LJEEST
ISSN 2710-5237
www.srcest.org.ly/jou

المجلة الليبية لعلوم وتكنولوجيا البيئة

Libyan Journal of Ecological & Environmental Sciences and Technology (LJEEST)

http://aif-doi.org/LJEEST/050210

التقدير الكمي للكربوهيدرات والبروتينات في بذور نباتي الفول *Vicia faba* والبازلاء *Pisum sativum*

محمد محمد الصل فوزية الفيتوري التريكي

ARTICLE INFO

Vol. 5 No. 5 December, 2023

PagesA (1- 5)

Article history:
Revised form 02 October 2023
Accepted 29 October 2023

Authors affiliation
Botany Department, Faculty of Science, Misrata University, Misrata, Libya.
Fow_micro@yahoo.com

Keywords: *Vicia faba, Pisum sativum, Carbohydrates, Proteins, Quantitatively estimate.*

© 2023
Content on this article is an open access licensed under creative commons CC BY-NC 4.0.

الملخص

تعتبر النباتات البقولية من اهم المحاصيل سواء من الناحية الغذائية أو الاقتصادية أو البيئية، وتأتي مباشرة في أهميتها من حيث توفير المادة الغذائية بعد محاصيل نباتات العائلة النجيلية، وذلك لما تمتاز به بذورها من محتوي عالي من البروتينات و الكربوهيدرات. هدفت هذه الدراسة إلى التقدير الكمي للكربوهيدرات والبروتينات في بذور نباتي الفول والبازلاء الغضة (الطرية)، والناضجة (الجافة) والتي تم جمعها بعد جفاف المحصول من الحقل، و تم تقدير المحتوى الكلي للكربوهيدرات والبروتينات كنسبة مئوية من الوزن الجاف (الرطب في حالة البذور الطرية) لبذور نباتي الفول والبازلاء الجافة لمحصول سنة 2021 وسنة 2022، والبذور الغضة (الطرية) لمحصول سنة 2022 قبل وبعد التجفيف في الفرن. أظهرت النتائج أن نسبة الكربوهيدرات كانت أعلي من نسبة البروتين لجميع عينات البذور المدروسة، ففي حالة بذور الفول سجلت أعلى كمية لمحتوي الكربوهيدرات كنسبة مئوية من الوزن الجاف في البذور الجافة لمحصول سنة 2021 و2022 ، وكانت 22.09% و 20.79% علي التوالي، أما محتوي البروتين لنفس السنوات فكان 17.6% و 19.68% ، كما يلاحظ من النتائج أن أقل محتوي للكربوهيدرات و البروتين قد سجل لبذور الفول الغضة (الطرية)، وكان بنسبة 95.7% و 11.01% علي التوالي.

Quantitative estimation of carbohydrates and proteins in seeds of *Vicia faba* and *Pisum sativum*

Mohamed M. Alsull, Fuzia E. Eltariki

Abstract: Leguminous plants are considered one of the most important crops, whether from a nutritional, economic or environmental standpoint, and are second only to crops in the Poaceae family in terms of providing nutrients, due to their seeds being characterized by a high content of proteins and carbohydrates. This study aimed to quantitatively estimate carbohydrates and proteins in the (fresh) and mature (dry) seeds of *Vicia faba* and *Pisum sativum* plants, which were collected after the crop dried from the field. The total content of carbohydrates and proteins was estimated as a percentage of the dry weight (wet in the case of fresh seeds). For dried *Vicia faba* and *Pisum sativum* seeds for the 2021 and 2022 crops, and fresh seeds for the 2022 crop before and after drying in the oven. The results showed that the percentage of carbohydrates was higher than the percentage of protein for all of the seed samples studied. In the case of *vicia faba* seeds, the highest amount of carbohydrate content was recorded as a percentage of the dry weight in the dry seeds for the 2021 and 2022 crops, and it was 22.09% and 20.79%, respectively. As for the protein content for the same years, it was 17.6% and 19.68%. It is also noted from the results that the lowest content of carbohydrates and protein was recorded for fresh *Vicia faba* seeds, and it was 7.95% and 11.01%, respectively.

المقدمة :

يعتمد الإنسان في غذائه بطريقه مباشرة أو غير مباشرة علي النباتات، والتي تنتج أهم المكونات الأساسية للغذاء وهي الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، بالإضافة إلي الفيتامينات و العناصر المعدنية و غيرها، حيث تخزن النباتات نواتج عملية البناء الضوئي من المواد الغذائية علي صور مختلفة حسب نوع المحصول، فهناك محاصيل من النباتات المنتجة للكربوهيدرات ومن أمثلتها محاصيل القمح و الشعير و الأرز وغيرها، كما أن محاصيل أخرى من النباتات تخزن المادة الغذائية في بذورها علي صورة بروتينات ومن أمثلتها النباتات التابعة للعائلة البقولية مثل الفول و العدس والحمص و غيرها، كما أن هناك محاصيل أخرى منتجة للدهون بشكل أساسي

مثل الزيتون و الذرة و عباد الشمس وغيرها. و تعتبر كل من هذه المواد أساسية في غذاء الإنسان و الحيوان، و يجب توفرها بنسب محددة للحصول علي حاجة الجسم منها (Fardet, 2017; Johnson *et al*., 2020).

تعتبر النباتات المصدر الرئيسي للكربوهيدرات، وتعتبر الكربوهيدرات مصدر الوقود الأساسي للجسم والذي يعتمد عليها في إنتاج الطاقة اللازمة في عمليات الأيض المختلفة، كما تدخل الكربوهيدرات في التركيب البنائي لبعض أجزاء الخلية، وتتركب الكربوهيدرات من الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين بحيث يوجد الهيدروجين و الأكسجين بنفس نسبة وجودهما في الماء . (Dashty, 2013; Mauseth, 2014)

تعتبر النباتات المصدر الثاني للبروتينات الواجب توفرها في غذاء الأنسان بعد البروتينات من المصادر الحيوانية، وذلك نتيجة عدم احتواء البروتينات النباتية علي تشكيلة كاملة من الأحماض الأمينية الأساسية اللازم توفرها في الغذاء، و بالرغم من وجود البروتينات في معظم منتجات المحاصيل النباتية، إلا أنها قد تكون بنسب صغيرة لا تفي بحاجة الجسم لها، ولذا لا يمكن الإعتماد عليها كمصدر رئيسي للبروتين في الغذاء باستثناء بذور النباتات البقولية، والتي تخزن كميات من البروتينات في بذورها قد تصل إلي 40 % من الوزن الجاف للبذور, ولضمان الحصول علي كافة الأحماض الأمينية الأساسية من مصادر نباتية، ينصح بالتركيز علي تحقيق التنوع والتوازن في مصادر البروتينية بدلا من التركيز علي مصدر واحد؛ وتلعب البروتينات دورا مهما في بناء أنسجة الجسم، وتخليق الأحماض النووية وبناء مركبات الطاقة (ATP وADP)، وانقسام الخلايا وتخليق الأنزيمات والهرمونات . (Mauseth, 2014)

تعتبر النباتات البقولية من اهم المحاصيل سواء من الناحية الغذائية أو الاقتصادية أو البيئية، وتأتي مباشرة في أهميتها من حيث توفير المادة الغذائية بعد محاصيل نباتات العائلة النجيلية، وذلك لما تمتاز به بذورها من محتوي عالي من البروتينات و الكربوهيدرات, وبالرغم من أنها من محاصيل الخضار الشتويه، والتي يلائمها الطقس البارد المعتدل والذي تتراوح فيها درجات الحرارة من 15-25 درجة مئوية، حيث يمكن الحصول فيها علي محصول وفير وبجودة عاليه، إلا أنها تتميز بقدرتها علي النمو في مختلف بقاع العالم وعلي نطاق جغرافي واسع؛ تستخدم بذور الفول والبازلاء كغذاء للإنسان والحيوان في العديد من دول العالم، ويحدد حجم بذور محصول الفول الغرض منها، حيث تستخدم البذور الكبيرة عادة في تغذية الإنسان، بينما تستخدم البذور الصغيرة في الغالب لتغذية الماشية (Crépon *et al.*, 2010)؛ كما أن زراعة محاصيل النباتات البقولية يساعد في عملية تثبيت نيتروجين الهواء الجوي، والذي يترتب عليه زيادة خصوبة التربة ونقص الحاجة لاستخدام المخصبات (Mínguez and Rubiales, 2021; Tekdal, 2021; Zhou *et al*., 2018)؛ بالإضافة إلى ذلك، فإنها مصدر مهم للعديد من الأحماض الأمينية مثل الارجينين واللايسين والليوسين، كما أنها مصدر مهم لكل من بدائل levodopa و dopamine والتي يتم تخليقها صناعيا لعلاج مرض الشلل الرعاشي (Parkinson's disease) (Brauckmann and Latté, 2010; Garland *et al*., 2013).

بالنسبة لمنطقة الشرق الاوسط وشمال أفريقيا تعتبر محاصيل نباتي الفول والبازلاء من أهم المحاصيل الشتوية، و التي تزرع في فصل الخريف، وتتميز بقدرتها علي تحمل درجات الحرارة المنخفضة، كما أن لها القدره على النمو في مختلف أنواع التربة (Dhull *et al*., 2022).

أشارت العديد من البحوث والدارسات السابقة (Dhull *et al.*, 2021; Mínguez and Rubiales, 2021; Tekdal, 2021) إلى المحتوى العالي نسبيا من البروتين والكربوهيدرات في بذور نباتات المحاصيل البقولية، وتختلف نسب البروتينات والكربوهيدرات بين الأجناس التابعة لنباتات العائلة البقولية وبين الأنواع التابعة لنفس الجنس.

أظهرت نتائج الدراسات التي قام بها (Dhull *et al*., 2021) لبذور محاصيل تابعة لأصناف مختلفة من نبات الفول، تباين في محتواها من البروتينات و الكربوهيدرات، حيث تراوح محتواها من 19.83% إلى 31.83 %، ومن 52.96 % إلى 67.43 % كنسبة مئويه من الوزن الجاف على التوالي.

كما أشارت دراسة سابقة (Multari *et al.*, 2015) إلي ان نسبة البروتين في بعض البقوليات (خاصة محصول بذور الفول) تتراوح بين 20-41 % من الوزن الجاف، ويرجع التباين في المحتوى البروتيني المذكور إلي عدة اسباب أهمها (الصنف ، الجزء المستخدم ، نوع التسميد المستخدم للمحصول ، موعد الزراعة، نوع التربة ، موقع زراعة المحصول جغرافيا). وبالرغم من احتواء بذور البقوليات علي الألياف والسكريات العديدة والذائبة، يستحوذ النشا علي الجزء الأكبر من الكربوهيدرات في بذور النباتات البقولية، ويشكل النشا إلى ما نسبته من 41 % إلي 58 % من المحتوي الكلي للكربوهيدرات (Dhull *et al*., 2021) .

أثبتت دراسة كل من Dhull *et al*. (2021); Multari *et al*. (2015) أن معاملة بذور المحاصيل البقولية بمعاملات الطهي المختلفة (الطبخ) ، لها تأثير على قيمتها من الماده الغذائية، سواء العضويه منها أو المعدنية، وكذلك جاهزية هذه المكونات للهضم ومدى الاستفادة منها في الغذاء، فمثلاً أدى طهي بذور نبات الفول غير كاملة النضج في الماء الى انخفاض محتوها البروتيني بنسبة تتراوح بين 2 % و 42 % ، في حين انخفض محتواه في البذور كاملة النضج بنسبة وصلت الى 70.9% ، في المقابل أدت عملية الطهي للبذور إلي زيادة نسبة البروتينات المتاحة للهضم.

الهدف من البحث

يهدف هذا البحث إلى مقارنة المحتوى الكلي للكربوهيدرات والبروتينات في بذور نباتي الفول والبازلاء في حالتها الغضة وبعد جفاف المحصول، وذلك للوصول الى توصيات بشأن اي من بذور النباتين، وفي اي من الحالتين (الغضة او الجافة) يمكن لهذه البذور ان تكون في اعلى قيمة غذائية لها.

المواد والطرق :

1- نباتات الدراسة

نبات الفول *Vicia faba*

نبات عشبي يتبع الفصيلة البقولية، الجذروتدي عميق يتفرع من الأعلي إلي جذيرات، الساق مضلعة، الورقة ريشية مركبة، النورة عنقودية، الزهرة منتظمة خماسية، الثمرة قرنية، البذرة مستطيلة الشكل (McGuire, 2011; McKillop *et al.*, 2021).

نبات البازلاء Pisum sativum

البازلاء أو البسلة أحد النباتات التابعة للفصيلة الفراشية، وهو نبات عشبي حولي يصل ارتفاعه 50 سم، الجذر وتدي متفرع متعمق في التربة يوجد عليه عقد بكتيرية، الساق تختلف من نوع إلي أخر حسب الصنف فهناك الزاحفة و هناك المتسلقة، الأوراق مركبة ريشية متبادلة، الوريقات خضراء مزرقة اللون، وللأوراق اذينات كبيرة، الازهار كبيرة بيضاء أو وردية توجد في أزواج أو فردية، الثمرة قرنة طولها من 3-10سم، البذور كروية خضراء أو صفراء اللون

(McGuire, 2011; McKillop *et al*., 2021).

2- جمع العينات

تم جمع عينات من بذور الفول و البازلاء الجافة لمحصول سنة 2021 م من الأسواق، أما البذور الجافة لمحصول سنة 2022 فقد تم جمعها من الحقل مباشرة بعد تمام نضج المحصول، كذلك في حالة البذور الغضه فقد تم جمعها من المحال التجارية، وتم أجراء التحاليل عليها في صورتها الغضة وبعد تجفيفها في الفرن.

3- تقدير المحتوي المائي

تم وضع عينات من بذور الفول والبازلاء في أظرف ورقية، قسمت العينات إلي ثلاث مجاميع متساوية تقريبا (3مكررات)، وتم تحديد الوزن باستخدام الميزان الحساس، ووضعت في فرن التجفيف عند درجة حرارة 65 درجة مئوية، وتم قياس وزن العينات يوميا إلي حين ثبات الوزن (Ishida *et al*., 1987; Taylor, 1987).

4- تقدير المحتوى الكلي للبروتينات

تم تقديرالمحتوي الكلي للبروتينات بطريقة كاشف فولين (mwthod rylow) كما وصفها (Wondwosen *et al*., 2021) :

خطوات العمل

أخذ 0.02 مل من المستخلص النباتي في أنبوبة أختبار، وأضيف له 5 مل من محلول Lawry C وتركت لتستقر لمدة 10 دقائق عند درجة حرارة الغرفة، وتم اضافة 0.5 مل من محلول كاشف فولين وترك لمدة 30 دقيقة في الظلام .بعد ذلك تم نقل حجم معين من المحلول الى الأنبوبة الخاصة بجهاز قياس أمتصاص الطيف الضوئي (cuvette)، وتم قياس الامتصاص عند 750 نانومتر بإستخدام جهاز قياس أمتصاص الطيف الضوئي (JEWAY 6300 Spectrophotometer).

تحضير محلول البروتين القياسي

تم تحضير محلول البروتين القياسي بأستخدام Bovine serum albumin (BSA) كالاتي:-

تم وزن 0.05 جرام من BSA ووضعت في دورق قياسي سعة 500 مل يحتوي على 200 مل من الماء المقطر، خلط جيدا وتم اضافة كمية من الماء المقطر الى أن وصل حجم المحلول الى 500 مل. تم تحضير سلسلة من التخفيفات للمحلول المحضر سابقا للحصول على تدرج من تراكيز محاليل مختلفة، تم من خلالها حساب تراكيز البروتين في العينات المجهوله.

5- تقدير المحتوي الكلي للكربوهيدرات

قدرت السكريات الكلية في مستخلص البذور بطريقة The phenol-sulfuric acid method كما وصفها (Nielsen and Nielsen, 2017) :

أخذ 0.05 مل من مستخلص البذور في أنبوبة اختبار جافة وأكمل الحجم إلي 2 مل بالماء المقطر، ثم بعد ذلك اضيف 1مل من محلول الفينول الأبيض 5%، والذي تم تحضيره بأذابة 5 جرام من الفينول الأبيض في حجم نهائي يساوي 100 مل من الماء المقطر. اضيف 5 مل من حامض الكبريتيك المركز بواسطة حقنة، بحيث يدفع الحامض علي شكل تيار سريع علي السطح الداخلي لأنبوبة الأختبار داخل المحلول ليحدث خلط جيد للمحلول، تركت الأنابيب لمدة 10 دقائق في سكون ثم رجت جيدا قبل وضعها في حمام مائي عند درجة حرارة 25-30 درجة مئوية، تركت لدقائق قبل أخذ القراءات وظل اللون تابتا لعدة ساعات. وتم قياس الامتصاص عند 490 نانومتر بإستخدام جهاز قياس أمتصاص الطيف الضوئي (JEWAY 6300 Spectrophotometer).

تحضير منحني تراكيز سكر الجلوكوز

تم تحضير محلول الجلوكوز بإذابة 0.05 جرام من الجلوكوز في 500 مل ماء مقطر.

تم تحضير سلسلة من التخفيفات للمحلول المحضر سابقا للحصول على تدرج من تراكيز محاليل مختلفة، تم من خلالها حساب تراكيز الكربوهيدرات في العينات المجهوله.

نقل حجم معين (0.1 مل) الى أنبوبة اختبار، وإضيف اليها 1مل فينول و 5 مل H_2SO_4، ثم وضع في حمام مائي عند درجة حرارة 28 درجة مئوية لمدة 20 دقيقة ثم أخذت عينة من كل أنبوبة لقياس الأمتصاص في جهاز الطيف الضوئي عن 490 نانومتر.

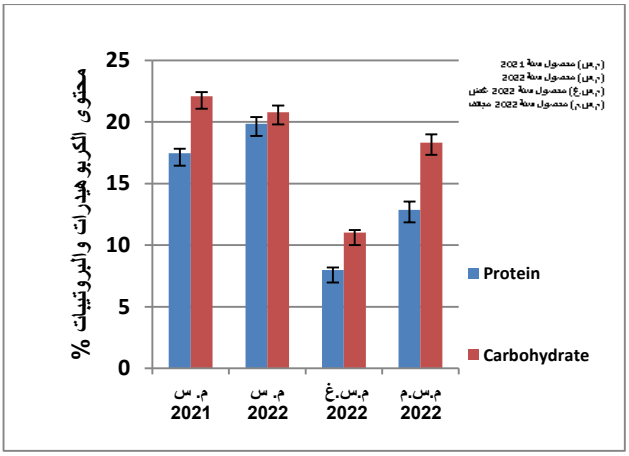
النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج المتحصل عليها من التقدير الكمي للكربوهيدرات والبروتينات لعينات بذور الفول والبازلاء كما في الأشكال (1، 2) أن نسبة الكربوهيدرات كانت أعلي من نسبة البروتين لجميع عينات البذور المدروسة، ففي حالة بذور الفول شكل (1)، سجلت أعلي كمية لمحتوي الكربوهيدرات كنسبة مئوية من الوزن الجاف في البذور الجافة لمحصول سنة 2021 و2022، وكانت 22.09% و 20.79% علي التوالي، أما محتوي البروتين لنفس السنوات فكان 17.6% و 19.68%؛ كما يلاحظ من النتائج أن أقل محتوي للكربوهيدرات والبروتين قد سجل لبذور الفول الغضة (الطرية)، حيث أنخفض المحتوي الكلي للبروتينات والكربوهيدرات إلي 7.95% و 11.01% علي التوالي؛ ومن الجذير بالذكر هنا أن النسبة المئوية لكل من الكربوهيدرات والبروتينات في حالة البذور الغضة قد تم حسابها كنسبة مئوية من الوزن الرطب بدلا من الوزن الجاف.

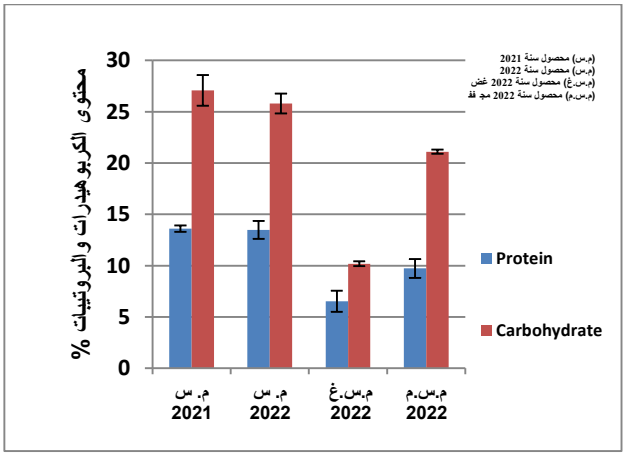
وقد يعزي الإرتفاع الملاحظ في المحتوي الكلي للكربوهيدرات و البروتينات لبذور الفول الغضة المجففة في فرن التجفيف بنسبة 7.32% للبروتينات و 4.91 % للكربوهيدرات مقارنة بالبذور الغضة، إلي أن احتساب المحتوي الكلي للبذور الغضة قد تم نسبة للوزن الرطب علي العكس من البذور المجففة، والتي تم فيها احتساب المحتوي الكلي لكل من الكربوهيدرات والبروتينات كنسبة مئوية من الوزن الجاف. أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P\geq0.05$) بين القيم المسجلة لكل من محتوي الكربوهيدرات والبروتينات لبذور الفول الجافة للسنوات 2021 و 2022 ، أما مقارنة بمحتوي البذور الغضة المجففة في فرن التجفيف فقط أظهرت فروق معنوية، وهذا قد يعزي إلى عدم إكتمال نضج البذور والتي تم جمعها في حالتها الغضة وقبل نضج المحصول.

تبين النتائج أيضا (شكل 2) أن بذور محصول البازلاء وعلى العكس من بذور الفول أظهرت محتوي أعلي ($P<0.05$) من الكربوهيدرات مقارنة ببذور محصول الفول، وكانت معنويا أقل ($P<0.05$) في محتواها الكلي من البروتينات مقارنة مع بذور محصول نبات الفول.

كما يلاحظ أيضا إنخفاض معنوي ($P<0.05$) للنسب الكلية للبروتينات والكربوهيدرات في محصول بذور البازلاء الغضة والغضة المجففة في الفرن، مقارنة مع البذور الجافة للسنوات 2021 و2022، ولكن وبشكل عام أظهرت محتوى أقل في حالة البروتينات، وأكبر في حالة الكربوهيدرات مقارنة مع بذور نبات الفول.



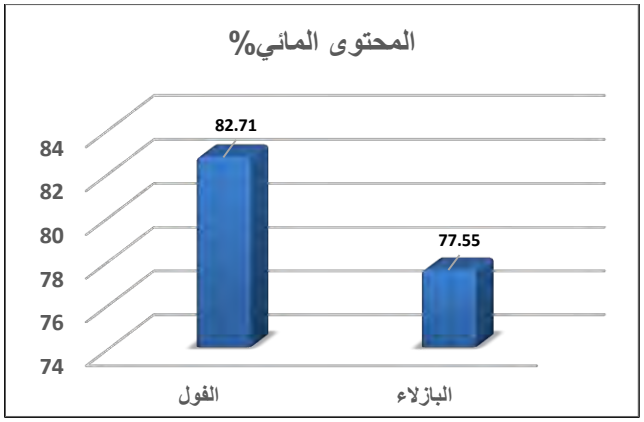
شكل 1: المحتوى الكلي للبروتينات والكربوهيدرات (%) لبذور نبات الفول



شكل 2: المحتوى الكلي للبروتينات والكربوهيدرات (%) لبذور نبات البازلاء

وبصفة عامة، فإن أعلى محتوى للكربوهيدرات كنسبة مئوية من الوزن الجاف في هذه الدراسة كانت لبذور محصول البازلاء الجافة (27.07% و 25.80%) للسنوات 2021 و2022 على التوالي، وعلى الرغم من أن القيم المسجلة للمحتوى الكلي لكل من الكربوهيدرات والبروتينات في هذه الدراسة كانت أقل بكثير مما أشارت إليه بعض الدراسات السابقة (Brauckmann and Latté, 2010; Dhull *et al*., 2021, 2022) والذي قد يعزى إلى أختلاف الأنواع المدروسة أو بعض العوامل الزراعية الأخرى مثل نوع التربة والري و التسميد وغيرها, والتي تلعب دور مهم في أنتاجية هده النباتات ومحتوياتها من الكربوهيدرات والبروتينات وغيرها Multari *et al*. (2015).

أظهرت النتائج أيضا أن المحتوي المائي لبذور محصول نبات الفول والذي سجل متوسط 82.71 % من الوزن الكلي، كان أعلى بشكل معنوي ($P<0.05$) من متوسط المحتوي المائي لمحصول بذور نبات البازلاء والذي سجل 77.55% من الوزن الكلي (الشكل 3) .



شكل 3: المحتوى المائي (%) لبذور نبات الفول والبازلاء عند درجة حرارة 65 درجة مئوية

تم في هذه الدراسة تقدير المحتوي الكلي لكل من الكربوهيدات و البروتينات في بذور محصول الفول والبازلاء الناضجة " الجافة " لمحصول سنة 2021 و 2022 ، والبذور الغضة "الطرية" قبل وبعد التجفيف في الفرن. تبين من النتائج المتحصل عليها احتواء بذور الفول الناضجة لمحصول سنة 2021 و 2022 على محتوى أعلى من البروتينات مقارنة ببذور الفول الغضة والمجففة وبذور البازلاء، وعلى العكس من ذلك, أظهرت النتائج أن بذور البازلاء الناضجة سجلت أعلى محتوي من الكربوهيدرات مقارنة مع البذور الغضة وبذور محصول نبات الفول.

المراجع:

Brauckmann, B. M., and Latté, K. P. (2010). L-Dopa aus den Bohnen Vicia faba und Mucuna pruriens als Wirkstoff gegen Morbus Parkinson. *Schweizerische Zeitschrift für Ganzheitsmedizin/Swiss Journal of Integrative Medicine*, *22*(5), 292-300.

Crépon, K., Marget, P., Peyronnet, C., Carrouée, B., Arese, P., and Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (Vicia faba L.) seeds for feed and food. *Field crops research*, *115*(3), 329-339.

Dashty, M. (2013). A quick look at biochemistry: carbohydrate metabolism. *Clinical biochemistry*, *46*(15), 1339-1352.

Dhull, S. B., Kidwai, M. K., Noor, R., Chawla, P., and Rose, P. K. (2021). A review of nutritional profile and processing of faba bean. *Vicia faba*.

Dhull, S. B., Kidwai, M. K., Noor, R., Chawla, P., and Rose, P. K. (2022). A review of nutritional profile and processing of faba bean (Vicia faba L.). *Legume Science*, *4*(3), e129.

systems. *Current Developments in Nutrition*, *5*(Supplement_2), 596-596.

Mínguez, M. I., and Rubiales, D. (2021). Faba bean. In *Crop physiology case histories for major crops* (pp. 452-481). Elsevier.

Multari, S., Stewart, D., and Russell, W. R. (2015). Potential of fava bean as future protein supply to partially replace meat intake in the human diet. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *14*(5), 511-522.

Nielsen, S. S., and Nielsen, S. S. (2017). Total carbohydrate by phenol-sulfuric acid method. *Food analysis laboratory manual*, 137-141.

Taylor, G. (1987). Determination of seed moisture content in small-seeded pasture legumes. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *27*(3), 377-387.

Tekdal, D. (2021). Plant genes for abiotic stress in legumes. In *Abiotic Stress and Legumes* (pp. 291-301). Elsevier.

Wondwosen, Y., Addisu, S., Kelemu, T., Degef, M., and Tadele, G. (2021). Little Adjustment of Lowry and Biuret Methods to Get Better Absorbance of Proteins. *Biomedical Journal of Scientific and Technical Research*, *39*(5), 31701-31708.

Zhou, R., Hyldgaard, B., Yu, X., Rosenqvist, E., Ugarte, R. M., Yu, S., Wu, Z., Ottosen, C.-O., and Zhao, T. (2018). Phenotyping of faba beans (Vicia faba L.) under cold and heat stresses using chlorophyll fluorescence. *Euphytica*, *214*, 1-13.

Fardet, A. (2017). New concepts and paradigms for the protective effects of plant-based food components in relation to food complexity. In *Vegetarian and plant-based diets in health and disease prevention* (pp. 293-312). Elsevier.

Garland, E. M., Cesar, T. S., Lonce, S., Ferguson, M. C., and Robertson, D. (2013). An increase in renal dopamine does not stimulate natriuresis after fava bean ingestion. *The American of Clinical Nutrition*, *97*(5), 1144-1150.

Ishida, N., Kano, H., Kobayashi, T., Hamaguchi, H., and Yoshida, T. (1987). Estimation of biological activities by NMR in soybean seeds during maturation. *Agricultural and biological chemistry*, *51*(2), 301-307.

Johnson, N., Johnson, C. R., Thavarajah, P., Kumar, S., and Thavarajah, D. (2020). The roles and potential of lentil prebiotic carbohydrates in human and plant health. *Plants, People, Planet*, *2*(4), 310-319.

Mauseth, J. D. (2014). *Botany: an introduction to plant biology*. Jones and Bartlett Publishers.

McGuire, S. (2011). US department of agriculture and US department of health and human services, dietary guidelines for Americans, 2010. Washington, DC: US government printing office, January 2011. *Advances in nutrition*, *2*(3), 293-294.

McKillop, K., Harnly, J., Pehrsson, P., Fukagawa, N., and Finley, J. (2021). FoodData Central, USDA's Updated approach to food composition data