينة المقلية عن طريق استخراج العينة المجففة مسبقًا تحليل الرطوبة باستخدام الأثير البترولي باستخدام استخلاص Soxhlet لمدة 12 ساعة. ثم التعبير عن محتويات الرطوبة والزيت في العينة كنسبة مئوية من العينة الأصلية في (وزن/ وزن) (AACC, 2000).

2.1.4.2. الصفات الفيزيائية لعجينة الدونات والدونات المقلية:

1.2.1.4.2. محتوى الدونات من الرطوبة:

تم تقطيع الدونات إلى قطع صغيرة حوالي 10-18 جرام ومن ثم نثرها في طبق من الألومنيوم ووضعت في فرن التجفيف على درجة حرارة 105° م إلى أن يثبت الوزن (AACC, 2000). (Funami, *et al.,* 1999).

2.2.1.4.2. وزن الدونات:

حيث تم أخذ الوزن للدونات باستخدام ميزان حساس بدقة 0.01 مليجرام.

3.2.1.4.2. حجم الدونات (الكثافة الظاهرية) (سم^3):

وتم ذلك باستخدام طريقة الإزاحة لبذور اللفت Rapeseed (AACC, 2000)، واخذت قراءات الحجم لكل من عجينة الدونات لمرحلة التخمر النهائي والدونات المقلية.

4.2.1.4.2. الحجم النوعي للدونات (سم^3/جرام):

وتم أخذه وفقا للمعادلة الآتية:

$$\frac{\text{حجم الدونات بالسم3}}{\text{وزن الدونات بالجرام}}$$

3.4.2. التحليل الاحصائي:

تم تحليل النتائج احصائيًا باستخدام التصميم العشوائي التام للتجارب العاملية في ثلاث مكررات باستخدام برنامج الحاسب الالي Genestat-5 Release 3 .2، والمقارنة بين المتوسطات باستخدام اختبار اقل فرق معنوي L.S.D عند مستوى معنوية 5%.

3. النتائج والمناقشة:

1.3. تأثير درجة حرارة القلي والاضافة من البقول على الصفات الكيميائية:

1.1.3. التأثير على نسبة الدهون:

المحتوى الزيتي لمنتجات شبس البطاطس، شبس الذرة، شبس التورتيلا، الدونات، أصابع البطاطس الفرنسية والاندومي المقلية هي 33 إلى 38%، 30 إلى 38%، 23 إلى 30%، 20 إلى 25% و10 إلى 15% (Moreira, *et al.*, 1999)، و14% (Choe, *et al.*, 1993)، بالتعاقب. تظهر نتائج جدول (2)، أن هناك تأثير معنوي لدرجات حرارة القلي، على نسبة الزيت الممتصة، التي تراوحت بين 14.11 -22.82%، حيث سجلت درجة حرارة القلي 180م° أعلى نسبة امتصاص، بارتفاع معنوي مقداره 61.73%، تلتها المعاملة 190م°، بارتفاع مقداره 39.97%، مقارنة بدرجة حرارة القلي الأعلى 200م°، التي أعطت أقل القيم. وهذا يتوافق مع ما خلصت إليه دراسة (Jorge, *et al.*, 2007). بينما اختلفت مع الدراسة التي قام بها (smith and Brown, 2019) التي أعطت اقل امتصاص للزيت عند درجة الحرارة 190م° وقد يعود ذلك ان درجات الحرارة العالية (200 م°) تؤدي الى تكوين قشرة عازلة بسرعة مما يحد من امتصا ص الزيت.

جدول رقم (2): تأثير درجات حرارة القلي والإضافة للبقول على نسبة الدهن في الدونات

درجة القلي / الإضافة	A1	A2	A3	متوسط B	L.S.D.(B)
B1	25.38	19.91	13.77	**19.69**	**0.866**
B2	20.44	16.94	9.01	**15.46**	
B3	21.69	21.12	17.64	**20.15**	
B4	23.76	21.05	16.02	**20.28**	
متوسط A	**22.82**	**19.75**	**14.11**	**L.S.D. (A×B) 1.501**	
L.S.D.(A)	**0.750**				

(A1: 180م°، A2: 190م°، A3: 200م°) (B1: بدون أضافة، B2: إضافة فول الصويا، B3: إضافة الحمص، B4: إضافة العدس)

كما تشير نتائج نفس الجدول ان هناك فروق معنوية بين معاملات الإضافة للبقول على نسبة الدهن، فقد أعطت معاملة طحين فول الصويا أدنى نسبة دهن وبانخفاض قدر كنسبة مئوية بحوالي 21.5 و23.3 و23.8%، مقارنة بمعاملات (عدم الإضافة، إضافة الحمص واضافة العدس) على التوالي، ويرجع ذلك الى قدرة البروتينات والالياف في دقيق فول الصويا على تكوين شبكة تقلل من امتصاص الزيت (Habeebrakuman, *et al.*, 2019). اما بالنسبة للتداخل بين درجات الحرارة والإضافة للبقول فهناك اختلافات معنوية، وتراوحت نسبة الزيت بين 9.01 - 25.38%، وأن أفضل توليفة لدونات منخفضة في نسبة الزيت هي توليفة درجة حرارة للقلي 200م° والإضافة 10% طحين فول الصويا، حيث تميزت هذه التوليفة بانخفاض في نسبة الدهن (A3B2) بلغ 64.5%، 62.1% و58.5%، مقارنة بالتوليفات (A1B1)، (A1B4) و(A1B3)، على التوالي. وهذه النتائج تتوافق مع دراسة (Lee and Patel, 2021) التي تؤكد على أن إضافة طحين البقول يؤدي إلى خفض نسبة الزيت الممتص للدونات.

2.3. تأثير درجات حرارة القلي والإضافة لطحين البقول على الصفات الفيزيائية الدونات:

1.2.3. التأثير على الرطوبة:

من نتائج الجدول (3) نجد أن درجات حرارة القلي كان لها تأثير معنوي واضح على نسبة الرطوبة، فقد وجد أن درجتي حرارة القلي 190 و 200°م أعطت ارتفاع معنوي في نسبة الرطوبة مقداره 7.19% محسوبة كنسبة مئوية، مقارنة بالمعاملة 180°م، وبالتالي الاحتفاظ برطوبة أعلى وبالنتيجة نسبة امتصاص للزيت أقل، وهو ما تبحث فيه الدراسات الحديثة وما وصلت إليه عدد من الدراسات منها (Gamble, *et al.,* 1987)، الذي استنتج أن انخفاض درجة الحرارة للزيت أثرت على نسبة امتصاص أصابع البطاطس المقلية للزيت. وكذا دراسة (Singh, *et al.,* 2008; Lee & Brennand, 2005) التي اوضحت أن المحتوى الرطوبي للدونات يعتمد على قدرة مكونات الدونات للاحتفاظ بالماء، وكذلك الى سعة أو قدرة أعلى لطحين فول الصويا للاحتفاظ بالماء، مقارنة بطحين القمح. بينما درجات حرارة القلي 190 و200°م، لم تظهر أي فروقات معنوية فيما بينها.

بالنسبة لتأثير مستوى الإضافة للبقول تحت الدراسة فقد كان معنويًا، حيث انخفضت نسبة الرطوبة بمستوى معنوي عالي لمعاملة عدم الاضافة، مقارنة بجميع عوامل الإضافة الأخرى، فيما أظهرت معاملة الإضافة للعدس أفضل نسبة رطوبة، بارتفاع محسوب كنسبة مئوية حوالي 53.9% و31.8%، مقارنة بمعاملة عدم الإضافة والاضافة للحمص، على التوالي.

بالنسبة لتأثير التفاعل بين عوامل الدراسة، على نسبة الرطوبة، التي تراوحت بين 15.85 إلى 27.08%، وبزيادة مئوية محسوبة وصلت 70.85%، بين التوليفة (A3B4) والتوليفة (A1B2). وعلى العموم فقد أظهر التفاعل ميل بالاحتفاظ بنسبة أعلى من الرطوبة بارتفاع درجات حرارة القلي لجميع البقول تحت الدراسة، وهو ما توضحه توليفات عدم الإضافة للبقول.

جدول رقم (3): تأثير درجات حرارة القلي والإضافة للبقول على نسبة الرطوبة في الدونات

درجة القلي / الإضافة	A1	A2	A3	متوسط B	L.S.D. (B)
B1	15.85	17.64	18.28	17.26	**0.643**
B2	23.89	24.43	24.42	24.25	
B3	22.03	24.47	23.51	23.34	
B4	25.56	27.07	27.08	26.57	
متوسط A	**21.83**	**23.40**	**23.32**	**LSD. (AxB)= 1.113**	
L.S.D. (A)	**0.557**				

(A1: 180°م,A2: 190°م,A3: 200°م) (B1:بدون أضافة,B2:إضافة فول الصويا, B3:إضافة الحمص ,B4:إضافة العدس)

وتحدث التغيرات المتتابعة منها الفيزيائية، دنترة البروتين، تبخر الرطوبة وجلتنة النشأ مع تشكل القصرة أثناء عملية القلي، وذلك بفعل تفاعلات السكريات والاحماض الأمينية ظهور اللون البني (Farkas, *et al.,* 1996; Nayak, *et al.,* 2016). وتؤثر حرارة القلي في الصفات الفيزيائية للزيت مثل اللزوجة، الكثافة، ضغط البخار في المادة الغذائية، وينتشر التوتر بين المنتج الغذائي والزيت وفي الأخير التأثير على امتصاص المنتج الغذائي للزيت. حيث عند التسخين للزيت أثناء عملية القلي تحدث تغيرات كيميائية وفيزيائية تشمل التحلل Hydrolysis، الاكسدة Oxidation، والبلمرة Polymerization للجليسريدات الثلاثية Triglycerides وتنتج عنها تشكيل عدد من المركبات منها الألدهيدات، الكيتونات والاحماض الدهنية الحرة (Li, *et al.,* 2017).

2.2.3. التأثير على وزن الدونات:

أوضحت نتائج جدول (4)، عدم وجود أي فروق معنوية لدرجات الحرارة على صفة الوزن. فيما حققت نسب الإضافة للبقول فروق معنوية وأن معاملة الإضافة للحمص، هي الأفضل وأعطت ارتفاع مئوي محسوب حوالي 14.4%، مقارنة بمعاملة فول الصويا، بينما لم تظهر بقية معاملات الإضافة أي فرق معنوي فيما بينها.

وقد أظهرت دراسة (M archini, *et al.*, 2022) أن أضافة طحين البقول يؤثر على خصائص العجينة مما قد يؤثر على الوزن النهائي للدونات. بالنسبة لتوليفات التداخل، التي أظهرت مدى من قيم وزن الدونات بين 34.41 إلى 42.42 جرام، مع وجود اختلافات معنوية فيما بينها، حيث أعطت التوليفة (A1B3) اعلى قيمة وارتفاع محسوب كنسبة مئوية مقدارها 23.3% في الوزن، مقارنة بالتوليفة (A3B4)، ويمكن القول بأن هناك ميل بالانخفاض في وزن الدونات لتوليفات الإضافة للبقول بارتفاع درجة حرارة القلي.

جدول رقم (4): تأثير درجات حرارة القلي والإضافة للبقول على وزن الدونات (جرام)

درجة القلي / الإضافة	A1	A2	A3	متوسط B	(B) L.S.D.
B1	34.50	39.94	38.28	**37.58**	**1.444**
B2	36.74	35.67	35.70	**36.03**	
B3	42.42	40.07	41.10	**41.20**	
B4	39.32	37.48	34.41	**37.07**	
متوسط A	**38.25**	**38.29**	**37.37**	**L.S.D. (A*B)**	
(A) L.S.D.	**1.251**			**2.502**	

(A1: 180°م,A2: 190°م,A3: 200°م) (B1:بدون أضافة,B2:إضافة فول الصويا, B3:إضافة الحمص ,B4:إضافة العدس)

2.2.3. التأثير على حجم الدونات (الكثافة الظاهرية) (سم^3):

الحجم هو المعيار الذي يحدد القبول الأولي، ويعتمد على مهارة مؤسسة الإنتاج، نوعية وتوازن المواد الداخلة في الإنتاج. الجدول رقم (5) يظهر فروقات معنوية لتأثير درجات الحرارة على حجم الدونات، عند ارتفاع درجة الحرارة إلى 200°م، فيما لم تظهر درجات الحرارة 180 و190°م فيما بينها أي اختلاف معنوي.

جدول رقم (5): تأثير درجات حرارة القلي والإضافة للبقول على حجم الدونات(سم^3)

درجة القلي / الإضافة	A1	A2	A3	متوسط B	(B) L.S.D.
B1	143.33	151.67	152.67	**149.22**	**3.136**
B2	142.33	123.67	139.67	**135.22**	
B3	165.00	168.33	178.00	**170.44**	
B4	102.00	99.00	98.00	**99.89**	
متوسط A	**138.17**	**135.83**	**142.08**	**L.S.D.(A*B)**	
L.S.D. (A)	**2.716**			**5.432**	

(A1: 180مْ ,A2: 190مْ ,A3: 200مْ) (B1:بدون أضافة,B2:إضافة فول الصويا, B3:إضافة الحمص ,B4:إضافة العدس)

وبالنسبة لتأثير نسب الإضافة للبقول على صفة الحجم، فالجدول يوضح، ان هناك فروق معنوية بين جميع معاملات الإضافة، فقد اعطى إضافة الحمص اعلى قيمة (170.4م^3) مسجلة بذلك زيادة معنوية قدرت كنسبة مئوية محسوبة بـ 70.6%، مقارنة بإضافة العدس، التي انخفضت معنويًا عن معاملة إضافة فول الصويا بنسبة 13.5%. ويمكن تفسير ذلك بان إضافة البقول يزيد من سعة العجينة على الاحتفاظ بالغازات الناتجة عن التخمير مما يؤدي الى زيادة حجمها (Zhang, *et al.,* 2021).

اما بالنسبة للتداخل بين معاملتي الدراسة، فالجدول (5)، يظهر فروقات معنوية بين معظم توليفات التداخل. فقد تراوحت قيم حجم الدونات بين 98 إلى 178سم^3، حيث أعطت توليفة القلي على درجة حرارة 200 م° مع إضافة 10% من طحين الحمص، اعلى قيمة للحجم، وبزيادة في الحجم محسوبة كنسبة مئوية 81.6%، مقارنة بإضافة العدس والقلي على نفس درجة الحرارة.

3.2.3. التأثير على الحجم النوعي:

ذكرت المراجع العلمية (Tan and Mittal, 2006; Saguy &Pinthus, 1995)، أن الحجم النوعي هو مؤشر فني ومهارة واقتصاد، فهو يعبر عن حجم الدونات بالسنتمتر المكعب الناتج من جرام طحين. نلاحظ في جدول (6) عدم وجود تأثير معنوي لدرجات حرارة القلي على الحجم النوعي للدونات. فيما أظهرت معاملات الإضافة للبقول، تأثير معنوي واسع، فقد أظهرت معاملة العدس تفوقا معنويا، مقارنة بجميع بقية المعاملات، وبزيادة مئوية محسوبة بلغت 25.5%، 19.9% و13.6%، مقارنة بمعاملة الحمص، الكنترول وفول الصويا، على التوالي.

بالنسبة لتأثير التداخل، بين درجات حرارة القلي ومعاملات الإضافة للبقول على الحجم النوعي للدونات، فقد تراوح الحجم النوعي بين 4.57 إلى 3.44 سم3/جم، وبزيادة معنوية للتوليفة (A3B4)، مقارنة بالتوليفة (A1B2) قدرت كنسبة مئوية محسوبة بـ 32.9%.

جدول رقم (6): تأثير درجات حرارة القلي والإضافة للبقول على الحجم النوعي للدونات (سم^3/جم)

درجة القلي / الإضافة	A1	A2	A3	متوسط B	(B) L.S.D.
B1	3.922	3.657	3.776	**3.785**	**0.2878**
B2	3.443	3.468	3.944	**3.618**	
B3	3.737	3.953	4.295	**3.995**	
B4	**4.518**	**4.526**	**4.573**	**4.539**	
متوسط A	**3.91**	**3.901**	**4.147**	**L.S.D.(A*B) 0.4948**	
(A) L.S.D.	**0.2492**				

(A1: 180مْ، A2: 190مْ ,A3: 200مْ) (B1: بدون أضافة,B2:إضافة فول الصويا, B3:إضافة الحمص ,B4:إضافة العدس)

4. الاستنتاجات:

من خلال النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة كان لدرجات حرارة القلي (180، 190، 200م^o) وكذلك طحين البقول (العدس، فول الصويا، الحمص) المضاف بنسبة 10% تأثيراً معنويا على الصفات الكيميائية والفيزيائية للدونات المصنعة، وكانت أفضل درجة حرارة للحصول على دونات منخفضة في نسبة الزيت هي 200م^o مع إضافة طحين فول الصويا، كذلك بالنسبة للبقول فكانت الإضافة لفول الصويا والحمص تأثير معنوي للخواص الفيزيائية مثل الوزن وحجم الدونات والحجم النوعي للدونات.

5. المراجع:

- AACC, (2000): Approved Methods of the American Association of cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 1, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Akdeniz, N.; S. Sahin.; Sumnu, G. (2006): Functionality of batters containing different gums for deep fat frying of carrot slices. Journal of Food Engineering 75(4), 522-526.
- BakerPedia. (2024): Yeast Donuts: Baking processes. Bakerpedia pocket Guide. Vol.1-1. Bakerpedia.Com/Processes /Yeast-Donuts.
- Blumenthal, M.M. (1991): A new look at the chemistry and physics of deep-fat frying. Food Technol., 45(2): 68–71. 94.
- Boye, J.; F. Zare.; Pletch, A. (2010): Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. Food Research International. 43(2), 414-431.
- Choe, E.; W.S. Kang.; Chang, Y.S. (1993): Kinds and changes for compounds formed during storage of the ramyon. Korean J. Food Sci. Techno, 25:52–6.
- FAO. (2012): Statistical Year Book, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. (http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e02d.pdf).
- Farkas, B.E.; R.P. Singh.; Rumsey, T.R. (1996): Modeling heat and mass transfer in immersion frying. Journal of Food Engineering, 29, 211–226.
- Funami, T.; M. Funami.; T. Tawada.; Nakao, Y. (1999): Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using Curdlan. J. Food Sci. 1999; 64:883–888.
- Gamble, M.H.; , P. Rice.; Selman, J.D. (1987): Relationship between oil uptake and moisture loss during frying of potato slices from c. v. Record U.K. tubers, international journal of Food sciences and technology, Volume 22, Issue 3, Pages 233-241.
- Habeebrakuman, R.; R. Shiva.; P. Anu.; B. Vellanki.; S. Maloo.; V. Bhasker.; Lakshmi, K. (2019): Influence of Flour Type on Physico-Chemical Characteristics During Deep Frying. J. Food Sci. Technol.56 (7)3471-3480.

- Jorge, F.; R. Veleze.; Sona, M. (2007): Evaluation of Physical Properties of Dough of Donuts During Deep Fat Frying at Different Temperatures. International Journal of Food Properties. 6(2): 341-353.
- Lee, K.A. and Brennand, C.P. (2005): Physico-chemical, textural and sensory properties of a fried cookie system containing soy protein isolate. International Journal of Food Science & Technology, 40(5), p. 501-508.
- Lee, M. and Patel, S. (2021): Chickpea Flour as A Functional Ingredient in Fried Snacks. Journal: LWT-Food Science and Technology, 143,111152.
- Li, X.; J. Li.; Y. Wang.; P. Cao.; Liu, Y. (2017): Effects of frying oils' fatty acids profile on the formation of polar lipids components and their retention in French fries over deep-frying process. Food Chemistry, 237, 98–105.
- Mallikarjunan, P.; M.S.L. Chinnan.;, V.M. Balasubra- maniam.; Phillips, R.D. (1997): Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. LWT-Food Science and Technology, 30(7), 709-714.
- Man, S.; A. Paucean.; S. Muste.; Pop, A. (2015): Effect of the Chickpea (Cicer arietinum L.) Flour Addition on Physicochemical Properties of Wheat Bread. Bull. Univ. Agric. Sci. Vet. Med. Cluj Napoca Food Sci. Technol. 2015, 72, 41–49.
- Marchini, M.; E. Carini; N. Cataldi; F. Boukid; M. Blandino; T. Ganino; E Vittadini; Pellegrini, N. (2021): The use of red lentil flour in bakery products: How do particle size and substitution level affect rheological properties of wheat bread dough? LWT, v.136,
- Mellema, M. (2003): Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. Trends in Food Science &Technology 14(9), 364–373.
- Moreira, R.G.; M.E. Castell-Perez.; Barrufet, M.A. (1999): Oil absorption in fried foods. In: Deep fat frying; fundamentals and applications. Gaithersburg, Md.: Chapman & Hall Food Science Book. p179–221.
- Nayak, P.K.; U.M.A. Dash.; K. Rayaguru.; Krishnan, K.R. (2016): Physiochemical changes during repeated frying of cooked oil: A review. Journal of Food Biochemistry, 40(3), 371–390.
- Rahman, M.S. (2007): Handbook of Food Preservation. CRC Press, Boca Raton. pp 80.
- Saguy, I. S. and Pinthus, E. J. (1995): Oil uptake during deep-fat frying: factors and mechanisms. Food Technol., 49(4): 142–145.
- Shih, F.F. and Daigle, K.W. (2002): Preparation and characterization of low oil uptake rice cake donuts. Cereal Chemistry, 79(5): 745– 748.
- Shih, F.F.; K.W. Daigle.; Glawson, E.L. (2001): Development of low oil-uptake donuts. Journal of Food Science, 66: 141–144.
- Singh, P.; R. Kumar.; S.N. Sabapathy.; Bawa, A.S. (2008): Functional and edible uses of soy protein products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Volume7, Issue1, Pages 14-28.
- Singthong, J. and Thongkaew, C. (2009): Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. LWT - Food Science and Technology, 42 (7), 1199-1203.
- Smith, J. and Brown, A. (2019): Effect of Frying Temperature on Quality Attributes of Doughnuts. Journal of Food Science, 84(5): 1120-1127.
- Tan, K.J. and Mittal, G.S. (2006): Physicochemical Properties Changes of Donuts during Vacuum Frying. International Journal of Food Properties. Vol. 9, page 85-98.

- Zhang, Y.; R. Hu.; Tilley, M. (2021): effect of pulse type and substitution level on dough rheology and bread quality of wheat based composition flours. Food processes.9(9):1687.
- Ziaiifar, A.M.; N. Achir.; F. Courtois.; I. Trezzani.; Trystram, G. (2008): Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. International Journal of Food Science and Technology, 43(8), 1410–1423.
- Zolfaghari, Z.; M. Mohebbi.; Khodaparast, M.H.H. (2013): Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coatings. Journal of Food Processing and Preservation, 37(1), 34-45.

Effect of Frying Temperature and Addition of Three Types of Pulses on the Chemical and Physical Properties of Doughnuts

Yasmeen Hassan Salem[1] and Saeed Abdullah Badahdah[2*]

1-Master student 2-Assistant professor

Department of Food Sciences and Technology,

Nasser's Faculty of Agriculture Sciences, University of Lahej

*Saeed.food10@gmail.com

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of three frying oil temperatures (180, 190, and 200°C) and the incorporation of three legume flours (soybean, chickpea, and lentil) at a 10% substitution level of wheat flour on selected chemical (fat content) and physical (moisture content, doughnut weight, volume, and specific volume) properties of doughnuts. Regarding oil content, frying at 180°C yielded the highest oil absorption, while frying at 200°C markedly reduced oil uptake.

The findings revealed that frying at 190°C and 200°C resulted in a significant increase in moisture content compared with frying at 180°C. In contrast, soybean flour incorporation significantly reduced moisture levels compared with the other legume flours. Legume flour addition also caused significant variations in the physical properties of the doughnuts. Chickpea flour produced superior outcomes in terms of doughnut weight and volume. Although frying temperature exerted a significant effect on specific volume, lentil flour addition contributed to a marked increase in this attribute. In conclusion, producing high-quality doughnuts with reduced oil content can be achieved by frying at 200°C combined with the incorporation of legume flours, particularly chickpea flour.

Keywords: Donuts, frying oil, Pulses, chemical and physical properties.