

الخصائص الوظيفية والنشاط الحيوي لمستخلصات براعم: الشعير، القمح، الشوفان

ناجي الهادي أبوراس¹، صلاح علي الهبيل² والصادق امريحيل السلامي³

1. قسم الصحة العامة، كلية التقنية،
الطبية، جامعة نالوت.
2. قسم علوم وتقنية الأغذية، كلية
الزراعة، جامعة طرابلس.
3. قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة،
جامعة الزيتونة.

المستخلص

استهدفت الدراسة تقدير الكيماويات النباتية (Phytochemicals) لبراعم ثلاثة أصناف من الحبوب، وهي الشعير، القمح، الشوفان، وذلك بقياس النشاط المضاد للأكسدة (Antioxidant activity)، النشاط المثبط لارتفاع مستوى السكر (Antihyperglycemic activity) والنشاط المضاد للالتهاب (Antiinflammatory activity) معملياً. بينت الدراسة أن المركبات الفينولية سجلت أعلى محتوى لها عند مستوى المعنوية ($p \leq 0.05$) من الكيماويات النباتية في جميع براعم الحبوب. احتوت براعم الشعير على أعلى كمية من المركبات الفينولية، الصبغات الطبيعية والفلافونيدات الكلية مقارنة ببراعم القمح والشوفان. تم اختيار مستخلصات البراعم من ناحية قدرتها كمضادات أكسدة طبيعية باستخدام اختبار DPPH و ABTS. أظهرت النتائج أن براعم الشعير لها القدرة الأعلى كمثبط ومضاد في جميع الاختبارات سائلة الذكر؛ حيث بلغت قيمة التركيز المثبط ($IC_{50}DPPH = 0.54$ ، $IC_{50}ABTS = 0.79$ ملجم/مل) على التوالي. كما بينت الدراسة القدرة المتفاوتة لتثبيط نشاط إنزيم ألفا جليكوسيداز α -glucosidase. بينت براعم الشعير بأن لها أعلى قدرة لتثبيط إنزيم ألفا جليكوسيداز ولها أعلى نشاط كمضاد التهاب.

الكلمات الدالة: براعم الحبوب، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للالتهاب، النشاط المثبط لأفراط مستوى السكر.

المقدمة

في السابق كان الاهتمام بالأغذية يرتكز على مدى احتوائها على المغذيات وقيمتها التغذوية. في الآونة الأخيرة ازداد الاهتمام أكثر فأكثر بالأغذية الوظيفية وخصائصها. على المستوى العالمي ازداد الاهتمام أيضاً بما يعرف بالغذاء الصحي (Healthy food) نتيجة لاحتواء بعض الأغذية على مواد لها نشاط مضاد للأكسدة (Antioxidant activity) ونشاط مضاد للالتهاب (Anti-inflammatory activity) وبالتالي زيادة فوائدها الوظيفية الصحية. العديد من الدراسات المسحية بينت أن الاستهلاك المنتظم للحبوب الكاملة يقلل من مخاطر العديد من الأمراض المزمنة مثل: أمراض القلب وتصلب الشرايين (Anderson et al., 2000)، السكري نوع 2 (Liu et al., 2000) والأمراض السرطانية (Kasum et al., 2002)، والتقليل من معدل الوفيات (Jacobs et al., 2001). تعتبر عملية إنبات الحبوب أولى المراحل لنمو وتكوين البراعم أثناء فترة الإنبات، وفيها تتناقص العديد من المركبات الكيميائية مثل التانينات (Tannins) ومثبط التربسين (Trypsin inhibitor) وحمض الفايستيك (Phytic acid) وعلى العكس من ذلك يحدث تزايد للمركبات الفينولية. إن استهلاك البراعم كغذاء في بداية طور النمو يزيد من قيمتها الغذائية نظراً لزيادة محتواها من المغذيات (Donkor et al., 2012 و Pajak et al., 2014). حديثاً ازداد اهتمام الخبراء وتركيزهم على الأغذية الصحية التي لها نشاط حيوي مثل براعم الحبوب (Penas et al., 2008). نتيجة لهذه الدراسات بدأ يزداد استهلاك براعم

الحبوب كمنتج غذائي في العديد من دول الاتحاد الأوروبي واليابان وأمريكا نظراً للثقافة الغذائية العالية التي يتمتع بها مواطنو تلك الدول ونظراً لرواج مصطلح التغذية الحديثة في تلك المجتمعات، حتى أضحت البراعم المجففة تباع في الأسواق وتقدم طازجة في أرقى الفنادق والمطاعم. لذلك كان الغرض من هذه الدراسة هو التحقق من الخصائص الوظيفية والنشاط الحيوي لهذه البراعم، والتحقق من محتواها من الكيماويات النباتية كالأحماض الفينولية، الفلافونيدات، الصبغات الطبيعية مثل: الكلوروفيل، الكاروتينات والزانتوفيلات، وعلاقة هذه المركبات بالنشاط المضاد للأوكسدة، النشاط المضاد للالتهاب والنشاط المضاد لإفراط سكر الدم.

المواد وطرائق البحث

الكيماويات

تم استخدام كاشف الفولين (Folin-Ciocalteu reagent) للكشف على المركبات الفينولية، كما تم استخدام الشوارد الحرة الصناعية العملية، والمتمثلة في ثنائي الفينيل بكاريل هيدرازين 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine (DPPH) وكذلك مركب أزينوايثايل بنزوإيثايزولين لحمض السلفونيك 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) للكشف عن الشقوق الحرة وأنزيم ألفا جليكوسيداز للكشف على تثبيط السكر α -glucosidase, 4-nitrophenyl α -D-glucopyranoside كما تم استخدام مضاد الالتهابات صوديوم دكلوفيناك diclofenac sodium كشاهد. جميع الكيماويات المذكورة مصنعة من شركة سيجمما Sigma-Aldrich Co. St. Louis, USA.

أنواع محاصيل الحبوب المستعملة وظروف إنبات البراعم

تم اختيار ثلاثة أنواع من محاصيل الحبوب هي: الشعير صنف 'NS565' (*Hordeum vulgare* L.ssp. *distichum*)، القمح صنف (*Triticum aestivum* subsp. *Spelta*) والشوفان صنف (*Avena sativa* L, Jadar) تم الحصول عليهما من معهد المحاصيل الحقلية والخضروات بمدينة نوفي ساد بدولة صربيا. تمت عملية إنبات الحبوب في غرفة خاصة للإنبات وتحت ظروف متحكم فيها اعتماداً على طريقة (Vale et al., 2014). استمرت عملية الإنبات لمدة سبعة أيام كاملة. تم تجميع البراعم وأجريت لها عملية تجفيف (freeze-dried) على درجة حرارة (-80°م) باستخدام جهاز (Alpha 2-4 LSC Martin Christ, Osterode, Germany). تم جمع البراعم المجففة وتم طحنها ثم مررت خلال غربال ذي فتحات بحجم 0.5 ملم. تمت تعبئة مسحوق البراعم في أكياس من البلاستيك مفرغة من الهواء تم حفظها على درجة حرارة (-20°م) لحين إجراء الاختبارات اللاحقة.

استخلاص براعم الحبوب المجففة

أخذت 10 جرامات من مسحوق البراعم المجففة واستخلصت باستخدام 100 ملل من الميثانول (70% v/v) في حوض مائي Ultrasonic لمدة 20 دقيقة، وضع بعدها المستخلص في جهاز هزاز (Unimax 1010, Heidolph Instruments GmbH, Kelheim, Germany) بسرعة 200 دورة في الدقيقة. تم تغليف الدورق لمنع تأثير الضوء واستمرت هذه العملية لمدة ساعتين في درجة حرارة الغرفة 25±2°م. رشت المستخلصات باستخدام (Whatman paper No. 1). استخلصت الصبغات المتمثلة في الكلوروفيل والكاروتينويدات الكلية بالأسيتون النقي وتم قياس الامتصاصية.

طرق التحليل

تم استخدام جهاز تحليل الطيف الضوئي نوع (UV-1800 spectrophotometer Shimadzu, Kyoto, Japan) لكل الاختبارات، ماعدا اختبار إنزيم ألفا جليكوسيداز، تم تقديره باستخدام (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA).

تقدير محتوى الفينولات الكلية

تم تقدير الفينولات الكلية بالاعتماد على الطريقة التي ابتكرها Singleton et al. (1999) باستخدام كاشف Foline-Ciocalteu. قيس الامتصاصية على طول موجي قدره 750 نانومتر مع محلول ضابط استبدل فيه المستخلص الميثانولي بالماء المقطر. تم تحضير تركيزات مختلفة من حامض الجاليك (gallic acid) لعمل منحني قياسي. قدرت الفينولات الكلية كمكافئ

حامض جاليك ملجم/100 جم من البراعم المجفدة كوزن جاف.

تقدير محتوى الفلافونيدات الكلية

المحتوى الكلي للفلافونيدات تم تقديره باستخدام طريقة طورها Zhishen *et al.* (1999). تم قياس الامتصاصية على طول موجي قدره 510 نانومتر مع وجود محلول ضابط. تم تحضير تركيزات مختلفة من الروتين (Rutin) ابتداءً من 0.025 – 0.5 ملجم/مل. تم قياس الامتصاصية للحصول على منحنى قياسي تقدر منه الفلافونيدات الكلية كمكافئ روتين ملجم/100 جم كوزن جاف من البراعم المجفدة.

تقدير الكلوروفيل الكلي، كلوروفيل a وكلوروفيل b

تم تقدير الكلوروفيل الكلي، كلوروفيل a وكلوروفيل b بجهاز الطيف الضوئي عند طول موجي 645 و 663 نانومتر على التوالي. تم اتباع طريقة Lichtenthaler (1987)؛ حيث تم استخلاص الصبغات بالأسيتون النقي، وتم الحساب بناءً على الصيغة المبينة في المعادلات 1، 2، 3.

$$TChl (\mu g/ml) = 20.20 \times A_{645} + 8.02 \times A_{663} \quad 1$$

$$Chl a (\mu g/ml) = 11.24 \times A_{663} - 2.04 \times A_{645} \quad 2$$

$$Chl b (\mu g/ml) = 20.13 \times A_{645} - 4.19 \times A_{663} \quad 3$$

تم تحويل النتائج المتحصل عليها، وحسبت بوحدة ملجم/100 جم وزن جاف من براعم الحبوب المجفدة.

تقدير الكاروتينويدات الكلية

تم تقدير الكاروتينويدات الكلية (TCX)، وهي تشمل الكاروتينات والزانثوفيلات باستخدام الأسيتون النقي كمذيب عضوي لاستخلاص هذه الصبغات. تم قياس الامتصاصية على طول موجي قدره 470 نانومتر بالاعتماد على طريقة Lichtenthaler (1987). تم حساب الكاروتينويدات الكلية حسب الصيغة في المعادلة 4 المبينة.

$$TCX (\mu g/ml) = [(1000 \times Abs_{470\text{ nm}} - 1.90 \times Chl a - 63.14 \times Chl b) / 214] \quad 4$$

النتائج المتحصل عليها من استخدام الصيغة السابقة تم تحويلها وحُسبت بوحدة ملجم كاروتينويدات كلية/100 جم وزن جاف من البراعم المجفدة.

قياس النشاط المضاد للأكسدة بواسطة اختبار DPPH

الشق الحر الصناعي DPPH الذي يعرف كيميائياً باسم 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazine يستخدم لقياس قدرة مستخلصات براعم الحبوب المجفدة على كبحه وتثبيطه من خلال الإلكترونات التي تمنحها مضادات الأكسدة في تلك البراعم. مركب DPPH له خاصية التغير في اللون عند اكتسابه الإلكترونات؛ لذلك يستخدم كثيراً في المعمل لاختبار النشاط المضاد للأكسدة. تم اتباع طريقة Brand-Williams *et al.* (1995) بناءً على الصيغة الموضحة في المعادلة 5.

$$AC^{DPPH} (\%) = [(A_c - A_s) / A_c] \times 100 \quad 5$$

حيث ACDPPH هي السعة المضادة للأكسدة، AC امتصاصية العينة الضابطة، AS امتصاصية العينة المختبرة. تم حساب IC50DPPH وهو التركيز المثبط من مستخلص البراعم والذي له القدرة على خفض نشاط DPPH بنسبة 50%.

قياس النشاط المضاد للأكسدة بواسطة اختبار ABTS

الشق الحر الصناعي ABTS الذي يعرف كيميائياً باسم (2,2'-azino-bis-3-ethyl-thiazoline-6-sulphonic acid) يستخدم لقياس قدرة مستخلصات براعم الحبوب المجفدة على كبحه وتثبيطه من خلال الإلكترونات التي تمنحها مضادات الأكسدة في تلك البراعم. استُعملت الطريقة المطورة من قبل Šaponjac *et al.* (2014)، وذلك بقياس الامتصاصية عند طول موجي 414 نانومتر بعد مرور 35 دقيقة على بداية التفاعل. تم قياس القدرة المضادة للأكسدة لبراعم الحبوب المجفدة وفقاً للصيغة المبينة في المعادلة 6.

$$AC^{ABTS} (\%) = [(A_c - A_s) / A_c] \times 100 \quad 6$$

حيث ACABTS هي السعة المضادة للأوكسدة، AC امتصاصية العينة الضابطة، AS امتصاصية العينة المختبرة. تم حساب IC50ABTS وهو التركيز المثبط من مستخلص البراعم والذي له القدرة على خفض نشاط ABTS بنسبة 50%.

قياس النشاط المضاد للالتهاب

يحدث إنتاج المستضدات الذاتية ضد الأمراض في أجسام الكائنات الحية عادة بسبب استجابة لحدوث مسخ في البروتينات (Denaturation of proteins). لذلك أمكن الاستفادة من هذه الخاصية في تطوير الأدوية المضادة للالتهاب (Chandra *et al.*, 2012) طريقة التقدير في هذه الدراسة تتلخص في أن محلول التفاعل يتكون من 5 ملل، منها: 0.2 ملل من بياض البيض (بيضة دجاجة طازجة)، و 2.8 ملل من محلول الفوسفات المنظم له أس هيدروجيني (PBS, pH 6.4)، و 2 ملل من تركيزات مختلفة من مستخلصات البراعم المجفدة على النحو التالي: 2.5، 5، 10، 20، 40، 80 ملجم/ملل. تم تحضير أنبوبة اختبار تحتوي على 2 ملل ماء مقطر بدل مستخلص العينة استخدمت كعينة ضابطة. تم تحضين أنابيب الاختبار في حضانة على درجة حرارة 37±2 °م لمدة 15 دقيقة. تم نقل أنابيب الاختبار إلى حمام مائي على درجة حرارة 70 °م لمدة 5 دقائق. تم تبريد العينات، ثم قيس امتصاصية على طول موجي 660 نانوميتر. تم استخدام ديكلوفيناك الصوديوم (Diclofenac sodium) كدواء مرجعي ضد الالتهاب كعينة مقارنة. تم حساب النسبة المئوية لتثبيط البروتين ((AIA % باستخدام الصيغة المبينة في المعادلة 7.

$$AIA \% = [(AC - AS) / AC] \times 100 \quad 7$$

حيث AIA % هي النشاط المضاد للالتهاب، AC امتصاصية العينة الضابطة، AS امتصاصية العينة المختبرة. تم احتساب (IC50AIA) وهو التركيز المثبط (ملجم/ملل) اللازم لتثبيط نثر البروتين بنسبة 50% والذي تم احتسابه من معادلة الانحدار للمنحنى بين تركيز المستخلصات والنسبة المئوية للتثبيط.

قياس النشاط المثبط لإنزيم ألفا جليكوسيداز

تم استخدام إنزيم ألفا جليكوسيداز α -Glucosidase على مادة 4-nitrophenyl α -D-glucopyranoside أضيف لهم مستخلص البراعم المجفدة عند تركيزات مختلفة لمعرفة قدرة البراعم على تثبيط إنزيم ألفا جليكوسيداز. مادة 4-nitrophenol المتحررة، تم قياسها على طول موجي 405 نانوميتر بالاعتماد على الطريقة التي ذكرها Šaponjac *et al.* (2014). IC₅₀^{AhgA} هو التركيز الذي يثبط 50% من نشاط إنزيم ألفا جليكوسيداز.

التحليل الإحصائي

تم حساب الوسط الحسابي ± الانحراف المعياري لثلاثة مكررات مستقلة. تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباين (ANOVA)، تبعه اختبار Tukey لعزل المتوسطات لبيان الفروقات المعنوية بين أزواج المقارنات عند مستوى المعنوية (P < 0.05). قوة ونوع العلاقة بين المتغيرات تم قياسه باستخدام معامل ارتباط بيرسون Pearson's correlation coefficient. تم حساب IC₅₀ باستخدام العلاقة الخطية ومعادلة الانحدار بين التركيز كممتغير مستقل ونسبة التثبيط كممتغير تابع. كل البيانات الواردة في الدراسة تم تحليلها باستخدام برنامج Microsoft Office Excel 2007.

النتائج والمناقشة

المحتوى الكلي للمركبات الفينولية

أظهرت دراسات عديدة أن التوصيف الغذائي والكيميائي يتغير بعد إنبات الحبوب مثل: القمح، الشعير، الشوفان (Ilona *et al.*, 2011). تنطوي عملية الإنبات على سلسلة من التفاعلات الحيوية والفسولوجية النشطة والمعقدة، مما يؤدي إلى تغييرات واسعة في التركيب أو الشكل المورفولوجي للبراعم (Lin *et al.*, 2006). في الدراسة الحالية تم تلخيص نتائج المحتوى الكلي للفينولات للبراعم المجفدة في الجدول 1. تم ملاحظة أن أعلى محتوى عند مستوى المعنوية (P ≤ 0.05) للفينولات الكلية كان في براعم الشعير، براعم القمح، براعم الشوفان، على التوالي. احتوت براعم الشعير على كمية مضاعفة من الفينولات الكلية مقارنة

براعم القمح والشوفان. لم تسجل أي فروقات معنوية بين براعم القمح والشوفان. أوضحت دراسة قام بها Alvarez-Jubete *et al.* (2010) على براعم الحنطة السوداء buckwheat sprouts وهو محصول يزرع في آسيا، والذي وجد بأن محتوى الحنطة السوداء من الفينولات الكلية مقاسة كحامض جاليك قد بلغ (670 ملجم/100 جم وزن جاف)، بينما بلغ محتوى الفينولات الكلية في براعم القمح (110 ملجم/100 جم وزن جاف). بالمقارنة مع نتائج الدراسة الحالية يتبين أن الفينولات الكلية في براعم الشعير وبراعم الحنطة السوداء متقاربة. براعم القمح والشوفان في هذه الدراسة كانت أعلى في محتواها من الفينولات الكلية. ذكر Ilona *et al.* (2011) بأن محتوى مالت الشعير من الفينولات الكلية كان أعلى من محتوى حبوب الشعير غير المعاملة بالنقع، حيث بلغ في المالت (320 ملجم حامض جاليك/100 جم وزن جاف). هذه الكمية قريبة من محتوى الفينولات الكلية في براعم القمح والشوفان في الدراسة الحالية. أما في حبوب الشعير فقد بلغت (196 ملجم حامض جاليك/100 جم وزن جاف)، وهذه الكمية أقل بكثير من محتوى الفينولات الكلية في براعم صنف الشعير NS565.

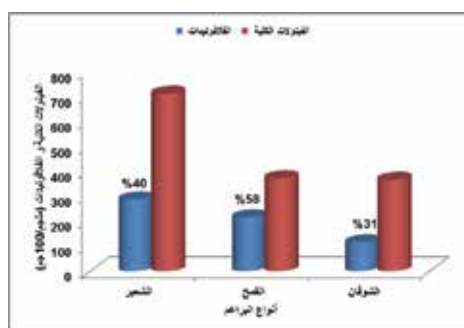
جدول 1. الفينولات الكلية والفلافونيدات الكلية لبراعم الحبوب*

البراعم	الفينولات الكلية (ملجم/100 جم)	الفلافونيدات الكلية (ملجم/100 جم)
براعم الشعير	a26.86 ± 713.25	a23.27 ± 288.39
براعم القمح	b19.62 ± 373.37	b3.25 ± 216.52
براعم الشوفان	b2.57 ± 367.25	c3.44 ± 115.39

*البيانات تمثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري لثلاثة مكررات، الفينولات الكلية محسوبة كحامض جاليك والفلافونيدات الكلية محسوبة كروتين.

المحتوى الكلي للفلافونيدات

يوضح الجدول (1) محتوى البراعم من الفلافونيدات الكلية. بينت النتائج أن براعم الشعير كان لها أعلى قيمة، تليها براعم القمح، ثم براعم الشوفان. وجدت اختلافات معنوية بين جميع البراعم عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). من خلال النتائج المبينة بالشكل (1) يظهر بأن الفلافونيدات الكلية ساهمت بنسبة متباينة من إجمالي الفينولات الكلية باعتبار أن المركبات الفلافونيدية تندرج تحت الفينولات الكلية، حيث كانت على الترتيب التالي: براعم القمح احتوت على أعلى نسبة وساهمت بحوالي 58% من الفينولات الكلية، يليها براعم الشعير 40%، في حين أن براعم الشوفان ساهمت بحوالي 31%.



الشكل 1. النسبة المئوية % لمساهمة الفلافونيدات في المركبات الفينولية الكلية.

قام De Nicola *et al.* (2013) بتقدير مجموع الفلافونيدات في براعم عمرها سبعة أيام من *Brassica oleracea* L. spp. وجد الباحثون أن إجمالي الفلافونيدات تراوحت بين 560 و970 ملجم مكافئ من الكاتكين/100 جرام من البراعم، وبالمثل بالنسبة للفينولات الكلية. يمكن القول بأن هذه الزيادة أو النقصان تعتمد على الجنس، الصنف، النمط الجيني، وقت الحصاد، وظروف الإنبات.

المحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل، والكلوروفيل a والكلوروفيل b

أظهرت نتائج المحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل في براعم الحبوب (الجدول 2). أن أعلى قيمة لصبغة الكلوروفيل سُجلت في براعم الشعير عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$)، تليها براعم القمح، ثم براعم الشوفان. هناك اختلافات معنوية بين كل هذه البراعم. وجد أن أدنى محتوى لصبغة الكلوروفيل كان في براعم الشوفان عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). تمتلك براعم الشعير 2.74 قيمة مضاعفة من صبغة الكلوروفيل مقارنة ببراعم الشوفان، والتي سجلت أقل محتوى من الصبغة. قام De Nicola *et al.*, (2013) بقياس كمية الكلوروفيل الكلي في براعم عمرها سبعة أيام من الأصناف التالية: *Brassica oleracea* L. spp. daikon, sango, and Tuscan black kale وكانت قيم الكلوروفيل الإجمالية في النطاق 70-20 ملجم/100 جم وزن جاف من البراعم. تراوحت كمية الكلوروفيل الكلي لبراعم الشعير في الدراسة الحالية ما بين 2.80-9.81 أي: ضعف القيم في الكلوروفيل الكلي من تلك التي ذكرها (De Nicola *et al.*, 2013)، في حين أن براعم الشوفان محتواها من الصبغة كان ضمن نطاق القيم التي أوردها نفس الباحثين. عموماً، براعم الحبوب غنية في الكلوروفيل مقارنة ببراعم الكرنب. (Brassica).

تم تدوين نتائج الكلوروفيل a في الجدول (2). احتوت براعم الشعير على أعلى كمية من محتوى الكلوروفيل a، والكلوروفيل b يليها براعم القمح ثم براعم الشوفان. تشير نتائج التحليل الإحصائي لوجود اختلافات معنوية بين كل البراعم. لوحظ أن صبغة الكلوروفيل a في جميع براعم الحبوب المدروسة ساهمت بحوالي 66-67% من المحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل. الكلوروفيل b ساهم بحوالي 20-21% من إجمالي صبغة الكلوروفيل. هذه النتيجة تتوافق مع دراسة Endo *et al.*, (1985) ودراسة (1987) Lichtenthaler التي بينت أن محتوى الكلوروفيل a أعلى من محتوى الكلوروفيل b.

جدول 2. محتوى البراعم من الكلوروفيل الكلي، كلوروفيل a، كلوروفيل b والكاروتينويدات الكلية*.

البراعم	الكلوروفيل الكلي	كلوروفيل a	كلوروفيل b	الكاروتينويدات
الشعير	2.13 a ± 196.23	1.62a ± 130.55	0.33a ± 43.53	0.36a ± 37.58
القمح	1.82b ± 131.32	1.45b ± 88.17	0.17b ± 28.31	1.05b ± 22.84
الشوفان	0.78c ± 71.47	0.46c ± 48.16	0.39c ± 15.24	0.38c ± 16.29

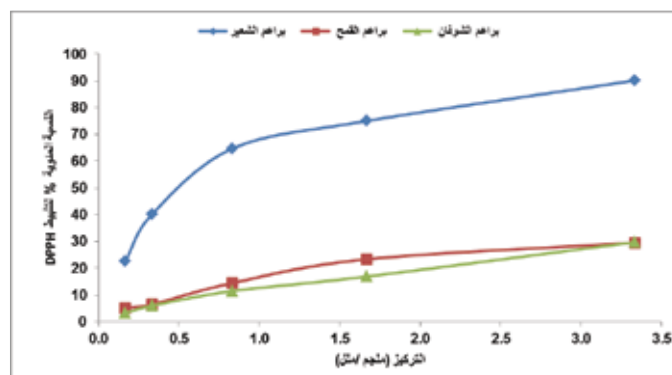
*البيانات تمثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري ($n=3$)، البيانات (ملجم/100 جم وزن جاف من البراعم المجففة). الحروف المختلفة تدل على وجود فروقات معنوية.

المحتوى الكلي للكاروتينويدات

تشتمل الكاروتينويدات الكلية على كلاً من الكاروتينات والزانتوفيلات، وهي أصباغ قابلة للذوبان في الزيت (Hydrophobicity) منها اللون: الأصفر، البرتقالي والأحمر تتواجد على نطاق واسع في النباتات والفواكه والخضروات. العديد من هذه الصبغات لها القدرة والنشاط المضاد للأكسدة؛ لأنها تعمل أساساً كمضادات أكسدة ضد الشوارد الحرة وكوسائل دفاعية للنباتات. نتائج المحتوى الكلي للكاروتينويدات في هذه الدراسة موضح في الجدول 2. بينت النتائج أن براعم الشعير احتوت على أعلى قيمة عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$) من الكاروتينويدات، يليها براعم القمح ثم براعم الشوفان. بشكل عام تحتوي براعم الشعير على كميات كبيرة من الكاروتينات مقارنة بخضروات العائلة *Brassica*. ذكر Podsedek (2007) أن كمية الكاروتينات في براعم Brussels كانت في المدى من 0.26 ملجم/100 جم في الملفوف الأبيض إلى 6.1 ملجم/100 جم في براعم البروكلي، في حين كانت كمية الزانتوفيلات مرتفعة 0.78-3.50 ملجم/100 جم من براعم البروكلي وBrussels. لقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن براعم الشعير، القمح، الشوفان أظهرت قيم أعلى في محتوى الكاروتينويدات الكلية من براعم البروكلي والكرنب. من الجدير بالذكر أن مساهمة محتوى الكاروتينويدات الكلية مقارنة بالمحتوى الكلي لصبغة الكلوروفيل في هذه الدراسة كانت متوافقة في جميع أصناف البراعم.

النشاط المضاد للأكسدة (اختبار DPPH)

النسبة المئوية للتثبيط في اختبار DPPH لمستخلصات البراعم في هذه الدراسة كانت مرتبطة بالتركيز، وازدادت من خلال الزيادة في تركيز العينات؛ أي: كلما زاد التركيز كلما زاد التثبيط، والتي تعتمد في المقام الأول على كمية الفينولات الكلية، التي تلعب دوراً رئيسياً كمضادات أكسدة. تم اختبار قدرة المستخلصات على كبح الشوارد الحرة المتمثلة في مادة DPPH. تم عرض القدرة المثبطة للبراعم في الشكل 2.



الشكل 2. النسبة المئوية % للتثبيط في اختبار DPPH لمستخلصات البراعم

أظهرت براعم الشعير أعلى قدرة في تثبيط الجذور DPPH، حيث بلغت نسبة التثبيط 90.19% عندما كان تركيز البراعم 3.33 ملجم/مل. انخفض تأثير الكبح على جذور DPPH في براعم القمح والشوفان. بينت النتائج عدم وجود فروقات معنوية بين براعم القمح والشوفان عند مستوى المعنوية ($P \leq 0.05$), حيث بلغت نسبة التثبيط 29.59%، 29.77% عند تركيز 3.33 ملجم/مل على التوالي. يرجح تأثير مضادات الأكسدة على الشق الحر DPPH لقدرتها على منح الهيدروجين للشق الحرفي يصبح مركب مستقر (Baumann *et al.*, 1979). كما يعرف التأثير المثبط (IC_{50}) على أنه التركيز اللازم الذي يتم فيه خفض الشقوق الحرة الناتجة عن أنظمة التفاعل بنسبة 50%، يمكن استخدامها كمؤشر للكسح الجذري والنشاط التأكسدي لمضادات الأكسدة. تعبر قيمة IC_{50} عن الكمية اللازمة من تركيز البراعم والتي تؤدي لتقليل امتصاص DPPH بنسبة 50% (Antolovich *et al.*, 2002). يمكن تحديد القيمة بياناً عن طريق رسم العلاقة بين النسبة المئوية للتثبيط DPPH وتركيز مستخلصات البراعم وذلك باستخدام معادلة الانحدار لحساب IC_{50} . وتتطابق القيمة الأعلى IC_{50} مع نشاط أقل للكشف عن جذور DPPH، وعلى العكس من ذلك كلما كانت قيمة IC_{50} منخفضة دل على قدرة أعلى للتثبيط والجدول 3 يبين قيم التأثير المثبط للشق الحر (IC_{50}^{DPPH}) والذي تتراوح فيه قيمة IC_{50} (0.54) ± 0.04 ، 0.75 ± 5.67 و 0.07 ± 8.86 ملجم/مل لكل من براعم الشعير، القمح والشوفان، على التوالي.

جدول 3. التركيز المثبط ومعاكسه ومكافئ الترولكس في اختبار DPPH لبراعم الحبوب.*

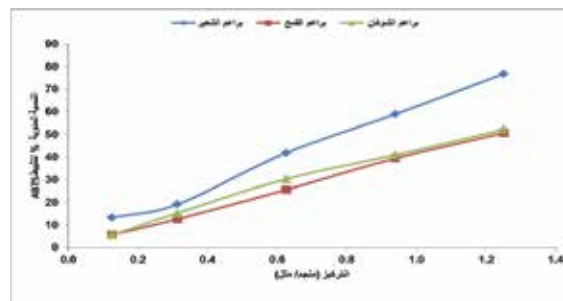
البراعم	IC_{50}^{DPPH}	$1/IC_{50}^{DPPH}$	مكافئ Trolox
براعم الشعير	0.04 ± 0.54^a	0.16 ± 1.88^a	44.16 ± 525.08^a
براعم القمح	0.75 ± 5.67^b	0.02 ± 0.18^b	6.84 ± 50.00^b
براعم الشوفان	0.07 ± 8.86^b	0.00 ± 0.11^b	0.25 ± 31.61^b

*البيانات تمثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري ($n=3$)، البيانات: IC_{50} (ملجم/مل)، $1/IC_{50}$ (ملجم/مل) الحروف المختلفة بين الصفوف تدل على وجود فروقات معنوية.

تم احتساب القدرة المضادة لتثبيط الشقوق الحرة من خلال مقلوب IC_{50} ($1/IC_{50}$) والذي يعبر عن القدرة المثبطة للشقوق الحرة. Anti-radical power. تبين النتائج أن القدرة الأعلى سجلتها براعم الشعير، بينما لا توجد فروقات معنوية بين براعم القمح والشوفان، والتي أظهرت قدرة أقل من براعم الشعير كمضادات أكسدة. درس Shen *et al.* (2016) قدرة نوع من الشعير يعرف (barley) (black highland) والذي احتوى على IC_{50}^{DPPH} 0.19 ملجم/مل والتي تعتبر قدرة قوية للتثبيط مقارنة بالبراعم في الدراسة الحالية. يمكن أن يكون السبب المحتمل في هذا هو اختلاف الصنف، ظروف الإنبات، أو طريقة الاستخلاص المستخدمة. ففي الشعير الأسود تم الاستخلاص بطريقة التحلل المائي القلوي خلاف ما تم العمل به في الدراسة الحالية. تم التعبير عن قدرة مضادات الأكسدة لمستخلصات البراعم على أنها قيم القدرة المضادة للأكسدة المكافئة لترولكس (Trolox). أظهرت النتائج أن براعم الشعير لها أعلى قدرة للتثبيط كمكافئ ترولكس ($TEAC^{DPPH}$) مقارنة ببراعم القمح والشوفان. لاحظ Pajak *et al.* (2014) أن براعم عباد الشمس أظهرت أعلى قدرة تثبيط 1147 ملجم/100 كمكافئ ترولكس، في حين سجلت براعم البروكلي أدنى قدرة تثبيط 365 ملجم/100 جم مكافئ ترولكس. وفقاً لهذه النتائج فإن براعم الشعير والقمح والشوفان كانت أعلى من الفول والبروكلي، وأقل من براعم عباد الشمس، في حين كانت براعم الشعير مماثلة لبراعم الفجل.

النشاط المضاد للأكسدة (اختبار ABTS)

كما هو موضح في الجدول 4 فقد أظهرت براعم الشعير أعلى نشاط عند مستوى المعنوية ($P \leq 0.05$) كمضادات أكسدة مقارنة ببراعم القمح والشوفان التي لم تكن بينها أي فروقات معنوية. عرضت النتائج القدرة المثبطة للبراعم في الشكل 3. فإن براعم الشعير أظهرت أعلى قدرة في تثبيط الجذر الحر ABTS، حيث بلغت نسبة التثبيط 77% عندما كان تركيز البراعم 1.25 ملجم/مل. انخفض تأثير الكبح على جذور ABTS في براعم الشوفان والقمح، حيث بلغت نسبة التثبيط 52% و 50% على التوالي عند نفس التركيز المشار إليه. بينت النتائج المدونة في الجدول 4 أن قيم التأثير المثبط للشق الصناعي (ABTS) والذي تتراوح فيه قيمة IC_{50} من (0.02 ± 0.79 ، 0.06 ± 1.16 و 0.03 ± 1.21) لكل من براعم الشعير، الشوفان والقمح، على التوالي. تم احتساب القدرة المضادة لتثبيط الشقوق الحرة من خلال مقلوب IC_{50} وهو ($1/IC_{50}$) والذي يعبر عن القدرة المضادة للشقوق الحرة. وتبين النتائج أن القدرة الأعلى سجلتها براعم الشعير، بينما لا توجد فروقات معنوية بين براعم الشوفان والقمح، التي أظهرت قدرة أقل. تم تحويل التأثير المثبط IC_{50} إلى مكافئ ترولكس باستخدام المعادلة التي أشار إليها (Hagen *et al.*, 2007).



الشكل 3. النسبة المئوية % للتثبيط في اختبار ABTS لمستخلصات البراعم

جدول 4. التركيز المثبط ومعكوسه ومكافئ الترولكس في اختبار ABTS لبراعم الحبوب*.

البراعم	IC_{50}^{ABTS}	$1/IC_{50}^{ABTS}$	مكافئ Trolox
براعم الشعير	0.02 ± 0.79^a	0.03 ± 1.27^a	5.24 ± 241.83^a
براعم القمح	0.03 ± 1.21^b	0.02 ± 0.82^b	2.29 ± 156.60^b
براعم الشوفان	0.06 ± 1.16^b	0.04 ± 0.86^b	8.22 ± 163.63^b

*البيانات تمثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري ($n=3$)، البيانات: IC_{50} (ملجم/مل)، $1/IC_{50}$ (مل/ملجم) الحروف المختلفة بين الصفوف تدل على وجود فروقات معنوية.

في هذه النتائج كانت قيم مكافئ الترولكس TE في براعم الشعير أكبر من براعم القمح والشوفان ككمية مضاعفة 1.32 و1.59، على التوالي. درّس (Pajak *et al.*, 2014) النشاط المضاد للأكسدة، وذلك باستخدام اختبار ABTS لبراعم الفول والفجل والبروكلي وبراعم عباد الشمس. تراوحت نتائج اختبار ABTS من 1133 في براعم الفول إلى 2467 في براعم الفجل (ملجم مكافئ ترولكس/100 جم وزن جاف من البراعم) لاحظ أن براعم الفجل أظهرت أعلى نشاط مضاد للأكسدة. وفقاً لهذه النتائج فقد أظهرت براعم الشعير، القمح والشوفان في الدراسة الحالية نشاط أقل كمضادات أكسدة من براعم الفول والفجل. يرجع التباين في هذه النتائج لاختلاف: النوع النباتي، ظروف الإنبات، فترة الحصاد اختلاف طريقة الاستخلاص.

النشاط المضاد للالتهاب

الالتهاب هو استجابة فسيولوجية من جسم الكائن للإصابة أو العدوى أو الضرر الذي يتميز بالحرارة والاحمرار والألم والتورم والوظائف المضطربة. تعتبر العقاقير من الأدوية الأكثر شيوعاً لإدارة الحالات الالتهابية غير الستيرويدية المضادة للالتهابات. في هذه الدراسة تم اختيار التحليل الحيوي للبروتينات من أجل التقييم المخبري للقدرات المضادة للالتهاب للمستخلص الميثانولي للبراعم المدروسة. تم اختيار طريقة مكافحة مسخ وتشوه ألبومين البيض لتقييم النشاط المضاد للالتهاب (AIA) للبراعم. تم استخدام ديكلوفيناك الصوديوم كعينة مرجعية. وقد ثبت بالفعل أن الأدوية التقليدية المضادة للالتهاب غير الستيرويدية مثل Indomethazine و Phenylbutazone لا تعمل فقط من خلال تثبيط إنتاج البروستاجلاندين الداخلي عن طريق منع إنزيمات الأكسدة الحلقية، ولكن أيضاً -عن طريق الوقاية من تمسخ البروتينات (Ullah *et al.*, 2014). إن تمسخ بروتينات الأنسجة هو أحد الأسباب ذات العلاقة بالأمراض الالتهابية والمفصلية. قد يكون إنتاج المستضدات الذاتية في بعض أمراض المفاصل بسبب تشويه البروتينات في الجسم الحي (Umapathy *et al.*, 2010). أظهرت النتائج الحالية تثبيطاً معتمداً على تركيز البروتين (الألبومين) المتمسخ بواسطة قدرة البراعم على منع هذا التمسح. بينت النتائج أن براعم الشعير أكثر تثبيطاً لتمسخ البروتين عند مستوى المعنوية $P \leq 0.05$). بينما أظهرت براعم القمح والشوفان تثبيطاً منخفضاً ضد تمسخ البروتين، تم التأكيد من ذلك بمقارنة قيم التأثير المثبط IC_{50} . بينت النتائج المدرجة في الجدول 5 قدرة البراعم على منع دنتر البروتين وكمضادات التهاب من خلال احتساب قيم (IC_{50}^{AIA}) ، من خلال هذه النتائج تبين أن براعم الشعير كانت أكثر كفاءة وبشكل كبير ضد تمسخ البروتين مقارنة ببراعم القمح والشوفان. تراوحت قيم IC_{50}^{AIA} من 0.07 ± 1.43 في براعم الشعير إلى 0.38 ± 3.70 و 0.56 ± 4.77 في براعم القمح والشوفان، على التوالي.

جدول 5. القدرة التثبيطية ضد الالتهاب (AIA) وضد الإفراط في مستوى السكر (AHgA)*.

البراعم	IC50AIA	IC50AHgA
براعم الشعير	0.07 ± 1.43	0.13 ± 1.97
براعم القمح	0.03 ± 2.71	1.35 ± 14.61
براعم الشوفان	0.56 ± 4.77	0.39 ± 2.47
ديكلوفيناك الصوديوم	0.04 ± 0.79	-

*البيانات تمثل الوسط الحسابي والانحراف المعياري (n=3)، البيانات: IC50 (ملجم/مل).

مع ذلك أظهرت جميع البراعم قدرة أقل كمضادات التهاب قياساً بقدرة المستحضر الدوائي ديكلوفيناك الصوديوم، والذي بلغت قيمة تأثيره المثبط $IC_{50}^{AIA} 0.00 \pm 0.79$ ملجم/مل. ذكر (Ullah *et al.*, 2014) أن المستخلص الإيثانولي للكرم zedoaria rhizome يمتلك قدرة تثبيط للالتهاب بتركيز 300 ميكروجرام/مل، وبنسبة تثبيط تصل إلى 53.04%، باستخدام نفس الطريقة. في حين أن حمض Aicyl salicylic، أظهر تثبيط أعلى بتركيز أقل 100 ميكروجرام/مل وبنسبة تثبيط وصلت إلى 50.56%. براعم الشعير، القمح والشوفان كان تأثيرها المضاد للالتهاب أقل بكثير من قيم (IC_{50}^{AIA}) في الدراسات التي تمت الإشارة لها في هذا الصدد.

أفاد (Chandra *et al.*, 2012) بأن بذور ناضجة من (*Coffea Arabica* Linn.Family: Rubiaceae) لها قيمة IC_{50}^{AIA} 0.004 ملجم/ملل ووجد أن قيمة التأثير المثبط للمستحضر الدوائي ديكلوفيناك الصوديوم بلغ 0.63 ملجم/ملل وهذه القيمة قريبة جداً من القيمة المتحصل عليها في الدراسة الحالية والتي بلغت 0.79 ملجم/ملل. وفقاً للنتائج المحسوبة كقيمة IC_{50}^{AIA} ، بينت براعم حبوب الشعير والقمح والشوفان أقل نشاط ضد الالتهاب من بذور البن العربي (*Coffea arabica*)، وزهرة *Mikania scandens* التي تستخدم لبعض الأغراض الطبية في شبه القارة الهندية.

النشاط المضاد للإفراط في السكر

من المعروف أن المستخلصات الغنية بالمركبات الفينولية لديها إمكانات تثبيط إنزيم ألفا جليكوسيداز؛ لذلك تم الاستفادة من هذا الكشف لتقدير تأثير البراعم على الإفراط في السكر (Donkor *et al.*, 2012). بينت الدراسات التي أظهرت بالفعل أن تناول الكيماويات النباتية (Phytochemicals) الغنية بالمركبات الفينولية يمكن أن يسبب تأثيرات مضادة للإفراط في مستوى السكر في الحيوانات والبشر، ربما عبر تثبيط إنزيم ألفا جليكوسيداز أو تثبيط إنزيم ألفا أميليز (Hogan *et al.*, 2010).

استناداً إلى قيم التأثير المثبط (IC_{50}^{AHGA}) في جدول 5. يمكن ملاحظة أن قيم التأثير المثبط تراوحت بين 0.13 ± 1.97 في براعم الشعير، والتي كانت أدنى IC_{50} إلى 35.1 ± 61.14 في براعم القمح، والتي كان لها أعلى IC_{50} ، أما براعم الشوفان فكانت 0.39 ± 2.47 ملجم/ملل. عند حساب معكوس التأثير المثبط ($1/IC_{50}$) يلاحظ أن براعم الشعير والشوفان كان لها تأثير مثبط قوي ضد إنزيم ألفا جليكوسيداز ولم تكن هناك أي فروقات معنوية بين هذه البراعم عند مستوى معنوية ($P \leq 0.05$). بينما كان لبراعم القمح أقل قدرة للتثبيط ضد إنزيم ألفا جليكوسيداز بنسبة بلغت 20%. أيضاً بينت الدراسة أن براعم الشعير كان لها تأثير مثبط قوي ضد إنزيم ألفا جليكوسيداز مقارنة ببراعم الشوفان، الأرز البني والقمح. هذه الدراسة تتوافق مع نتائج الدراسة الحالية في أن براعم الشعير لها قدرة تثبيط أعلى لإنزيم ألفا جليكوسيداز مقارنة ببراعم القمح. تقترح دراسة أجراها Šaponjac *et al.*, (2015) أن المركبات الفينولية المختلفة التي تحتويها البراعم قد تؤثر على خطوات مختلفة في عملية تكسير النشا بطريقة متأخرة. تعتمد فعالية تثبيط المركبات الفينولية الفردية المختلفة على موقع عملها في تركيبها الكيميائي وآليات تثبيطها للإنزيمات، وبدعم هذا الاقتراح أيضاً (McDougall *et al.*, 2008; Giampieri *et al.*, 2012)، حيث أظهر هؤلاء الباحثون أن مشتقات حامض الكافيين (caffeic acid)، وحامض البروتوكاتيكويك (protocatechuic acid) لها قدرة فعالة في تثبيط إنزيم ألفا جليكوسيداز.

نوع وقوة العلاقة بين المركبات الكيميائية النباتية والأنشطة الحيوية للبراعم

لتقييم العلاقة بين المواد الكيميائية النباتية والقدرة المضادة للأكسدة، القدرة الاختزالية، المضادة للالتهاب والمضادة لإفراط السكر، التي أعربت عنها مختلف الاختبارات التي تم إجرائها. استخدم تحليل معامل ارتباط بيرسون (r) لتقييم تلك العلاقة. وجدت بعض الارتباطات الموجبة القوية، والتي يكون فيها معامل ارتباط بيرسون ($0.8 \leq r \leq 1$) تم عرض نتائج تحليل الارتباطات في الجدول 6. أوضح معامل الارتباط لبيرسون أن المركبات الفينولية لها ارتباط قوي مع التأثير المضاد للأكسدة في اكتساح الجذر الحر ABTS بقيمة معامل بيرسون بلغت ($r=0.949$)، وهي تعبر عن وجود علاقة طردية قوية. أظهر نشاط الجذور الحر DPPH ارتباطاً إيجابياً معتدلاً مع المركبات الفينولية بلغت قيمته ($r=0.561$). بينت الدراسة من خلال قياس معامل الارتباط لبيرسون على وجود علاقة طردية معتدلة بين القدرة على تثبيط ABTS والفلافونيدات الكلية. تجدر الإشارة هنا إلى أن نتائج الدراسة الحالية تتفق مع ما ذكره (Aires *et al.*, 2011) الذي وجد بأن هناك علاقة طردية بين المركبات الفينولية وتثبيط الشق الحر DPPH؛ حيث بلغت قيمة الارتباط ($r=0.640$) في الخضروات (*Brassica oleracea* L.). أما فيما يتعلق بالصبغات الطبيعية المتمثلة في الكلوروفيل والكاروتينويدات الكلية لم تشير النتائج المسجلة في الجدول 6 لوجود أي ارتباط، في حين وجدت ارتباطات متوسطة بين الكيماويات النباتية المذكورة أعلاه وبين DPPH تراوحت قيمة الارتباط من 0.502 في صبغة الكلوروفيل إلى 0.570 في الكاروتينويدات وهي علاقات طردية متوسطة القوة.

جدول 6. العلاقة بين الكيماويات النباتية وخصائصها الوظيفية من خلال قياس معامل ارتباط بيرسون.

1/IC50	الفينولات الكلية	الفلافونيدات	الكلوروفيل الكلي	كلوروفيل a	كلوروفيل b	الكاروتينويدات
1/IC50 DPPH	0.561	0.815	0.502	0.520	0.522	0.570
1/IC50 ABTS	0.949	0.514	0.000	0.000	0.000	0.144
1/IC50 AIA	0.712	0.842	0.551	0.545	0.567	0.622
1/IC50 AHgA	0.440	0.151	0.320 -	0.331 -	0.288 -	0.200 -

الاستنتاج

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن براعم حبوب الشعير والقمح والشوفان يمكن أن توفر نسبة عالية من المواد الكيميائية النباتية والبيولوجية النشطة مقارنة بالحبوب الكاملة. علاوة على ذلك فإن البيانات المتعلقة ببراعم الحبوب التي تم دراستها، بينت أنها تحتوي على نمط فريد من المركبات النشطة بيولوجياً، مما يجعل براعم هذه الحبوب أغذية وظيفية بامتياز لنظام غذائي يعزز الصحة من خلال قدرتها كمضادات أكسدة طبيعية وكمضادات التهاب. يمكن التعبير عن التأثيرات المفيدة المحتملة لاستهلاك براعم الحبوب، خاصة براعم الشعير بشكل خاص للحد من مخاطر بعض الأمراض، بالإضافة إلى قيمتها الغذائية التي قد تستخدم في تدعيم بعض المنتجات الغذائية والرفع من قيمتها الغذائية. هذه النتائج تدعمها العلاقة، التي تم اختبارها بواسطة قياس معامل الارتباط (r) الذي أشار إلى أن أعلى معامل ارتباط تم تحقيقه كان بين الفلافونيدات الكلية والنشاط المضاد للالتهاب. المحتوى الكلي للفينولات هو الآخر كان له ارتباط قوي خاصة في اختبار ABTS كمضادات أكسدة طبيعية. الجدير بالذكر أن الصبغات الطبيعية المتمثلة في الكلوروفيلات والكاروتينويدات لم يكن لها تأثير إلا في الاختبار المضاد للالتهاب والاختبار المضاد للأكسدة DPPH والتي بينت وجود ارتباط متوسط.

المراجع

1. Aires, A., Fernandes, C., Carvalho, R., Bennett, R. N., Saavedra, M. J. and Rosa, E. A. 2011. Seasonal effects on bioactive compounds and antioxidant capacity of six economically important Brassica vegetables. *Molecules*, 16 (8), 6816-6832.
2. Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K. and Gallagher, E. 2010. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food chemistry*, 119 (2), 770-778.
3. Anderson, J. W., Hanna, T. J., Peng, X. and Kryscio, R. J. 2000. Whole grain foods and heart disease risk. *Journal of the American College of Nutrition*, 19 (sup3), 291S-299S.
4. Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S. and Robards, K. 2002. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*, 127 (1), 183-198.
5. Baumann, J., Wurn, G. and Bruchlausen, F. V. 1979. Prostaglandin inhibiting O₂ -radical scavenging properties of some flavonoids and related phenolic compounds, *naunyn, schmiedeberg's. ISI Iranian Journal*. 2732.
6. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to

- evaluate antioxidant activity. LWT – Food Science and Technology, 28(1), 2530-
7. Chandra, S., Chatterjee, P., Dey, P. and Bhattacharya, S. 2012. Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 2 (1), S178-S180.
8. De Nicola, R., Bagatta, M., Pagnotta, E. *et al.*, 2013. Comparison of bioactive phytochemical content and release of isothiocyanates in selected Brassica sprouts. Food Chemistry, 141(1), 297-303.
9. Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. and Vasiljevic, T. 2012. Germinated grains– Sources of bioactive compounds. Food chemistry, 135 (3), 950-959.
10. Endo, Y., Usuki, R. and Kaneda, T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the autoxidation of oils in the dark. Journal of the American Oil Chemists' Society, 62, 1375-1378.
11. Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B. and Battino, M. 2012. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. Nutrition, 28 (1), 9-19.
12. Hagen, S. F., Borge, G. I. A., Bengtsson, G. B., Bilger, W., Berge, A., Haffner, K. and Solhaug, K. A. 2007. Phenolic contents and other health and sensory related properties of apple fruit (*Malus domestica* Borkh., cv. Aroma): Effect of postharvest UV-B irradiation. Postharvest Biology and Technology, 45 (1), 1-10.
13. Hogan, S., Zhang, L., Li, J., Sun, S., Canning, C. and Zhou, K. 2010. Antioxidant rich grape pomace extract suppresses postprandial hyperglycemia in diabetic mice by specifically inhibiting alpha-glucosidase. Nutrition & metabolism, 7 (1), 1.
14. Ilona, B., Daina, K. and Zanda, K. 2011. Polyphenols and vitamin E as potential antioxidants in barley and malt. Faculty of Food Technology, Latvia University of Agriculture. Foodbalt (ESF) Project Contract No. 2009/0232/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/122. 121 - 126.
15. Jacobs Jr, D. R., Meyer, H. E. and Solvoll, K. 2001. Reduced mortality among whole grain bread eaters in men and women in the Norwegian County Study. European Journal of Clinical Nutrition, 55(2), 137-143.
16. Kasum, C. M., Jacobs, D. R., Nicodemus, K. and Folsom, A. R. 2002. Dietary risk factors for upper aerodigestive tract cancers. International Journal of cancer, 99(2), 267-272.
17. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymology, 148, 350-382.
18. Lin, P. Y. and Lai, H. M. 2006. Bioactive compounds in legumes and their germinated products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(11), 3807-3814.
19. Liu, S., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Hu, F. B., Giovannucci, E., Colditz, G. A. and Willett, W. C. 2000. A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US

- women. American journal of public health, 90(9), 1409.
20. McDougall, G. J., Ross, H. A., Ikeji, M. and Stewart, D. 2008. Berry extracts exert different antiproliferative effects against cervical and colon cancer cells grown in vitro. Journal of agricultural and food chemistry, 56 (9), 3016-3023.
 21. Pajak, P., Socha, R., Gałkowska, D., Znowski, J. and Fortuna, T. 2014. Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. Food Chemistry, 143, 300-306.
 22. Penas, E., Gomez, R., Frías, J. and Vidal-Valverde, C. 2008. Application of high-pressure treatment on alfalfa (*Medicago sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. Food Control, 19(7), 698-705.
 23. Podsedek, A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. LWT-Food Science and Technology, 40 (1), 1-11.
 24. Šaponjac, V. T., Gironés-Vilaplana, A., Djilas, S., Mena, P., Ćetković, G., Moreno, D. A. and Vinčić, M. 2015. Chemical composition and potential bioactivity of strawberry pomace. RSC Advances, 5 (7), 5397-5405.
 25. Šaponjac, V. T., Gironés-Vilaplana, A., Djilas, S., Mena, P., Ćetković, G., Moreno, D. A. and Krunić, M. 2014. Anthocyanin profiles and biological properties of caneberry (*Rubus* spp.) press residues. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(12), 2393-2400.
 26. Shen, Y., Zhang, H., Cheng, L., Wang, L., Qian, H. and Qi, X. 2016. In vitro and in vivo antioxidant activity of polyphenols extracted from black highland barley. Food Chemistry, 194, 1003-1012.
 27. Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by mean of Folin – Ciocalteu reagent. In: Methods in Enzymology. Oxidant and Antioxidant (part A) (edited by L. Packer). Pp. 152178-. San Diego, USA: Academic Press.
 28. Ullah, A.M., Zaman, S., Juhara, F., *et al.*, 2014. Evaluation of antinociceptive, in-vivo&in-vitro anti-inflammatory activity of ethanolic extract of *Curcuma zedoaria* rhizome. BMC Complementary and Alternative Medicine, 14, 346358-.
 29. Umapathy, E., Ndebias, E. J., Meeme, A., Adam, B., Menziwa, P., Nkeh-Chungag, B. N. and Iputo, J. E. 2010. An experimental evaluation of *Albucasetosa* aqueous extract on membrane stabilization, protein denaturation and white blood cell migration during acute inflammation. Journal of Medicinal Plants Research, 4 (9), 789795-.
 30. Vale, P., Cidade, H., Pinto, M. and Oliveira, M.B. 2014. Effect of sprouting and light cycle on antioxidant activity of Brassica oleracea varieties. Food Chemistry, 165, 379387-.
 31. Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64, 555-559/

Functional Properties and Biological Activity of Barley, Wheat and Oat Sprouts Extracts

Naji Elhadi Aborus¹ Salah Ali Alhebeil²; Seddiq Mrihil Esalami³

1. Department of Public Health, Faculty of Medical Technology, Nalut University;
2. Department of Food Science - Faculty of Agriculture - University of Tripoli;
3. Department of Food Science - Faculty of Agriculture - Azzaytuna University.

Abstract

This study aimed to estimate the phytochemicals in the three sprouts of three cereal species: barley NS565, wheat Spelta and oats Jadar by determination of antioxidant activity, anti-hyperglycemic activity and anti-inflammatory activity. Phenolic compounds registered the highest content ($p \leq 0.05$) of phytochemicals in all cereal sprouts. Barley sprouts contained the highest amount of phenolic compounds, natural pigments and total flavonoids compared to wheat and oat sprouts. Sprouts extracts were tested in vitro of their ability as natural antioxidants using the DPPH and ABTS test. Results showed that barley sprouts had the highest capacity as inhibitor and antagonist in all the above tests, with the concentration of the inhibitory ($IC_{50}DPPH = 0.54$, $IC_{50}ABTS = 0.79$ mg/mL) respectively. The study also showed the different ability to inhibit the activity of α -glucosidase. Barley sprouts showed the highest ability to inhibit α -glucosidase and have the highest anti-inflammatory activity.

Key words: cereal sprouts, antioxidant activity, anti-inflammatory activity, anti-hyperglycemic activity