دراسة التركيب الكيميائي لبعض أنواع الفطور الطبية

فهد البيسكي*[(1)] وبسام العقلة [(1)] وحجازي مندو [(1)] ورمزي مرشد[(2)] ولونا أحمد [(3)] ونور حاج مسعود [(1)]

(1). الهيئة العامة للتقانة الحيوية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، دمشق، سورية.

(2). قسم علوم البستنة، كلية الزراعة، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(3). إدارة بحوث البستنة، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة الباحث: فهد البيسكي، ابريد الإلكتروني: fahedalbiski@yahoo.com، رقم هاتف: 0994568814)

تاريخ الاستلام: 2024/05/30 تاريخ القبول: 2024/07/11

الملخص

نفذ البحث في 2022–2023 في مخابر الهيئة العامة للتقانة الحيوية بهدف دراسة القيمة الغذائية لثلاثة أنواع من الفطور الطبية المجففة وهي فطر الشيتاكي (*Lentinula edodes* Berk.)، فطر الرايشي (*Ganoderma lucidum* Curtis.) وفطر لبدة الأسد (*Hericium erinaceus* Bull.) من حيث التركيب الكيميائي الذي شمل نسبة كل من الرطوبة، البروتينات، الرماد، الألياف الغذائية، الكربوهيدرات والدهون؛ وتركيب الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة؛ والعناصر المعدنية (الصوديوم، الكالسيوم، البوتاسيوم، الفوسفور، المنغنيزيوم، الحديد والزنك) كنسبة مئوية من الوزن الجاف. بينت نتائج الدراسة احتواء الفطور المدروسة على نسب مرتفعة من البروتينات تراوحت بين 15.75 إلى 20.81%، والكربوهيدرات تراوحت بين 46.94 و50.96% في فطري الرايشي والشيتاكي، على التتالي. كما احتوى مسحوق الفطور الطبية المدروسة على نسب مرتفعة من عناصر البوتاسيوم والفوسفور والحديد؛ حيث تراوحت نسبة البوتاسيوم بين 500 و1850 مغ/100غ في فطري الرايشي ولبدة الأسد، على التتالي، ونسبة الفوسفور بين 200.14 و460.15 مغ/100غ في فطري الشيتاكي والرايشي، على التتالي. واحتوت فطريات الشيتاكي والرايشي على نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة تراوحت بين 83.83% و82.95%، على التتالي. دلت النتائج على أن الأحماض الدهنية الرئيسية في الشيتاكي هي أحماض اللينولييك (78.29%)، البالميتك (13.54%) وأولييك (4.41%)؛ في حين كانت الأحماض الدهنية الرئيسية في فطر الرايشي هي أحماض الأولييك (52.51%)، اللينولييك (29.92%) والبالميتك (13.27%). تميز فطر لبدة الأسد بوجود نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة (70.13%)، وكانت الأحماض الدهنية الرئيسية هي أحماض البالمتيك (33.61%)، الأولييك (21.88%) والستياريك (1262%).

الكلمات المفتاحية: الفطور الطبية، الشيتاكي، الرايشي، لبدة الأسد، التركيب الكيميائي، العناصر المعدنية، الأحماض الدهنية.

المقدمة:

يوجد أنواع متعددة من فطور المشروم في الطبيعة، ويعرف 2300 نوع مفيد منها (FAO, 2009)؛ منها 1154 نوعاً فقط تعد قابلة للأكل، وهي مفضلة بسبب خصائصها الحسية وأهميتها في الطهي (كمصدر لمواد النكهة) (Reis *et al*., 2017)، كما أنها معروفة بوجود المركبات الغذائية عالية النوعية (البروتينات، الكربوهيدرات، اللبيدات، الأحماض الدهنية، المركبات الفعالة حيوياً، الفينولات التي تتضمن الفلافونيدات والتانينات) الضرورية لصحة الإنسان (Gargano *et al*., 2017)، لقد أصبحت أنواع الفطر Mushroom مهمة في غذاء الإنسان بسبب محتواها من الألياف الغذائية، والعناصر المعدنية (Ouali *et al*., 2023) والبروتينات التي يمكن أن تعد بديلاً جيداً للبروتينات الحيوانية في الحميات الغذائية النباتية (Wang *et al*., 2014). استخدمت المستخلصات من الفطور الطبية تقليدياً في الطب الصيني منذ سنوات عديدة (Seweryn *et al*., 2021). وتعد الفطور الطبية بجميع أجزائها، سواء أكانت الأجسام الثمرية أو المسيليوم أو الأبواغ مصادر قيمة للمنتجات الفعالة حيوياً (Wang *et al*., 2014).يتميز الفطر الرايشي (*Ganoderma lucidum*) بكونه فطراً كبير الحجم داكن اللون ذا مظهر خارجي زجاجي وقوام خشبي، وقد استخدم لتعزيز الصحة وإطالة العمر في اليابان والصين، حيث يعرف باسم reishi وlingzhi في هذين البلدين. يتميز الجسم الثمري لفطر *G. lucidum* بالسويقة ذات اللون الأسمر المصفر إلى العنابي واللب الأصفر البرتقالي–البني إلى الأصفر البرتقالي–الوردي، ويبدي مناطق النمو متحدة المركز (Sánchez-Hernández *et al*., 2023).

أجريت العديد من الأبحاث لاستخلاص نواتج الاستقلاب من الفطر الرايشي باستخدام العديد من المذيبات، كالميثانول، الكلوروفورم، الأسيتون، أو الماء (Radhika, 2021; Sridhar *et al*., 2011). تحتوي مستخلصات فطر الرايشي على نواتج الاستقلاب الثانوية كالفينولات، الستيروئيدات، التربينويدات، النيكلوتيدات، الغليكوبروتينات، والبولي سكاريدات (Wachtel-Galor *et al*., 2011)، وتعد مركبات البولي سكاريدات (الغانوديران) والتربينات الثلاثية (أحماض غانوديريك، غانوديرمانون–دي–أول، غانوديرمانون–تري–أول، حمض غانولوسيديك B، ولوسيدومول B) المركبات الكيميائية الرئيسية الفعالة حيوياً (Liu *et al*., 2016; Seweryn *et al*., 2021).

درست الفعالية الحيوية لفطر الرايشي من قبل Mizuno وآخرين (1995) وLiu وآخرين (2006)، وقد بينت الدراسات أن البولي سكاريدات تساهم بشكل كبير بالخصائص المعدلة للمناعة، المضادة للأكسدة، المضادة للأورام والمضادة للبكتريا (Liu *et al*., 2016; Ferreira *et al*., 2015). من جهة أخرى، تعد التربينات الثلاثية خافضة لسكر الدم ومسؤولة عن الفعالية المضادة للأورام، ، للأكسدة، للالتهاب الكبد، للملاريا، ، والميكروبات (Grienke *et al*., 2015; Bishop *et al*., 2015). علاوة على ذلك، تؤدي البولي فينولات دوراً رئيسياً في الخصائص المضادة للأكسدةوالميكروبات والالتهاب، وكذلك الفعالية المضادة لأنزيم التروزيناز (Stojkovic *et al*., 2014; Heleno et al., 2013).

يعتبر فطر الشيتاكي (*Lentinula edodes*) واحداً من أهم الفطور التقليدية القابلة للأكل والفطور الطبية في الدول الآسيوية، وهو يتكون من القبعة والسويقة التي تمتلك نكهة وقواماً وخصائص طبية فريدة، وهو المفضل من قبل المستهلكين (Zhang *et al*. 2007; Sun *et al*. 2020). يحوي فطر الشيتاكي على العناصر المعدنية، السكريات والكحولات المتعددة الذوابة في الماء، الأحماض الأمينية الحرة، النكليوتيدات والمركبات المتطايرة (Cohen *et al*. 2014; Chen *et al*. 2015; Li *et al*. 2017, 2018). وكذلك يحتوي على العديد من المركبات الوظيفية الفعالة حيوياً، كالإرغوثيونين، إرغوستيرول، حمض γ–

أمينوبيوتيريك، البولي سكاريدات والفينولات (Yang *et al*. 2002; Zhang *et al*. 2007; Chen *et al*. 2012; Cohen *et al*. 2014).

يتميز فطر لبدة الأسد (*Hericium erinaceus*) بمظهره الذي يبدو كحزمة من الخرزات الحريرية البيضاء (5–20 سم)، ينمو على البلوط، والجوز والنباتات المعمرة. يوجد فطر لبدة الأسد بشكل أساسي في نصف الكرة الشمالي، كدول أوروبا وشرق آسيا، وخاصة في اليابان (Thongbai *et al*., 2015). ويعد نوع من الفطور الطبية الذي يتميز بالقيمة الغذائية والاقتصادية العالية، إذ يمتلك فعالية معدلة للمناعة وله خواص مضادة للسرطان، والميكروبات والأكسدة، ، ، كما انه معروف بأهميته في وقاية الأعصاب من الالتهابات (Hsu *et al*., 2023). وهو نوع من الفطور النادرة القيمة التي استخدمت لعدة قرون في الطب الصيني التقليدي، ويعطي هذا الفطر أكثر الفوائد تنوعاً لصحة الإنسان، كما أنه يمتلك تأثيرات مفيدة لمعالجة مرض الزهايمر (Valu *et al*., 2021).

هدف البحث إلى دراسة القيمة الغذائية لثلاثة أنواع من الفطور الطبية، وهي فطر الشيتاكي (*Lentinula edodes*)، فطر الرايشي (*Ganoderma lucidum*) وفطر لبدة الأسد (*Hericium erinaceus*)، ودراسة تركيب الحموض الدهنية لدسم هذه الفطور.

مواد وطرائق البحث:

-زمان ومكان تنفيذ البحث:

نفذ البحث عام 2022 –2023 في مخابر قسم التقانات الحيوية النباتية وقسم التقانات الغذائية والصناعية، في الهيئة العامة للتقانة الحيوية في دمشق.

-الأنواع المدروسة:

استخدمت في الدراسة الحالية ثلاث سلالات مزروعة لثلاثة أنواع من الفطور الطبية، وهي فطر الشيتاكي (*Lentinula edodes*)، فطر الرايشي (*Ganoderma lucidum*) وفطر لبدة الأسد (*Hericium erinaceus*)، مصدرها الهيئة العامة للتقانة الحيوية– دمشق.

-استزراع السلالات:

تمت عملية استزراع وإنتاج الأنواع المدروسة على ركائز زراعة محلية، حيث **زرع** فطر الشيتاكي (*Lentinula edodes*) على وسط مكون من نشارة خشب من شجرة لسان الطير بنسبة 85% وحبوب القمح بنسبة 10% ونخالة القمح بنسبة 5%، وزرع فطر الرايشي (*Ganoderma lucidum*) على وسط مكون من نشارة خشب من شجرة لسان الطير بنسبة 90% ونخالة القمح بنسبة 10%، وزرع فطر لبدة الأسد (*Hericium erinaceus*) على وسط مكون من حبوب القمح بنسبة 96% ونخالة القمح بنسبة 3% وكربونات الكالسيوم بنسبة 1%. أخذت النسب السابقة على أساس الوزن الجاف لجميع المكونات.

تم تحضير وسط الزراعة بخلط مكوناته الرطبة مع بعضها ومزجها جيداً حتى تجانس جميع أجزاء الخلطة، ثم تم تعبئة الوسط في أكياس متحملة للحرارة وسجل على الأكياس تاريخ الزراعة والوزن الرطب لكل كيس، ثم عقمت الأكياس بالحرارة الرطبة بجهاز الموصد عند درجة حرارة 130°م ولمدة 6 ساعات. لُقح وسط الزراعة في غرفة العزل الجرثومي Laminar air flow hood بإضافة بذار الفطر بمعدل 5% على أساس الوزن الرطب وزن/ وزن، خلط البذار جيداً مع وسط الزراعة ثم أغلقت أكياس الزرع بلفافة من القطن الطبي المعقم لتأمين تنفس مشيجة الفطر وتبادل الغازات مع الوسط المحيط، تمت كافة عمليات التلقيح داخل غرفة العزل الجرثومي.

حضنت الأكياس في ظلام دائم عند درجة حرارة بين 1±24°م ورطوبة نسبية 70–80%، وعند الانتقال إلى طور الإثمار تم تأمين الشروط المناسبة لكل فطر كما يلي: لفطر الشيتاكي درجة حرارة 18°م وشدة إضاءة 1500 لوكس ورطوبة نسبية 80%، لفطر الرايشي درجة حرارة 15°م وشدة إضاءة 2000 لوكس ورطوبة نسبية 85%، لفطر لبدة الأسد درجة حرارة 16°م وشدة إضاءة 4000 لوكس ورطوبة نسبية 80%، واستمر نموها حتى النضج والقطاف.

–التحاليل الكيميائية:

جففت الأجسام الثمرية بعد تقطيعها إلى شرائح رقيقة بسماكة 2–3مم باستخدام فرن التجفيف بحرارة 60°م مع التقليب لمدة 24 ساعة، ثم طحنت وحفظ المسحوق الناتج في عبوات محكمة الإغلاق بحرارة 4°م لحين استخدامها في الاختبارات اللاحقة.

– تحليل القيمة الغذائية:

أجري تحليل محتوى كل من الرطوبة والدهون والرماد لأنواع الفطور المدروسة؛ حيث استخدمت طريقة كلداهل نصف الميكروية لتقدير البروتين اعتماداً على 1غ من العينة، وتم تقدير الدهون بطريقة الهضم بحمض كلور الماء باستخدام عينة من الفطر بوزن يتراوح بين 4 و7غ، وتم تقدير محتوى الرطوبة والرماد والألياف باستخدام 10غ من العينة، وقدرت كمية الكربوهيدرات بطرح كمية البروتينات والدهون والرماد من 100% (Tabata *et al*., 2006). استخدم معامل التحويل 4.53 لحساب محتوى البروتين لأنواع فطور المشروم (Fujihara *et al*., 2000).

– تحليل تركيب الأحماض الدهنية:

استخدم جهاز الكروموتوغرافيا الغازية (نموذج Agilent، الولايات المتحدة الأمريكية) المزود بحاقن آلي وحاقن من نوع المبخر المبرمج حرارياً (PTV) وكاشف اللهب المتأين (FID) وعمود شعري (نموذج Technochroma TR WAX، إسبانيا، بطول 30م، وقطر 0.25ملم) لتحديد تركيب الأحماض الدهنية، وكانت شروط التحليل كالآتي: درجة حرارة فرن العمود 185°م، درجة حرارة الحاقن 250°م، درجة حرارة الكاشف 250°م، واستخدم الهليوم كغاز حامل بتدفق 1مل/دقيقة. واستخدم ميثوكسيد البوتاسيوم 2 نظامي، المحضر بإذابة 1.1غ KOH (Merck) في 100مل من الميثانول (Merck) من درجة HPLC في تحضير إسترات الميثيل للأحماض الدهنية بطريقة (IOC, 2018)، وكان حجم الحقنة 1 مكل، ونسبة التجزئة $\frac{1}{100}$.

– تقدير العناصر المعدنية:

تم تقدير العناصر المعدنية (كالسيوم، صوديوم، بوتاسيوم، مغنيزيوم، فوسفور، حديد، توتياء) بواسطة جهاز الامتصاص الذري بطريقة اتحاد المحللين الكيميائيين الرسميين (AOAC, 2019).

التحليل الإحصائي:

أجري التحليل الإحصائي باستخدام البرنامج SPSS، حسبت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية بواقع ثلاثة مكررات وحسبت الفروق المعنوية بين المتوسطات وذلك بحساب أقل فرق معنوي LSD عند مستوى معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

– نتائج تحليل القيمة الغذائية: أجريت اختبارات القيمة الغذائية لمسحوق الفطر المجفف من حيث محتوى الرطوبة، البروتين، الدهون، الرماد، العناصر المعدنية، الألياف والكربوهيدرات لأنواع الفطور المدروسة، وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (1).

يلاحظ من الجدول (1) احتواء الأنواع الثلاثة من الفطور الطبية المجففة على نسب منخفضة من الرطوبة، أقلها في فطر الرايشي (7.62%) وأعلاها في فطر لبدة الأسد (8%)؛ كما يلاحظ القيمة الغذائية المرتفعة لمسحوق الفطور، التي تمثلت بوجود نسب

مرتفعة من البروتينات والكربوهيدرات، حيث تراوحت نسبة البروتينات بين 15.75% في فطر الرايشي و20.81% في فطر الشيتاكي، كما تراوحت نسبة الكربوهيدرات بين 46.94% في فطر الشيتاكي و50.96% في فطر الرايشي.

الجدول (1): القيمة الغذائية لأنواع الفطور الطبية المدروسة (غ/100غ وزن جاف)

التركيب الكيميائي (غ/100غ وزن جاف)	الشيتاكي (*L. edodes*)	الرايشي (*G. lucidum*)	لبدة الاسد (*H. erinaceus*)
الرطوبة	7.70 ±0.31[a]	7.62 ±0.42[a]	8.00 ±0.2[a]
الرماد	5.25 ±0.41[a]	5.28 ±0.28[a]	5.03 ±0.23[a]
البروتين	20.81 ±0.85[a]	15.75 ±0.77[b]	18.30 ±0.82[a]
الدهن	2.73 ±0.09 [a]	5.59 ±0.11[a]	6.12 ±0.14[a]
الألياف	16.57 ±0.91[a]	14.80 ±0.79[a]	14.12 ±0.86[a]
الكربوهيدرات	46.94 ±1.31[a]	50.96 ±1.5[a]	48.43 ±1.62[a]

*** تشير الأحرف المتباينة ضمن الصف الواحد إلى فروقات معنوية عند مستوى معنوية 0.05 ≥ p. كل قيمة هي متوسط ± الإنحراف المعياري**

كانت نسبة البروتين المسجلة (20.81%) في فطر الشيتاكي وهي أعلى من تلك المسجلة من قبل Tabata وآخرين (2006) والتي تراوحت بين 15.55 و18.12% من الوزن الجاف في الفطر النامي على أغصان ونشارة خشب البلوط، على التتالي، وكذلك أعلى من تلك المسجلة من قبل Mau وآخرين (2021) والتي بلغت 18.5%. في حين كانت نسبة الدهون في فطر الشيتاكي (2.73%) متقاربة من النسب المسجلة من قبل Tabata وآخرين (2006) والتي تراوحت بين 2.69 و3% في فطر الشيتاكي النامي على أغصان ونشارة خشب البلوط، على التتالي وكذلك قريبة من تلك النسبة المسجلة من قبل Mau وآخرين (2021). بلغت نسبة الرماد (5.25%) في فطر الشيتاكي وكانت أدنى من تلك المسجلة من قبل Tabata وآخرين (2006) وهي 6.32 و5.53% في الفطر النامي على أغصان ونشارة الخشب البلوط، على التتالي، وكذلك أدنى من تلك المسجلة من قبل Mau وآخرين (2021) وهي 6.2%. وكذلك كانت نسبة مجموع الكربوهيدرات والألياف المسجلة في هذه الدراسة (63.51%) أقل من تلك المسجلة من قبل Tabata وآخرين (2006) التي تراوحت بين 72.84 و75.92% الفطر النامي على أغصان ونشارة الخشب البلوط، على التتالي، وكذلك أقل من النسبة المسجلة من قبل Mau وآخرين (2021) وهي 72.3%.

وجد أن قيمة نسبة الرماد في فطر الرايشي في هذا البحث (5.28%) أعلى من تلك المسجلة في مجموعة من الدراسات السابقة وهي 3.93% (Rahman *et al.*, 2020)، 1.8% (Mau *et al.*, 2001)، 1.21% (Fraile-Fabero *et al.*, 2021)؛ ولكنها أقل من تلك المسجلة في دراسات أخرى وهي 6.3% (Roy *et al.*, 2018)، 18.7% (Parepalli *et al.*, 2021) و8.42% (Ogbe *et al.*, 2013).

كانت نسبة الدهن في فطر الرايشي (5.59%) أعلى من تلك المسجلة في بعض الدراسات السابقة وهي 2.4% (Rahman *et al.*, 2020)، 3% (Roy *et al.*, 2018)، 3–5% (Mau *et al.*, 2001) و1.52% (Ogbe *et al.*, 2013)؛ ولكنها متقاربة مع تلك النسبة المسجلة في دراسات أخرى وهي 5.8% (Parepalli *et al.*, 2021).

وجد أن نسبة الكربوهيدرات الكلية في فطر الرايشي المسجلة في الدراسة (50.96%) كانت أعلى من تلك المسجلة في بعض الدراسات السابقة وهي 44.91% (Rahman *et al.*, 2020)، 5.41% (Roy *et al.*, 2018)، 26–28% (Mau *et al.*, 2001)، 9.88% (Fraile-Fabero *et al.*, 2021)، 42.8% (Parepalli *et al.*, 2021)؛ ولكنها أدنى من تلك المسجلة من قبل (Ogbe *et al.*, 2013) وهي 63.27%.

وكانت نسبة الألياف الغذائية في فطر الرايشي في هذه الدراسة (14.8%) متقاربة مع النسبة المسجلة من قبل Rahman وآخرين (2020) وهي 14.67%؛ ولكنها أقل من تلك المسجلة في بعض الدراسات السابقة وهي 59% (Mau *et al.*, 2001)، 76% (Fraile-Fabero *et al.*, 2021)؛ وأعلى من تلك المسجلة في دراسات أخرى وهي 2.4% (Roy *et al.*, 2018) و7.77% (Ogbe *et al.*, 2013).

يلاحظ من الجدول (1) أن نسبة الرماد والبروتين والدهن المسجلة في الدراسة في فطر لبدة الأسد (5.03، 18.30 و6.12 غ/100غ، على التتالي) كانت أعلى من تلك القيم المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 3.49، 15.40 و1.75غ/100غ على التتالي؛ في حين كانت قيم نسبة الألياف والكربوهيدرات في البحث الحالي لفطر لبدة الأسد (14.12 و62.55غ/100غ، على التتالي) أقل من تلك المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 41.32 و79.36غ/100غ.

– نسبة العناصر المعدنية:

درس المحتوى من العناصر المعدنية لأنواع الفطور الطبية الثلاثة المدروسة (الشيتاكي، الرايشي ولبدة الأسد)، وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (2).

يلاحظ من الجدول السابق احتواء أنواع الفطور الطبية الثلاثة على نسب مرتفعة من البوتاسيوم، أعلاها في فطر لبدة الأسد (1850 مغ/100غ)، وأدناها في فطر الرايشي (500 مغ/100غ)، في حين كان المحتوى في فطر الشيتاكي 1400 مغ/100غ. كما احتوت الفطور المدروسة على نسبة مرتفعة من الفوسفور (460.15، 315.15 و200.14 مغ/100غ في فطر الرايشي، لبدة الأسد والشيتاكي، على التتالي). ويبين الجدول (2) أيضاً انخفاض محتوى الفطور الثلاثة من الصوديوم والكالسيوم والمنغنيزيوم والزنك، حيث سجل أقل محتوى من الصوديوم في فطر الشيتاكي (23 مغ/100غ)، واحتوى فطر الرايشي على المحتوى الأعلى (82 مغ/100غ). وسجل أعلى محتوى من الكالسيوم (130.26 مغ/100غ) في فطر الرايشي، وأدنى مستوى في فطر لبدة الأسد (47.68 مغ/100غ). كما احتوى فطر الشيتاكي على أعلى نسبة من المنغنيزيوم والزنك (68 و0.8 مغ/100غ، على التتالي). وكان المحتوى الأعلى من الحديد في فطر الرايشي (16 مغ/100غ) والأدنى في فطر لبدة الأسد (6 مغ/100غ).

الجدول (2): نسب العناصر المعدنية لأنواع الفطور الطبية المدروسة (مغ/100غ وزن جاف)

الأملاح المعدنية (مغ/100غ وزن جاف)	الشيتاكي (*L. edodes*)	الرايشي (*G. lucidum*)	لبدة الاسد (*H. erinaceus*)
الصوديوم		82 ±0.21^{a}	25 ±0.11^{b}
البوتاسيوم	1400 ±3.78^{b}	500 ±3.21^{c}	1850 ±4.45^{a}
الكالسيوم	55.52 ±0.28^{b}	130.26 ±0.84^{a}	47.68 ±0.25^{c}
الفوسفور	200.14 ±2.17^{c}	460.15 ±2.33^{a}	315.36 ±1.87^{b}
الحديد	10 ±0.02^{b}	16 ±0.02^{a}	6 ±0.01^{c}
المغنيزيوم	68 ±0.09^{a}	22 ±0.07^{c}	38 ±0.08^{b}
الزنك	0.8 ±0.01^{a}	0.7 ±0.02^{b}	0.3 ±0.01^{c}

*** تشير الأحرف المتباينة ضمن الصف الواحد إلى فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$. كل قيمة هي متوسط ± الإنحراف المعياري**

في هذه الدراسة، وجد أن نسبة الصوديوم في فطر الشيتاكي (23 مغ/100غ) كانت أعلى من تلك المسجلة من قبل Mau وآخرون (2021) وهي 8.9 مغ/100غ؛ وكذلك كانت نسب كل من الكالسيوم والفوسفور والحديد المسجلة في فطر الشيتاكي (55.52، 200.14 و 10 مغ/100غ، على التتالي) أعلى من تلك المسجلة من قبل Mau وآخرون (2021) وهي (1.25،14.1 و0.79 مغ/100غ)؛ ولكن كانت نسب البوتاسيوم والمغنيزيوم والزنك المسجلة في في فطر الشيتاكي (1400، 68، و0.8 مغ/100غ، على التتالي) أقل من تلك المسجلة من قبل Mau وآخرون (2021) وهي 1532.5، 91.8، و6.6 مغ/100غ.

ويبين الجدول (2) أن نسب عناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والحديد المسجلة في هذه الدراسة لفطر الرايشي (82، 500، 130.26، 460.15 و16 مغ/100غ، على التتالي) أعلى من تلك القيم المسجلة من قبل El Sheikha (2022) وهي 5.32، 815.09، 3.55، 424.53 و4.19 مغ/100غ على التتالي؛ في حين كانت نسبة الزنك المسجلة في الدراسة الحالية (0.7 مغ/100غ) أقل من تلك المسجلة في فطر الرايشي من قبل El Sheikha (2022) وهي 1.32 مغ/100غ.

كانت نسبة عناصر الصوديوم والحديد والمغنيزيوم والزنك المسجلة في الدراسة في فطر لبدة الأسد (25، 6، 38 و0.3 مغ/100غ، على التتالي) الموضحة في الجدول (2) أقل من تلك القيم المسجلة من قبل Heleno وآخرون (2015) وهي 587.78، 6.77، 85.57 و2.11 مغ/100غ، على التتالي؛ في حين وجد أن نسب عناصر البوتاسيوم والكالسيوم في فطر لبدة الأسد (1850 و47.68 مغ/100غ، على التتالي) كانت أعلى من تلك المسجلة من قبل Heleno وآخرون (2015) وهي 1188.05 و44.35 مغ/100غ.

–تركيب الأحماض الدهنية:

درس تركيب الأحماض الدهنية في الفطور الطبية المدروسة (الشيتاكي، الرايشي ولبدة الأسد) وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (3).

الجدول (3): تركيب الأحماض الدهنية لثلاثة أنواع من الفطور الطبية (%)

الفطر / الحمض الدهني%	الشيتاكي (*L. edodes*)	الرايشي (*G. lucidum*)	لبدة الاسد (*H. erinaceus*)
C10:0	1.10 ±0.08^{b}	0.07 ±0.01^{c}	5.43 ±0.04^{a}
C12:0	0.49 ±0.07^{b}	0.22 ±0.05^{c}	10.56 ±0.81^{a}
C14:0	1.21 ±0.09^{b}	0.63 ±0.04^{c}	7.91 ±0.16^{a}
C16:0	13.54 ±1.03^{b}	13.27 ±0.04^{c}	33.61 ±0.16^{a}
C16:1	0.24 ±0.01^{c}	0.83 ±0.06^{b}	1.23 ±0.02^{a}
C18:0	0.70 ±0.02^{c}	1.99 ±0.05^{b}	12.62 ±0.83^{a}
C18:1	4.41 ±0.36^{c}	52.51 ±1.26^{a}	21.88 ±0.96^{b}
C18:2	78.29 ±1.91^{a}	29.92 ±1.02^{b}	6.31 ±0.05^{c}
C18:3	0.00 ±0.00^{c}	0.57 ±0.03^{a}	0.45 ±0.02^{b}
مجموع الأحماض المشبعة	17.05 ±1.87^{b}	16.18 ±1.19^{b}	70.13 ±4.19^{a}
مجموع الأحماض غير المشبعة	82.95 ±3.14^{a}	83.83 ±3.12^{a}	29.87 ±2.11^{b}

*** تشير الأحرف المتباينة ضمن الصف الواحد إلى فروقات معنوية عند مستوى معنوية $p \leq 0.05$. كل قيمة هي متوسط ± الإنحراف المعياري**

يلاحظ من الجدول (3) احتواء فطري الشيتاكي والرايشي على نسب مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة تراوحت بين 82.95 و83.83% في فطري الشيتاكي والرايشي على التتالي، وكانت نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة في فطر الشيتاكي المسجلة في الدراسة أعلى من تلك المسجلة من قبل Yu وآخرين (2023) التي تراوحت بين 73.1–75.7%؛ في حين احتوى فطر لبدة الأسد على نسبة مرتفعة من الأحماض الدهنية المشبعة (70.13%)، وهي أعلى من النسبة المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 47.57%، وكانت نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة 29.87%، وهي أدنى من النسبة المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 52.43%. وجد أن حمض اللينولييك (C18:2) يمثل أعلى نسبة للأحماض الدهنية في فطر الشيتاكي (78.29%) يليه حمض البالميتك (C16:0) بنسبة 13.54% وحمض الأولييك بنسبة 4.41%.

شكل حمض الأولييك (C18:1) الحمض الرئيسي في فطر الرايشي بنسبة 52.51% يليه حمض اللينولييك بنسبة 29.92% ثم حمض البالمتيك بنسبة 13.27%.

وجد أن حمض البالمتيك هو الحمض الرئيسي في فطر لبدة الأسد بنسبة 33.61%، وهي أدنى من النسبة المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 37.57%، يليه حمض الأولييك بنسبة 21.88%، وهي أقل من النسبة المسجلة من قبل

Heleno وآخرين (2015) وهي 26.11%، ثم حمض ستياريك (C18:0) بنسبة 12.62%، وهي أعلى من النسبة المسجلة من قبل Heleno وآخرين (2015) وهي 7.61%.

الاستنتاجات والتوصيات:

تميزت الفطور الطبية الثلاثة المدروسة بأهميتها من ناحية القيمة الغذائية وخاصة البروتين والألياف، وتوصي الدراسة بتحليل مكونات البروتين فيها من الحموض الأمينية، والعمل على دراسة تركيبها من المواد الفعالة، ونشر زراعة هذه الأنواع من الفطور من أجل الحصول على الفائدة الغذائية والطبية منها.

شكر وتقدير:

الشكر الكبير للهيئة العليا للبحث العلمي HCSR على تقديمها الدعم لتنفيذ البحث، وللهيئة العامة للتقانة الحيوية NCBT لتقديمها المخابر والأجهزة المستخدمة للتعاون المشترك في تنفيذ البحث، وللهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية GCSAR لتعاونها المشترك في تنفيذ البحث.

المراجع:

AOAC (2019). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. Metals in plants and feeds, 975.03. 21st Edition, AOAC, Washington DC.

Bishop, K. S.; C. H. Kao; Y. Xu; M. P. Glucina; R. R. M. Paterson; and L. R. Ferguson (2015). From 2000 years of *Ganoderma lucidum* to recent developments in nutraceuticals. Phytochemistry. 114: 56–65.

Chen S.; K. Ho; Y. Hsieh; L. Wang; and J. Mau (2012). Contents of lovastatin, γ-aminobutyric acid and ergothioneine in mushroom fruiting bodies and mycelia. LWT– Food Science and Technology. 47: 274–278.

Chen W.; W. Li; Y. Yang; H. Y; S. Zhou; J. Feng; X. Li; Y. Liu (2015). Analysis and evaluation of tasty components in the pileus and stipe of *Lentinula edodes* at different growth stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 63: 795–801.

Cohen N.; J. Cohen; M. D. Asatiani; V. K. Varshney; H. T. Yu; Y. C. Yang; Y. H. Li; J. L. Mau; and S. P. Wasser (2014). Chemical composition and nutritional and medicinal value of fruit bodies and submerged cultured mycelia of culinary-me-dicinal higher basidiomycetes mushrooms. International Journal of Medicinal Mushrooms. 16: 273–291.

El Sheikha, A. F. (2022). Nutritional Profile and Health Benefits of *Ganoderma lucidum* "Lingzhi, Reishi, or Mannentake" as Functional Foods: Current Scenario and Future Perspectives. Foods. 11, 1030. https://doi.org/10.3390/foods11071030.

FAO (2009). Make Money Growing Mushrooms (Marshall E, Nair, eds). Rural Infrastructure and Agro-Industries Division. Rome: Food and Agriculture Organization.

Ferreira, I. C.; S. A. Heleno; F. S. Reis; D. Stojkovic; M. J. Queiroz; M. H. Vasconcelos; and M. Sokovic (2015). Chemical features of Ganoderma polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities. Phytochemistry. 114: 38–55.

Fraile-Fabero, R.; M. V. Ozcariz-Fermoselle; J. A. Oria-de-Rueda-Salgueiro; V. Garcia-Recio; D. Cordoba-Diaz; M. P. Jimen-Lopez; and T. Girbes-Juan (2021). Differences in Antioxidants, Polyphenols, Protein Digestibility and Nutritional Profile between *Ganoderma lingzhi* from Industrial Crops in Asia and *Ganoderma lucidum* from Cultivation and Iberian Origin. Foods. 10, 1750.

Fujihara, S.; A. Kasuga; T. Sugahara; K. Hashimoto; Y. Kiyomizu; T. Nakazawa; and Y. Aoyagi (2000). Nitrogen content of shiitake mushroom [*Lentinus edodes* (Berk.) Sing.] cultivated on sawdust medium and dependence on that in the medium. Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi. 47: 191-196.

Gargano M. L; L. J. L. D. van Griensven; O. S. Isikhuemhen; U. Lindequist; G. Venturella; S. P. Wasser; and G. I. Zervakis (2017). Medicinal mushrooms: valuable biological resources of high exploitation potential. Plant Biosystems. 151 (3): 548–565.

Grienke, U.; T. Kaserer; F. Pfluger; C. E. Mair; T. Langer; D. Schuster; J. M. Rollinger (2015). Accessing biological actions of Ganoderma secondary metabolites by in silico profiling. Phytochemistry. 114: 114–124.

Heleno, S. A.; I. C. Ferreira; A. P. Esteves; A. Ciric; J. Glamoclija; A. Martins; M. Sokovic; and M. J. R. Queiroz (2013). Antimicrobial and demelanizing activity of *Ganoderma lucidum* extract, p-ydroxybenzoic and cinnamic acids and their synthetic acetylated glucuronide methyl esters. Food Chem. Toxicol. 58: 95–100.

Heleno, S. A.; L. Barros; A. Martins; M. J. R. P. Queiroz; P. Morales; V. Fernández-Ruiz; and I. C. F. R. Ferreira (2015). Chemical composition, antioxidant activity and bioaccessibility studies in phenolic extracts of two *Hericium* wild edible species. LWT - Food Science and Technology, XX. 1-6.

Hsu, C.-H.; E.-C. Liao; W.-C. Chiang; and K.-L. Wang (2023). Antioxidative Activities of Micronized Solid-State Cultivated *Hericium erinaceus* Rich in Erinacine A against MPTP-Induced Damages. Molecules. 28, 3386.

IOC (International Olive Council) (2018). Evaluation of the coherence of tag composition with the fatty acid composition. COI/T.20/Doc. No 25/Rev. 2.

Li B., Kimatu B. M.; F. Pei; S. Chen; X. Feng; Q. Hu; and L. Zhao (2017). Non-volatile flavour components in *Lentinus edodes* after hot water blanching and microwave blanching. International Journal of Food Properties. 20: S2532–S2542.

Li S.; A. Wang; L. Liu; G. Tian; S. Wei; and F. Xu (2018). Evalua-tion of nutritional values of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) stipes. Journal of Food Measurement and Char-acterization. 12: 2012–2019.

Liu, J.; K. Kurashiki; K. Shimizu; and R. Kondo (2006). Structure–activity relationship for inhibition of 5-reductase by triterpenoids isolated from *Ganoderma lucidum*. Biorg. Med. Chem. 14: 8654–8660.

Liu, Z.; J. Xing; S. Zheng; R. Bo; L. Luo; Y. Huang; Y. Niu; Z. Li; D. Wang; and Y. Hu (2016). *Ganoderma lucidum* polysaccharides encapsulated in liposome as an adjuvant to promote Th1-bias immune response. Carbohydr. Polym. 142: 141–148.

Mau J. L.; J. Tseng; C. R. Wu; C. H. Chen; and S. D. Lin (2021). Chemical, nutritional, and bioactive compositions of fresh, washed, and blanched shiitake. Czech J. Food Sci. 39: 1–9.

Mau, J. L.; H. C. Lin; and C. C. Chen (2001). Non-volatile components of several medicinal mushrooms. Food Res. Int. 34: 521–526.

Mizuno, T.; G. Wang; J. Zhang; H. Kawagishi; T. Nishitoba; and J. Li (1995). Reishi, *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma tsugae*: Bioactive substances and medicinal effects. Food Rev. Int. 11: 151–166.

Ogbe, A. O.; and A. D. Obeka (2013). Proximate, Mineral and Anti-Nutrient Composition of Wild *Ganoderma lucidum*: Implication on its Utilization in Poultry Production. Ir. J. Appl. Anim. Sci. 3: 161–166.

Ouali, Z.; H. Chaar; G. Venturella; F. Cirlincione, M.L. Gargano; and A. Jaouani (2023). Chemical composition and nutritional value of nine wild edible mushrooms from Northwestern Tunisia. Italian Journal of Mycology. 52: 32-49.

Parepalli, Y.; M. Chavali; R. Sami; E. Khojah; A. Elhakem; A. El Askary; M. Singh; S. Sinha; and G. El-Chaghaby (2021). Evaluation of Some Active Nutrients, Biological Compounds and Health Benefits of Reishi Mushroom (*Ganoderma lucidum*). Int. J. Pharm. 17: 243–250.

Radhika, R. (2021). Antibacterial activity of *Ganoderma lucidum* extracts against MDR pathogens. Int. J. Mod. Agric. 10: 3488–3493.

Rahman, M. A.; A. Al Masud; N. Y. Lira; and S. Shakil (2020). Proximate analysis, phtochemical screening and antioxidant activity of different strains of *Ganoderma lucidum* (Reishi Mushroom). Open J. Biol. Sci. 5: 24–27.

Reis F. S; A, Martins; M. H. Vasconcelos; P. Morales; and ICFR Ferreira (2017). Functional foods based on extract or compounds derived from mushrooms. Trends in Food Science & Technology. 66: 48–62.

Roy, D. N.; A. Azad; M. F. Sultana; A. S. M. Anisuzzaman; and P. Khondkar (2018). Nutritional profile and mineral composition of two edible mushroom varieties consumed and cultivated in Bangladesh. J. Phytopharmacol. 1: 100–107.

Sánchez-Hernández, E.; A. Teixeira; C. Pereira; A. Cruz; J. Martín-Gil; R. Oliveira; and P. Martín-Ramos (2023). Chemical Constituents and Antimicrobial Activity of a *Ganoderma lucidum* (Curtis.) P. Karst. Aqueous Ammonia Extract. Plants. 12, 2271.

Seweryn, E.; A. Ziała; and A. Gamian (2021). Health-promoting of polysaccharides extracted from *Ganoderma lucidum*. Nutrients. 13, 2725. doi:10.3390/nu13082725.

Sridhar, S.; E. Sivaprakasam; R. Balakumar; and D. Kavitha (2011). Evaluation of antibacterial and antifungal activity of *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst fruit bodies extracts. World J. Sci. Technol. 1, 8–11.

Stojkovic, D. S.; L. Barros; R. C. Calhelha; J. Glamoclija; A. Ciric; L. J. Van Griensven; M. Sokovic; and I. C.Ferreira (2014). A detailed comparative study between chemical and bioactive properties of Ganoderma lucidum from different origins. Int. J. Food Sci. Nutr. 65, 42–47.

Sun L. B., Z. Y. Zhang; G. Xin; B. X. Sun; X. J. Bao; Y. Y. Wei, X. M. Zhao; and H. R. Xu (2020). Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. Trends in Food Science & Technology. 96: 176–187.

Tabata T.; K. Tomioka; Y. Iwasaka; H. Shinohara; and T. Ogura (2006). Comparison of Chemical Compositions of Shiitake (*Lentinus edodes*)(Berk.) Sing) Cultivated on Logs and Sawdust Substrate. Food Sci. Technol. Res. 12 (4):252-255.

Thongbai, B.; S. Rapior; K.D. Hyde; K. Wittstein; and M. Stadler (2015). *Hericium erinaceus*, an amazing medicinal mushroom, Mycological Progress. 14, 10: 91-114.

Valu, M.-V.; L.C. Soare; C. Ducu; S. Moga; D. Negrea; E. Vamanu; T.-A. Balseanu; S. Carradori; L. Hritcu; and R.S. Boiangiu (2021). *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. Ethanolic Extract with Antioxidant Properties on Scopolamine-Induced Memory Deficits in a Zebrafish Model of Cognitive Impairment. J. Fungi. 7, 477.

Wachtel-Galor, S.; J. Yuen; J. A. Buswell; and I. F. Benzie (2011). *Ganoderma lucidum* (Lingzhi or Reishi). In Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects; Benzie, I., Wachtel-Galor, S., Eds.; CRC Press/Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA.

Wang T. M.; J. Zhang; L. H Wu; Y. L Zhao; L. Tao; J. Q. Li; Y. Z. Wang; and H.G. A. Liu (2014) mini review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. Food Chemistry. 151:279–285.

Wang, X.-M.; J. Zhang; L.-H. Wu; Y.-L. Zhao; T. Li; J.-Q. Li; Y.-Z. Wang; and H.-G. A Liu (2014). mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. Food Chem. 151, 279–285.

Yang J. H., H. C. Lin; and J. L. Mau (2002). Antioxidant proper-ties of several commercial mushrooms. Food Chemistry. 77: 229–235.

Yu., C-X., Y-R. Zhang; Y-F. Ren; Y. Zhao; X-X. Song; H-L. Yang; and M-J. Chen (2023). Composition and contents of fatty acids and amino acids in the mycelia of *Lentinula edodes*. Food Science & Nutrition. 11:4038–4046.

Zhang, M.; S. W. Cui; P. C. K. Cheung; and Q. Wang (2007). Antitu-mor polysaccharides from mushrooms: A review on their isolation process, structural characteristics and antitumor activity. Trends in Food Science and Technology. 18: 4–19.

Study of the Chemical Composition of some Types of Medicinal Mushrooms

Fahed Albiski [*(1)], Bassam Al okla [(1)], Hijazi Mando [(1)], Ramzi Murshed [(2)], Luna Ahmad [(3)] and Nour Haj Masoud [(1)]

(1). National Commission for Biotechnology, Ministry of Higher Education and Scientific Research, Damascus, Syria.
(2). Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Damascus, Syria.
(3). General Commission for Scientific Agricultural Research, Damascus, Syria,
(*Corresponding author: Fahed Izidin Albiski, E-mail: fahedalbiski@yahoo.com).

Received: 29/5/2024 Accepted: 1/7/2024

Abstract

The current research was carried out in the laboratories of the General Commission for Biotechnology in 2022-2023 with the aim of studying the nutritional value of three species of medicinal mushrooms, namely Shiitake (*Lentinula edodes* Berk.), Reishi (*Ganoderma lucidum* Curtis.) and Lion's mane (*Hericium erinaceus* Bull.) in terms of the chemical composition included moisture, proteins, ash, dietary fibers, carbohydrates and fats; and fatty acid profiles, saturated and unsaturated fatty acids; and metals (sodium, calcium, potassium, phosphor, magnesium, iron and zinc) as a percentage of the dry weight. The current research results revealed that the investigated mushrooms contained a high percent of proteins ranged between 15.75 and 20.81%, and carbohydrates ranged between 46.94 and 50.96% in Reishi and Shiitake fungi, respectively. Moreover, the powder of investigated medical fungi contained a high percent of potassium, phosphor and iron; where potassium ranged between 500 and 1850 mg/100 g in Reishi and Lion's mane, respectively, and phosphor ranged between 200.17 and 460.15 mg/100 g in Shiitake and Reishi, respectively. Shiitake and Reishi contained a high percent of unsaturated fatty acids ranged between 83.83 and 82.95%, respectively. The results revealed that the main fatty acids in Shiitake were linoleic acid (78.29%), palmitic acid (13.54%) and oleic acid (4.41%); while the main fatty acids in Reishi were oleic acid (52.51%), linoleic acid (29.92%) and palmitic acid (13.27%). Lion's mane characterized with a high percent of saturated fatty acids (70.13%) and the main fatty acids were palmitic (33.61%), oleic acid (21.88%) and stearic acid (12.62%).

Keywords: medicinal mushrooms, Shiitake, Reishi, Lion's mane, chemical composition, mineral elements, fatty acids.