

ALEKSANDRA GOLIANEK, KINGA MAZURKIEWICZ-ZAPAŁOWICZ

Katedra Hydrobiologii, Ichtiologii i Biotechnologii Rozrodu
Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
K. Królewicza 4, 71-550 Szczecin
E-mail: aleksandra.golianek@zut.edu.pl

GRZYBY W DIECIE CZŁOWIEKA – WARTOŚĆ ODŻYWCZA I PROZDROWOTNA

TRADYCJE GRZYBOBRANIA W POLSCE

Narody Europy Wschodniej i Środkowej, w tym Polacy, to zdecydowanie mykofile, miłośnicy grzybów, zarówno w aspekcie ich zbioru, konsumpcji, jak i uprawy. Grzyby, cenione za swój smak i aromat, goszczą na polskich stołach od zawsze. Fakt ten dokumentuje najstarszy zapis potwierdzający tradycje grzybobrania w Polsce: „A kiedy zakończyli nieszporne oficjum, on oddalił się nieco od nich i chodząc tu i tam po leśnych polanach tyle przyniósł smacznych grzybów i ziół, że wszyscy mogli cieszyć się obfitością urozmaiconego posiłku” (STANISZEWSKI 2014, GRZYWACZ 2015a). Konsumpcyjne wykorzystanie grzybów przez Prasłowian sprawia, że w słowie „grzyb” lingwiści doszukują się etymologii ze starosłowiańskim „gaba”, czyli „gęba” (GRZYWACZ 2010). Mimo że obecnie grzyby mają nie tylko, choć przede wszystkim, znaczenie kulinarne, nie zawsze tak było. Naszym przodkom grzyby służyły jako środek owadobójczy i odstraszający owady (w tym do okadzania pszczół podczas podbierania miodu), narkotyk, trucizna, lekarstwo, zapał do krzesania ognia, przynęta na zwierzynę łowną, ozdoba nakryć głowy oraz środek do wytwarzania atramentu i smarów. W starożytności wykorzystywano gatunki trujące (muchomor sromotnikowy i wiosenny), których owocniki dodane do potraw stanowiły skuteczną, bezkrową broń w pozbywaniu się oponentów politycznych. Mistrzynią we władaniu tą bronią była Agrypina Młodsza, której przypisuje się winę za

otrucie potrawą z grzybów własnego męża, cesarza Klaudiusza, co umożliwiło oddanie rządów jej synowi, Neronowi (GRZYWACZ 2010). Grzybom przypisywano jednak przede wszystkim właściwości magiczne i lecznicze. Informacje o tym znajdują się w XVII-wiecznych herbarzach, w których opisywane jest takie działanie m.in. pniarka lekarskiego (*Fomitopsis officinalis*) (GRZYWACZ 1997). Wzrost zainteresowania grzybami umożliwił poznanie wielu tajemnic, kryjących się w ich owocnikach, co obecnie zaprocentowało możliwością ich wykorzystania nie tylko w przemyśle spożywczym, ale także farmaceutycznym i medycynie.

BIORÓŻNORODNOŚĆ GRZYBÓW JADALNYCH

W Polsce opisanych jest około 14.400 gatunków grzybów: 320 grzyborośli (Mycoproctista), 340 grzybopływek (Chromista) i 13.740 grzybów właściwych (Fungi). W tym 8.000 grzybów mikroskopijnych, tzw. Micromycetes, 4.500 grzybów wielkoowocnikowych, tzw. Macromycetes i 1.900 grzybów zlichenizowanych, czyli porostów (lichenes). Według szacunków lista ta jest dużo bogatsza i stale otwarta, ponieważ sukcesywnie są poznawane i opisywane nowe taksony. Wśród grzybów wielkoowocnikowych, czyli istotnych konsumpcyjnie, wyróżnia się około 1.100-1.400 gatunków jadalnych, 200-250 trujących i 2.850-3.200 niejadalnych, szkodliwych (GRZYWACZ 2010). Tak więc, wbrew obiegowej opinii, grzyby trujące stanowią za-

ledwie kilka procent wszystkich gatunków. Sprawcami zatruć pokarmowych (w tym śmiertelnych) w Polsce jest 35 gatunków, wśród których są też gatunki halucynogenne i narkotyczne (GRZYWACZ 2003, 2008).

Pierwsze oficjalne listy grzybów jadalnych dopuszczonych do handlu na targowiskach pojawiły się na początku XIX w. Wymieniano w nich: pieczarkę pospolitą, pieczara, rydza, gołąbka, chrząszcza, grzyba (!), podgrzybka, smardza, kozia brodę i trufle (GRZYWACZ 2015a). Dzisiejsze ustawodawstwo (Dz.U. 2011) w wykazie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych i środków spożywczych zawierających grzyby zawiera 44 gatunki z 25 rodzajów i są to: bocznik ostrygowaty (*Pleurotus ostreatus*), borowik szlachetny (prawdziwek, wszystkie odmiany) (*Boletus edulis*), czubajka kania (*Macrolepiota procera*), gaska zielonka (zielona) (*Tricholoma equestre*), kolczak obłączasty (*Hydnum repandum*), koźlarz babka (wszystkie odmiany) (*Leccinum scabrum*), koźlarz czerwony (wszystkie odmiany) (*Leccinum rufum*), koźlarz grabowy (*L. pseudoscabrum*), lejkwiec dęty (*Craterellus cornucopioides*), lejkówka wonna (*Clitocybe odora*), łuskwiak nameko (*Pholiota nameko*), łuszczak zmienny (*Kuehneromyces mutabilis*), pochodzący wyłącznie z uprawy, maślak pstry (*Suillus variegatus*), maślak sitarz (*S. bovinus*), maślak ziarnisty (*S. granulatus*), maślak zwyczajny (*S. luteus*), maślak żółty (*S. grevillei*), mleczej późnojesienny (jodłowy) (*Lactarius salmonicolor*), mleczej rydz (*L. deliciosus*), mleczej smaczny (*L. volemus*), mleczej świerkowy (*L. deterrimus*), opieńka miódowa (*Armillaria mellea*), piaskowiec kasztanowaty (*Gyroporus castaneus*), piaskowiec modrzak (*G. cyane-scens*), pieczarka dwuzarodnikowa (ogrodowa) (*Agaricus bisporus*), pieczarka lśniaca (*A. silvaticus*), pieczarka ogrodowa (*A. hortensis*), pieczarka polna (*A. campestris*), pieczarka miejska (szlachetna) (*A. bitorquis*), pieczarka zaroślowa (*A.g silvicola*) [do wszystkich wymienionych gatunków pieczarki odnosi się uwaga: „...z wyjątkiem zbyt młodych egzemplarzy ze stanu naturalnego, których blaszki jeszcze nie poróżowiły”], pieprznik jadalny (kurka) (*Cantharellus cibarius*), płachetka kołpakowata (*Rozites caperatus*), pochwiak wielkopochwowy (pochwiasty) (*Volvariella volvacea*), podgrzybek brunatny (*Xerocomus badius*), podgrzybek zajacek (*X. subtomentosus*), podgrzybek złotawy (*X. chrysenteron*), trufła czarnozarodnikowa (*Tuber melanosporum*), trufła letnia (*T. aestivum*), trufła zimowa (*T. brumale*), trzęsak morszczynowaty (*Tremella fuciformis*), twardziak (Shii-take) (*Lentinus edodes*), twardzioszek przydrożny (*Marasmius oreades*), ucho bżowe (*Hirneola auricula-judae*), uszak gestowłosy (grzyby

mun) (*Auricularia polytricha*). Część z nich: twardziak jadalny, łuskwiak nameko, trufle (czarnozarodnikowa, letnia i zimowa), trzęsak morszczynowaty, uszak gestowłosy to gatunki cenione w kuchni azjatyckiej i śródziemnomorskiej. Łuszczak zmienny, pochwiak wielkopochwowy i ucho bżowe, chociaż występujące w Polsce w naturalnych stanowiskach leśnych, do obrotu dopuszczalne są tylko z uprawy (GRZYWACZ 2015b). Z listy tej zaledwie kilkanaście gatunków dzikorosnących jest powszechnie zbieranych (STANISZEWSKI 2014). Należą do nich: borowik szlachetny (prawdziwek), koźlarz czerwony, koźlarz babka, podgrzybek brunatny, gaska zielonka, maślak zwyczajny, pieprznik jadalny (kurka) i mleczej rydz (SAS-GOLAK i współaut. 2011).

Według wyliczeń Głównego Urzędu Statystycznego w latach 2006-2008 wartość rynkowa zbioru grzybów jadalnych w lasach wynosiła przeciętnie 740 mln zł rocznie. Dane te odnoszą się tylko do tzw. rynkowych gatunków, czyli przede wszystkim pieprznika jadalnego (kurka, najważniejszy gatunek handlowy w Polsce), borowika szlachetnego i podgrzybka, których łączna wartość skupu (w 2011 r.) stanowiła 91% wszystkich gatunków (GRZYWACZ 2010, 2015b; STANISZEWSKI 2014). Wielkość zbiorów grzybów w polskich lasach nie jest łatwo oszacować, znane są bowiem jedynie wartości skupu i eksportu, które stanowią około 30% zbioru. Zakłada się, że sprzedaż na targowiskach i przy drogach stanowi ok. 10%, a zbiór indywidualny na użytek własny nawet do 60% zbioru najpowszechniej zbieranych gatunków (GRZYWACZ 2015a).

Istotnym źródłem grzybów konsumpcyjnych na rynku są także gatunki uprawne. W Polsce uprawia się najczęściej pieczarkę dwuzarodnikową (ponad 90%), bocznika ostrygowatego i twardziaka jadalnego (KUBIAK 2001, WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011). W produkcji pieczarek Polska wraz z Holandią są liderami w Europie. W 2012 r. zebrano 265 tys. ton pieczarek, z czego 65% przeznaczono na eksport (TRAJER i DYNGUS 2013).

STANISZEWSKI (2014) sugeruje, że można by promować nieznaną, a łatwą w uprawie i smaczną grzybę, chociażby płomiennicę zimową (*Flammulina velutipes*), gąsówkę fioletoową (*Lepista nuda*), łuszczaka zmiennoego czy czernidlaka kołpakowatego (*Coprinus comatus*). Bocznik ostrygowaty jest obecnie często uprawianym, typowo leśnym gatunkiem, który do lat 70. XX w. był w Polsce nieznanym jako gatunek komercyjny.

Grzyby jadalne są ważnym surowcem przemysłu spożywczego. Według danych GEMS/Food statystyczny obywatel Unii Eu-

ropejskiej zjada ok. 1,5 kg grzybów (głównie uprawnych) rocznie (WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011, TRAJER i DYNGUS 2013). W handlu grzyby występują najczęściej w postaci suszonej (całe lub krojone), ale także w formie marynowanej i kiszzonej (ADAMIAK i współaut. 2013). Ich owocniki wykorzystuje się m.in. do produkcji wyrobów garmażeryjnych, tj. pierogów, krokietów, gołąbków i pasztetów, a także jako dodatek do serów i wędlin. Warunki wprowadzenia do obrotu grzybów i przetworów grzybowych reguluje ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. 2006).

ASPEKTY PRAWNE REGULUJĄCE ZBIÓR I OBRÓT GRZYBAMI

Zgodnie z polskim prawem ochroną częściową na terenie Polski objętych jest 90 gatunków grzybów, wobec których zakazuje się: „umyślnego niszczenia, umyślnego zrywania lub uszkodzania, niszczenia ich siedlisk, pozyskiwania lub zbioru, umyślnego przemieszczania w środowisku przyrodniczym, umyślnego wprowadzania do środowiska przyrodniczego” (Dz.U. 2014). Z kolei ochroną ścisłą na terenie Polski objęte są 232 gatunki. Poza zakazami wymienionymi powyżej, dodatkowo zabrania się przetrzymywania lub posiadania okazów gatunków chronionych, ich zbywania, oferowania do sprzedaży, wymiany i darowizny, a także wwożenia z zagranicy lub wywożenia poza granicę państwa. Osobną kategorię stanowią gatunki pod ochroną częściową, które jednak mogą być warunkowo zbierane. Należy tu wspomnieć o cennych ze względu na swoje właściwości lecznicze: lakownicy żółtawej (*Ganoderma lucidum*), żagwicy listkowej (*Grifola frondosa*) i soplówce jeżowatej (*Hericium erinaceum*).

Ciągle jednak ochrona gatunkowa grzybów wielkoowocnikowych okazuje się niewystarczająca. Powodem takiego stanu rzeczy jest duża liczba gatunków chronionych, brak wiedzy na ich temat i częste zmiany rozporządzenia. Dlatego istnieje także szereg regulacji prawnych dotyczących użytkowania grzybów jako zasobów runa leśnego. Najważniejszym aktem prawnym jest ustawa o lasach (Dz.U. 1991) zobowiązująca do „racjonalnego użytkowania lasu w sposób trwale zapewniający optymalną realizację wszystkich jego funkcji przez (...) pozyskiwanie surowców i produktów ubocznego użytkowania lasu (w tym grzybów) w sposób zapewniający możliwość ich biologicznego odtwarzania, a także ochronę runa leśnego”. Ochrona runa leśnego to zakaz niszczenia grzybów i grzybni, zbieranie płodów runa leśnego w oznakowanych miejscach itp. Ponadto, nad-

leśniczy ma prawo wprowadzić okresowy zakaz wstępu do lasu, będącego własnością Skarbu Państwa, jeśli stwierdzi „zniszczenie albo znaczne uszkodzenie drzewostanów lub degradację runa leśnego”, do czego może doprowadzić intensywny zbiór grzybów. W przypadku zbioru komercyjnego wymagane jest zawarcie umowy między zbierającym a nadleśnictwem, jednak artykuł ten jest respektowany sporadycznie (STANISZEWSKI i NOWACKA 2015). Na terenach leśnych obowiązkowa jest ciągła obserwacja runa leśnego pod kątem ewentualnych zagrożeń (Dz.U. 1998). Dozwala się zbiór płodów runa leśnego (w tym również grzybów jadalnych) w lasach nieobjętych okresowym zakazem wstępu. Dodatkowo, określa się zasady komercyjnego pozyskiwania grzybów.

WARTOŚĆ ODŻYWCZA GRZYBÓW

Chociaż dla konsumentów kluczowymi kwestiami przy zakupie jest barwa i tekstura grzybów, to jednak wzrastająca wiedza w zakresie świadomego odżywiania się sprawia, że klienci coraz częściej biorą pod uwagę także ich wartość odżywczą i prozdrowotną (KUNACHOWICZ 2001, LENTAS i współaut. 2011). Wartość odżywcza określa przydatność produktów żywnościowych i złożonych z nich racji pokarmowych do pokrycia potrzeb organizmu ludzkiego, wynikających z przemian metabolicznych. Wartość ta zależy od rodzaju produktu, odmiany (roślin) i ras (zwierząt), sposobu ich uprawy oraz technologii przetwarzania i przechowywania (KUNACHOWICZ 2001).

Świeże owocniki grzybów kapeluszowych są niskokaloryczne (50–70 kcal/100g) ze względu na dużą zawartość wody. Wartość odżywcza grzybów wynika przede wszystkim z występowania w ich owocnikach przyswajalnych białek (3–25% suchej masy), co uzasadnia ich ludowa nazwa „mięso lasu”, oraz z obecności błonnika pokarmowego, który choć sam jest dla człowieka niestrawny, to reguluje proces trawienia. Innymi związkami azotowymi grzybów są aminokwasy (reprezentowane przez wszystkie aminokwasy egzo- i endogenne będące budulcem białek), aminy, kwasy nukleinowe, mocznik i chityna (MANZI i współaut. 2004, KALAĆ 2009, BERNAS i JAWORSKA 2010, LENTAS i współaut. 2011, WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011, SIWULSKI i współaut. 2014). Zawartość białka ogólnego jest zależna m.in. od gatunku grzyba. Wykazano, że niektóre gatunki pozyskiwane z terenów leśnych (borowik szlachetny i koźlarz czerwony), zawierają więcej białka niż gatunki uprawne, takie jak pieczarka dwuzarodnikowa i bocznik ostrogowaty (SIWULSKI i współaut. 2014). Trzeba

jednak zaznaczyć, że mimo cennego składu, wartość odżywcza grzybów nie jest wysoka, a przyswajalność ich białka jest niższa niż białka roślinnego. Wynika to z faktu ograniczenia przyswajalności mykoprotein przez ich aminokwasy zawierające siarkę: metioninę i cysteinę (BERNAŚ i JAWORSKA 2010). Ze względu na dużą zawartość białka w suchej masie, grzyby stały się jednocześnie atrakcyjnym produktem spożywczym, z realną perspektywą zwiększenia ich udziału w diecie. Wynika to nie tylko ze wzrastającego zapotrzebowania na żywność przez rosnącą populację człowieka, ale także, a może przede wszystkim, z dodatkowego atutu mykoprotein związanego z możliwością ich wykorzystania w profilaktyce chorób cywilizacyjnych, z którymi związane jest nadmierne spożycie tłuszczów zwierzęcych. Ponadto, grzyby są cennym źródłem węglowodanów (do 5% s.m.), kwasów tłuszczowych (3,5% s.m.; w tym niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, NNTK) i składników mineralnych (m.in. chromu, cynku, fluoru, fosforu, jodu, kobaltu, manganu, miedzi, niklu, potasu, selenu, sodu, srebra, wapnia, żelaza). Zawartością witamin, która jest zmienna i zależy od gatunku, grzyby często przewyższają warzywa. Stanowią cenne źródło nie tylko witamin z grupy B: B₁, B₂, B₆, ale także witamin C, E, H, PP, prowitamin A i D. Zawartość witamin (MANZI i współaut. 2004, KALAĆ 2009, LENTAS i współaut. 2011, WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011, SIWULSKI i współaut. 2014). Jeden z najcenniejszych dla grzybiarzy rodzajów, trufia, powszechnie ceniona za swój aromat, okazuje się być zasobna w ergosterol, prekursor witaminy D. Witamina ta jest dostarczana do organizmu człowieka dwoma sposobami: przez syntezę w skórze, pod wpływem słonecznego promieniowania ultrafioletowego, i drogą pokarmową. Popularne sery, wędliny, makarony, ryż, paluszki, pasty, ocy, a nawet miody z dodatkiem trufli mogą więc być źródłem wspomagającym zapotrzebowanie organizmu na witaminę D (WALCZAK i TURŁO 2013).

Obok wspomnianych zalet konsumpcyjnych grzybów warto pamiętać, że należą one do produktów ciężkostrawnych i długo zalegających w przewodzie pokarmowym, ze względu na zawartość w ścianach komórkowych chityny, nietrawianej przez człowieka. Stąd też nie powinny być spożywane przez dzieci do 7 roku życia oraz osoby starsze i z problemami gastrycznymi. Niektóre gatunki grzybów, np. maślaki, zawierają także dodatkowe substancje wydłużające zaleganie pokarmu w żołądku. Zawarte w nich związki śluzowe przetrzymują treść pokarmową nawet przez 3 doby, powodując zaparcia i

nieżyty. Stąd też przed spożyciem kapelusze maślaków należy bezwzględnie obrać ze „skórki”.

MYKOPROTEINY

Proteiny grzybowe (mykoproteiny) wyizolowano po raz pierwszy w 1967 r. z mikroskopijnego gatunku *Fusarium venenatum* (syn. *Fusarium graminearum*), szczepu A3/5 (WOCIÓR i współaut. 2010, FINNIGAN i MARLOW FOODS 2011). Obecnie ze szczepów tego gatunku produkowana jest żywność zawierająca mykoproteiny, dostępna pod nazwą handlową Quorn™, i posiadająca cenną wartość odżywcza. Wartość energetyczna 100 g mykoprotein wynosi 360 kJ/86 kcal przy zawartości 11,5 g białek, całkowitej zawartości węglowodanów 1,7 g (cukrów 0,8 g), całkowitej zawartości tłuszczów 2,9 g (w tym tłuszczów nasyconych 0,6 g, jednonienasyconych 0,5 g, wielonienasyconych 1,8 g) i 6 g błonnika pokarmowego (FINNIGAN i MARLOW FOODS 2011). Dzięki tym walorom stanowią one substytut mięsa, konkurencyjny dla białka pozyskiwanego z soi (tofu i tempeh) i pszenicznego seitan (KUMAR i współaut. 2015) i są atrakcyjnym produktem spożywczym dla wegetarian. Białka Quorn™ pozwalają na zastąpienie białka zwierzęcego w produktach spożywczych do 90%. Żywność ta jest dostępna w Belgii, Danii, Holandii, Irlandii, Norwegii, Szwajcarii, Szwecji, USA i Wielkiej Brytanii (WOCIÓR i współaut. 2010). Produkcja Quorn™ opiera się na tlenowej fermentacji grzybni przy ściśle określonej temperaturze, pH, stężeniu składników odżywczych (WOCIÓR i współaut. 2010, FINNIGAN i MARLOW FOODS 2011, KUMAR i współaut. 2015). W warunkach optymalnych w fermentacji *F. venenatum* uzyskuje się nawet 300–350 kg biomasy na godzinę (WOCIÓR i współaut. 2010). Uzyskane mykoproteiny wzbogacane są jajami kurzymi, substancjami zapachowymi i barwiącymi oraz poddawane są ekstruzji (poprawiającej strawność pożywienia).

Wątpliwości może budzić bezpieczeństwo spożywania Quorn ze względu na możliwość produkcji przez gatunek *F. venenatum* mykotoksyn, takich jak: eniatyny, fuzaryny, kulmoryny i trichoteceny. Stwierdzono jednak, że w kontrolowanych warunkach procesu technologicznego nie ma możliwości tworzenia toksycznych metabolitów wtórnych przez wyselekcjonowane szczepy grzybów. Gwarantem czystości toksykologicznej uzyskanych mykoprotein są obowiązkowe testy na obecność mykotoksyn w Quorn™. Na podstawie tych działań profilaktycznych w 2002 r. FDA (ang. Food and Drug Administration) uznała mykoproteiny za bezpiecz-

ny dodatek żywieniowy, nadając im status GRAS (ang. generally recognized as safe). Nie wyklucza to jednak nietolerancji na proteiny grzybowe przez niektórych konsumentów, u których po spożyciu mogą wystąpić wymioty, biegunka, wysypka i omdlenia i inne reakcje związane z alergią (WOCIÓR i współaut. 2010). Obecnie w warunkach laboratoryjnych prowadzona jest produkcja mykoprotein z innych gatunków grzybów. Dotychczas ustalono optymalne możliwości takiego procesu z wykorzystaniem innego gatunku, *Fusarium oxysporum*, u którego zawartość białka surowego wynosi średnio 42% (AHANGI i współaut. 2008).

WARTOŚĆ PROZDROWOTNA GRZYBÓW

Wartość prozdrowotna odnosi się do tzw. żywności funkcjonalnej. KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA i TRZAŚKOWSKA (2015), powołując się na dokument końcowy programu badawczego Functional Food Science in Europe (FUFOSE) z 1999 r. podają, że: "żywność może być uznawana za funkcjonalną, jeżeli udowodniono jej korzystny wpływ na jedną lub kilka funkcji organizmu ponad efekt odżywczy, a jej działanie prozdrowotne powinno być udokumentowane badaniami naukowymi. Działanie jej polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszenia ryzyka chorób. Tego typu żywność musi przypominać żywność tradycyjną i wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą normalnie spożywane z dietą. Nie mogą to być tabletki, proszki, saszetki itp.". Innymi słowy, taka żywność jest wzbogacona substancjami korzystnymi dla zdrowia, takimi jak np.: witaminy antyoksydacyjne, nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, bioflawonoidy, błonnik pokarmowy, tzw. pre- i probiotyki (ŚWIDERSKI 1992).

Oferta produktów wzbogaconych grzybami i spełniających wymogi żywności funkcjonalnej jest bardzo bogata i dotyczy makaronów, ryżu, pieczywa, wędlin, nabiału, oliwy z oliwek, past z dodatkiem trufli, pasztetów z borowikami i podgrzybkami. W krajach azjatyckich i na Zachodzie Europy łatwo dostępne są bardziej wyszukane przekąski, np. susz z lakownicy do sporządzenia naparu, czekolada z maczuźnikiem (*Ophiocordyceps sinensis* (syn. *Cordyceps sinensis*)), chipsy z bocznika ostrygowatego i twardziaka jadalnego.

Sery z porostem białej pleśni są wytwarzane z udziałem *Penicillium camemberti* (syn. *Penicillium candidum*) (ser Brie i Camembert), a te z przerostem pleśni niebieskiej lub zielonej oparte są na *Penicillium roqueforti* (Roquefort, Gorgonzola). Pleśnie

nadają serom charakterystyczny smak i aromat oraz zapobiegają procesom gnilnym wywoływanym m.in. przez grzyby z rodzaju *Mucor*. Takie sery są smacznym źródłem łatwo przyswajalnego białka, tłuszczu, cukru, soli mineralnych (szczególnie wapnia i fosforu), witamin (A, D, B). Co ciekawe, zapobiegają powstawaniu kamienia nazębnego i próchnicy. Jednak pomimo wielu walorów odżywczych sery pleśniowe mogą zawierać także żywe kultury bakterii, przez co powinny ich unikać osoby na diecie ubogobakteryjnej (pacjenci po przeszczepach czy kobiety w ciąży) (KOŁAKOWSKI i współaut. 2013, SIEMIENIAK 2016).

Drożdże, powszechnie używane w przemyśle piekarniczym, podczas oddychania i fermentacji wytwarzają dwutlenek węgla, który nadaje ciastu gąbczastą, porowatą strukturę. Dodatkowo, wpływają na smak i zapach pieczywa. Piwowarzy wyróżniają drożdże górnej fermentacji (*Saccharomyces cerevisiae* var. *cerevisiae*), stosowane w produkcji piwa typu „ale” oraz dolnej fermentacji (*Saccharomyces cerevisiae* spp. *uvarum* var. *carlsbergensis*) do piw typu „lager”. Najistotniejsze różnice między nimi to, po pierwsze, zdolność fermentacji rafinozy. Podczas gdy drożdże dolnej fermentacji wykorzystują 100% rafinozy, drożdże górnej fermentacji tylko ok. 33%. Po drugie, temperatura fermentacji – optymalna temperatura wzrostu drożdży górnej fermentacji wynosi 15–24°C, a drożdży dolnej fermentacji 8–15°C (ŚWICA i współaut. 2009). Drożdże piekarnicze mogą stanowić wartościowe uzupełnienie diety, zwłaszcza w witaminy B.

Napar ze sklerocjów błyskoporka podkorowego (czaga) (*Inonotus obliquus*), dostępny w niektórych herbaciarniach i sklepach ze zdrową żywnością, ma udowodnione naukowo działanie antymutagenne, antywirusowe, cytotoksyczne, hipoglikemiczne i przeciwnowotworowe oraz przeciwutleniające (SZCZEPKOWSKI i współaut. 2013).

Ciastka z dodatkiem suszu twardziaka jadalnego, niskokalorycznego, bogatego w białko, błonnik, cynk, magnez, miedź, potas i żelazo uzyskały dobrą ocenę konsumentów, biorących pod uwagę ich cechy organoleptyczne (REGUŁA i SIWULSKI 2007, REGUŁA 2009).

Za bardzo ciekawy przykład żywności funkcjonalnej można uznać piwo z ekstraktu lakownicy żółtawej zawierające cenne dla zdrowia aminokwasy, kwasy tłuszczowe, węglowodany i triterpeny. Proszek uzyskany z owocników lakownicy wydłuża czas snu, zmniejsza odczucie bólu i uzależnienie od morfiny, rozszerza naczynia krwionośne oraz wzmacnia krążenie krwi. Stąd też zaleca się suplementację tym gatunkiem w przypadku

alergii skórnych, bezsenności, zaparc, bolesnych i nieregularnych miesiączek, liszaju rumieniowatego, padaczki, nieżytu, wrzodów żołądka, chorób nerek, leczeniu hemoroidów i w zapaleniu wątroby typu A, B i C (GRYS i współaut. 2011).

Żywność typu Quorn™ również może być rozpatrywana w kategoriach żywności funkcjonalnej. Spożywanie pokarmów zawierających mykoproteiny przyczynia się do obniżenia w surowicy krwi poziomu lipidów, w tym cholesterolu. Mykoproteiny Quorn™ są skuteczne w regulacji poziomu cukru i insuliny we krwi. Spożycie 20 g suchej masy mykoprotein po 60 min powoduje spadek glikemii o 13% i redukcję insulinemii o 36% (TURNBULL i współaut. 1992).

WARTOŚĆ LECZNICZA GRZYBÓW

Właściwości lecznicze grzybów są od wieków dobrze znane ludności Dalekiego Wschodu: Chińczykom, Hindusom, Koreańczykom i Malezyjczykom (MUSZYŃSKA i współaut. 2010, CHAMERA 2013, GRYS i współaut. 2011, HILSZCZAŃSKA 2012, TURŁO 2015). Lakownica żółtawa figuruje w chińskiej i japońskiej medycynie ludowej od ok. 4.000 lat (GRYS i współaut. 2011). Mieszkańcy Syberii od co najmniej XVI w. zbierali z młodych brzoź sklerocja błyskoporka podkorowego (SZCZEPKOWSKI i współaut. 2013). Pierwsze oficjalne dokumenty (czasopisma etnograficzne „Lud” i „Wisła”) o stosowaniu grzybów w celach leczniczych na terenie Polski pochodzą z drugiej połowy XIX w. Wymienia się tam muchomora czerwonego (*Amanita muscaria*) jako lek na reumatyzm i pobudzający funkcję wydzielniczą gruczołów, a buławinkę czerwoną (*Claviceps purpurea*) jako skuteczną w przyspieszaniu akcji porodowej, natomiast purchawki (*Lycoperdon* sp.) jako tampony do tamowania krwotoków (MUSZYŃSKA i współaut. 2010). Według szacunków, ok. 2000 gatunków grzybów może być spożywanych bez szkody dla zdrowia, a ok. 700 (głównie Basidiomycota) ma potwierdzone naukowo właściwości lecznicze. Jednak dla Polaków wiedza ta jest stosunkowo nowa i wciąż nieznaną (WASSER 2002).

Zastosowanie farmakologiczne grzybów wynika z zawartych w nich substancji biologicznie czynnych i rozbudowanego aparatu enzymatycznego, umożliwiającego im przeprowadzanie złożonych reakcji biotransformacji. Biotransformacja polega na enzymatycznym przekształcaniu egzogennych związków chemicznych (ksenobiotyków) do strukturalnie podobnych produktów. Dzięki temu możliwa jest produkcja substancji aktywnych, które są bardzo trudne do uzyskania drogą syntezy, np. leków steroidowych.

Otrzymanie kortyzonu z surowca steroidowego wymaga 36 reakcji chemicznych. Natomiast grzyb *Rhizopus stolonifer* (syn. *R. nigricans*) w obecności enzymów transformuje jeden ze związków pośrednich w cyklu syntez (progesteron do 11- α -hydroksyprogesteronu), co skraca drogę syntezy kortyzonu aż o 25 etapów. Odkrycie to obniżyło koszt produkcji leku ponad 100-krotnie (TURŁO 2015).

Najlepiej poznanymi prozdrowotnymi substancjami aktywnymi grzybów są polisacharydy (m.in. grifolan, lentinan, pleuran, schizofilan, skleroglukan) i kompleksy polisacharydowo-białkowe (m.in. ganoderan, krestin) wykazujące właściwości antyrakowe (TURŁO 2015). HILSZCZAŃSKA (2012) w przeglądzie bibliograficznym prezentuje obszerne zestawienie tabelaryczne gatunków grzybów i produkowanych przez nie polisacharydów. Cztery z tych związków zostały już zarejestrowane jako leki w niektórych krajach (Chiny, Japonia, Korea, Nowa Zelandia) i są stosowane w terapii nowotworów (przewodu pokarmowego, piersi, szyjki macicy lub płuc):

- grifolan (GRN) – frakcja polisacharydowa izolowana z owocników i grzybni żagwicy listkowatej;

- krestin (polisacharyd, PSK, i kompleks wielocukier-białko, PSP) izolowany z grzybni wrośniaka różnobarwnego (*Trametes versicolor*), podawany doustnie;

- lentinan – frakcja polisacharydowa izolowana z owocników twardziaka jadalnego, podawany dożylnie i dootrzewnowo;

- schizofylan (sonifilan, sizofilan, SPG), frakcja polisacharydowa izolowana z podłoża hodowlanego rozszczepki pospolitej (*Schizophyllum commune*), podawany dożylnie i dootrzewnowo (TURŁO 2015).

Spośród wymienionych gatunków leczniczych, lakownica, wrośniak, rozszczepka i żagwica występują w polskich lasach. Jedyne twardziak jest na naszym rynku dostępny tylko z uprawy (TURŁO 2015). Działanie antynowotworowe wykazuje też inny polisacharyd pozyskiwany z zarodników lakownicy żółtawej (*Ganoderma lucidum* spores glu-can), który dzięki niskiej masie cząsteczkowej może być podawany pacjentom dożylnie. Boczniak ostrygowaty jest cennym źródłem pleuranu. Dodatkowo, substancje te okazują się być efektywne w leczeniu podwyższonego poziomu cholesterolu w krwi, cukrzycy, osteoporozy, nadciśnienia tętniczego, chorób grzybiczych, zakażenia pasożytami, infekcji wirusowych, przyspieszają gojenie ran i stymulują komórki nerwowe (MANZI i współaut. 2004, CHAMERA 2013, TURŁO 2015). Polisacharydy izolowane z soplówki jeżowatej wykazują nie tylko działanie przeciwnowotworowe, ale także stymulujące wzrost komórek nerwowych i hipolipidemiczne (MALINOWSKA i

współaut. 2008). Efektywność w obniżaniu poziomu cholesterolu w krwi, poza glukonanami, można przypisać chitynie obecnej w ścianie komórkowej grzybów (MANZI i współaut. 2004).

Innymi cennymi związkami izolowanymi z grzybów są silne przeciwutleniacze, triterpeny, które przy stężeniu 160 mg/cm³ są w stanie w pełni chronić mitochondria przed uszkodzeniem. Związki o charakterze fenoli, np. hericenony C, D, E, F, G, H i I, oraz diterpeny erinacyny A, B, C, produkowane przez np. soplówkę jeżowatą, stymulują wzrost i różnicowane cholinergicznym neuronów przodomózgowia, których ubytek odgrywa główną rolę w patomechanizmie choroby Alzheimera (TURŁO 2015).

Główną przeszkodą dla akceptacji produktów naturalnych w medycynie oficjalnej jest ich złożona i skomplikowana budowa (GRYS i współaut. 2011), co utrudnia przewidzenie końcowego efektu działania. Z drugiej jednak strony udowodniono ich wyższą aktywność farmakologiczną niż pojedynczych izolowanych substancji, jest to tzw. efekt synergizmu (TURŁO 2015). Potencjał grzybów, jako źródła substancji farmakologicznych jest coraz bardziej doceniany. Przykładowo, niedawne polskie badania nad inotodolem, kwasem inotowym, kwasem oblikowym i kwasem czekowym, które wyizolowano z błyskoporka podkorowego, wykazały wpływ przeciwnowotworowy, przeciwlukemiczny i mitodepresyjny na myszy (KONSKA i KOMOROWSKA 2009).

ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH

Grzyby, podobnie jak inne organizmy żywe, akumulują w swoich tkankach różne metale i metaloidy, w tym metale ciężkie pobierane z podłoża. Należy zaznaczyć, że metale ciężkie cechuje duży stopień wchłaniania przez strzępki grzybnicy przy równoczesnym ograniczonym ich wydalaniu. Intensywność tego procesu zależy od wielu czynników, w tym od: klimatu, gleby (pH podłoża, potencjału redox roztworu glebowego, zawartości materii organicznej), biodostępności dla grzybów i czynników antropogenicznych. Duże znaczenie odgrywają także uwarunkowania genetyczne i stopień rozwoju osobniczego (WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011, ADAMIAK i współaut. 2013). Przykładowo, niektóre gatunki czubajki wydajnie akumulują rtęć (MIELEWSKA i współaut. 2008). Toksyczność metali polega przede wszystkim na ich trwałym wchodzeniu do łańcucha pokarmowego. Zakumulowane w tkankach, są przekazywane z niższych do wyższych ogniw łańcucha pokarmowego (ADAMIAK i współaut. 2013).

Grzyby stanowią jeden z bioindykatorów skażenia środowiska metalami. Badania grzybów z naturalnych środowisk: borowika szlachetnego, podgrzybka, pieprznika jadalnego i maślaka zwyczajnego, oraz uszaka gęstowłosego z uprawy, dostępnych w obrocie handlowym, wykazały, że ich średnie zanieczyszczenie metalami ciężkimi nie stwarza istotnego zagrożenia dla zdrowia. Zawartość ołowiu i kadmu nie przekracza dopuszczalnych ustawowo poziomów. Jednocześnie autorzy alarmują, iż wysokie spożycie, szczególnie grzybów z naturalnych stanowisk, może pogorszyć stan zdrowia człowieka ze względu na zakumulowanie w grzybach kadmu i rtęci (WOJCIECHOWSKA-MAZUREK i współaut. 2011).

WPLYW OBRÓBKI KULINARNEJ NA WARTOŚĆ ODŻYWCZĄ GRZYBÓW

Ze względu na dużą zawartość wody w strzępkach i wysoką aktywność enzymów takich jak proteaza albo oksydaza polifenolowa, biorących udział w rozkładzie białek i cukrów, grzyby są bardzo nietrwałe, a proces ich psucia rozpoczyna się bezpośrednio po zbiorze. Zwłaszcza zbieranie grzybów do folii lub plastikowych wiaderk sprzyja ich zaporzaniu się, w efekcie czego mogą powstawać substancje trujące, m.in. neuryna. Związek ten tworzy się z cholicy (obecnej w grzybach) w procesie gnilnego rozkładu białek. Stąd też konieczność szybkiego przetwarzania grzybów, które w handlu dostępne są najczęściej w formie suszonej, a także jako marynowane, kiszane, mrożone, solone, sterylizowane (konserwy). Znane są także ekstrakty i mączka grzybowa, dodawane do różnych produktów spożywczych ze względu na walory smakowe i zapach. Należy zaznaczyć, że przetwory grzybowe wyróżnia duża odporność na zmienne warunki przechowywania (MANZI i współaut. 2004, BERNAŚ i współaut. 2007, JAWORSKA i współaut. 2007, BERNAŚ i JAWORSKA 2010, LENTAS i współaut. 2011, ADAMIAK i współaut. 2013).

Grzyby świeże są najpowszechniej spożywane jako smażone. Niestety, podczas obróbki cieplnej zawartość składników odżywczych i aktywność antyoksydacyjna ulega zmniejszeniu bardziej niż podczas mrożenia i suszenia. Mimo to, borowiki w takiej postaci (przygotowane bez dodatkowych składników, grillowane) w 100 g zawierają 32% zalecanej dziennej dawki błonnika pokarmowego i nadal stanowią cenne jego źródło (MANZI i współaut. 2004, BARROS i współaut. 2007).

Suszenie jest najpopularniejszą metodą składowania grzybów. Susz pieprznika jadalnego, nawet po 2–6 latach przechowywania, odznacza się wysoką zawartością ergokalcy-

ferolu (witamina D₂): 0,12–6,3 µg/g suchej masy (średnia zawartość wynosi 1,43 µg/g). Różnice w zawartości tej witaminy można tłumaczyć zmiennym nasłonecznieniem stanowisk zbioru grzybów (RANGEL i współaut. 2002).

Blanszowanie, czyli krótkotrwałe moczenie we wrzątku, a następnie hartowanie w zimnej wodzie, chociaż wywiera negatywny wpływ na teksturę mięszu grzybni, bardzo skutecznie zapobiega jej ciemnieniu, co jest ważne przy przetwarzaniu np. pieczarek (CZAPSKI 1994). Należy jednak pamiętać, że im dłuższy czas blanszowania i im wyższa temperatura wody, tym większa deformacja chitynowych ścian komórkowych grzybów poddanych temu procesowi (LENTAS i współaut. 2011). Blanszowanie pieczarek przed ich mrożeniem zwiększa twardość i gumowatość owocników, zwłaszcza podczas długiego składowania w zamrażarkach. Warto zaznaczyć, że mrożenie uznaje się za najlepszą metodę przechowywania w celu zachowania smaku i aromatu świeżych grzybów. Chociaż najpowszechniej mrożone są pieczarki, to, podobnie jak do konserwowania, nadają się tu także borowiki, kurki i rydze. Zamrażanie owocników powoduje zmniejszenie ich chrupkości, kruchości, twardości i żujności, przy jednoczesnym zwiększeniu wodnistości, sprężystości i spójności (STEINBUCH 1979, BERNAS i współaut. 2007).

Grzyby mogą być przechowywane także w formie konserw. W tym celu poddaje się je sterylizacji i utrwaleniu w roztworze chlorku sodu i, czasami, niewielkiego dodatku kwasu cytrynowego, kwasu L-askorbinoowego, pirosiarczynu sodu bądź potasu. Konserwy grzybowe są przydatne do spożycia przez 24 miesiące. Przyjmuje się, że wartość odżywcza mrożonek jest większa niż konserw, ale nie zostało to jednoznacznie udowodnione. Badania porównawcze konserw i mrożonek borowika szlachetnego nie wykazały istotnych różnic w ich podstawowym składzie chemicznym (BERNAS i JAWORSKA 2010), aczkolwiek są też dane, że mrożonki (borowika i pieczarki) zawierały 3,5-krotnie więcej witaminy B₁ i o 25% więcej witaminy B₂ aniżeli konserwy z owocnikami tych grzybów. Z kolei wcześniejsze blanszowanie z użyciem pirosiarczynu (IV) sodu i kwasu cytrynowego obniżyło zawartość B₁ o średnio 33% w porównaniu do owocników nieblanszowanych (JAWORSKA i współaut. 2007).

PODSUMOWANIE

Urozmaicenie diety grzybami i pochodzącymi z nich produktami może mieć wymierną korzyść zarówno w kontekście wzbogacenia menu, jak i istotnego zwiększenia

jego wartości odżywczych i prozdrowotnych. Zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym, kiedy na stołach brak świeżych warzyw i owoców, witaminy i mikroelementy obecne w grzybach mogą stanowić ich cenne źródło. Grzyby spożywane z umiarem i właściwie przygotowane nie tylko dostarczą walorów smakowo-zapachowych żywności, ale także przyczynią się do utrzymania i polepszenia stanu zdrowia.

Streszczenie

Grzyby, od dawna obecne w diecie Polaków, wykazują wielorakie właściwości odżywcze, prozdrowotne i lecznicze. Właściwości tych nie są pozbawione także gatunki najczęściej zbierane w lasach (pieprznik jadalny, borowik szlachetny i podgrzybek brunatny) oraz gatunki uprawne (pieczarki i boczniki). Surowcem spożywczym są przede wszystkim grzyby wielkoowocnikowe, ale od niedawna opracowano technologię produkcji mykoprotein Quorn™ z strzępek *Fusarium graminearum*. Niektóre produkty z dodatkiem cennych gatunków można traktować jako żywność funkcjonalną, której spożywanie podwyższa jakość zdrowia człowieka. Lecznicze zastosowanie znane jest medycynie ludowej, a cztery polisacharydy grzybowe – grifolan, krestin, lentinan i schizofylan są obecnie zarejestrowanymi w niektórych krajach lekami w terapii antynowotworowej. Najwięcej obaw podczas konsumpcji grzybów wzbudza akumulacja metali ciężkich w ich strzępkach oraz ciężkostrawność, ze względu na obecność chityny w ścianach komórkowych. Obróbka kulinarna – smażenie, suszenie, mrożenie, blanszowanie i konserwowanie zmienia wartość odżywcza grzybów.

LITERATURA

- ADAMIAK E. A., KALEMBASA S., KUZIEWSKA B., 2013. Zawartość metali ciężkich w wybranych gatunkach grzybów jadalnych. *Acta Agrophys.* 20, 7-16.
- AHANGI Z., SHOJAOSADATI S. A., NIKOPOUR H., 2008. Study of mycoprotein production using *Fusarium oxysporum* PTCC 5115 and reduction of its RNA content. *Pakistan J. Nutr.* 7, 240-243.
- BARROS L., BAPTISTA P., CORREIA D. M., SA MORAIS J., FERREIRA I. C., 2007. Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 55, 4781-4788.
- BERNAS E., JAWORSKA G., 2010. Zawartość aminokwasów w mrożonkach i konserwach sterylizowanych z borowika szlachetnego (*Boletus edulis* (Bull. Fr.)). *Żywność Nauka Technologia Jakość* 6, 134-145.
- BERNAS E., JAWORSKA G., MACIEJASZEK I., BERNACKA A., 2007. Wpływ obróbki wstępnej, zamrażania i zamrażalniczego składowania na teksturę pieczarek. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 5, 165-172.
- CHAMERA K., 2013. Aktywność biologiczna glikanów pochodzenia grzybowego. *Zesz. Koła Nauk. Stud. Biotechnol. Acta Mygenica* 4, 53-56.
- CZAPSKI J., 1994. Wpływ niektórych operacji technologicznych na wydajność i jakość pieczarek blanszowanych i składowanych w zalewie. *Biul. Warz.* 42, 101-119.
- Dz.U., 1991. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach. *Dz.U.* 1991 NR 101 POZ. 444.

- Dz.U., 1999. Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 grudnia 1998 r. w sprawie szczegółowych zasad ochrony i zbioru płodów runa leśnego oraz zasad lokalizowania pasiek na obszarach leśnych. Dz.U. 1999 nr 6 poz. 42.
- Dz.U., 2006. USTAWA Z DNIA 25 SIERPNI 2006 R. O BEZPIECZEŃSTWIE ŻYWNOŚCI I ŻYWIENIA. Dz.U. 2006 nr 171 poz. 1225.
- Dz.U., 2011. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 maja 2011 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy. Dz.U. 2011 nr 115 poz. 672.
- Dz.U., 2014. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej grzybów. Dz.U. 2014 poz. 1408.
- FINNIGAN T. J. A., MARLOW FOODS, 2011. *Mycoprotein: origins, production and properties*. [W:] *Handbook of Food Proteins*. PHILLIPS G. O., WILLIAMS P. A.) (red.). Woodhead Publ., 335-352.
- GRYS A., HOLDERNA-KĘDZIA E., ŁOWICKI Z., 2011. *Ganoderma lucidum* – grzyb o cennych właściwościach farmakologicznych. *Post. Fitoter.* 1, 28-33.
- GRZYWACZ A., 1997. *Użytkowanie grzybów leśnych – dawniej i dziś*. *Post. Tech. w Leśnictwie* 63, 42-47.
- GRZYWACZ A., 2003. *Różnorodność gatunkowa – grzyby*. [W:] *Różnorodność biologiczna Polski*. ANDRZEJEWSKI R., WEIGLE A. (red.). Nar. Fund. Ochrony Środ., Warszawa, 21-28.
- GRZYWACZ A., 2008. *Różnorodność biologiczna grzybów w lasach*. [W:] *Zasoby przyrodnicze lasów polskich*. GRZYWACZ A. (red.). Wyd. PTL, Cezdyna k. Kielc, 23-37.
- GRZYWACZ A., 2010. *Problemy użytkowania jadalnych grzybów w polskich lasach*. *Zarz. Ochr. Przynr. w Lasach* 4, 56-79.
- GRZYWACZ A., 2015a. *Tradycje zbiorów grzybów leśnych w Polsce*. *Stud. Mat. CEPL w Rogowie* 44, 189-199.
- GRZYWACZ A., 2015b. *Prawne aspekty zbioru grzybów w lasach*. *Stud. Mat. CEPL w Rogowie* 45, 75-82.
- HILSZCZAŃSKA D., 2012. *Właściwości lecznicze grzybów wielkoowocnikowych*. *Leśne Prace Bad.* 73, 347-353.
- JAWORSKA G., BIERNACKA A., WYBRANIEC S., BERNAS, E., 2007. *Porównanie zawartości witamin B₁ i B₂ w mrożonkach i sterylizowanych konserwach z boczniaka, borowika i pieczarki*. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 6, 177-185.
- KALAC P., 2009. *Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review*. *Food Chem.* 113, 9-16.
- KOŁAKOWSKI P., KOWALSKA M., SEDROWSKA-ĆWIEK J., 2013. *Mikroflora serów dojrzewających*. *Innow. Mlecz.* 1, 6-13.
- KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA D., TRZĄSKOWSKA M., 2015. *Słownik terminologii z zakresu zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności*. cbr.edu.pl.
- KOŃSKA G., KOMOROWSKA H., 2009. *Lecznicze działanie grzybów*. Cz. II. *Grzyby workowe i grzyby podstawkowe jako źródło substancji leczniczych*. *Wszechświat* 110, 41-46.
- KUBIAK K., 2001. *Rynek świeżych i przetworzonych grzybów uprawnych w Polsce*. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 48, 50-2.
- KUMAR P., CHATLI M. K., MEHTA N., SINGH P., MALAV O. P., VERMA A. K., 2015. *Meat analogues: health promising sustainable meat substitutes*. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* DOI:10.1080/10408398.2014.939739
- KUNACHOWICZ H., 2001. *Co rozumiemy pod pojęciem wartości odżywczej żywności?* *Bezp. Żywn.* 1, 10-14.
- LENTAS K., WITROWA-RAJCHERT D., HANKUS M., 2011. *Wpływ parametrów blanszowania oraz metody suszenia na właściwości mechaniczne suszonych pieczarek*. *Acta Agrophys.* 17, 359-368.
- MALINOWSKA E., KRZYCZKOWSKI W., HEROLD F., 2008. *Pozyskiwanie, budowa i działanie biologiczne polisacharydów grzybowych na przykładzie soplówki jeżowatej (Hericium erinaceum)*. *Biotechnologia* 1, 109-121.
- MANZI P., MARCONI S., AGUZZI A., PIZZOFERRATO L., 2004. *Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking*. *Food Chem.* 84, 201-206.
- MIELEWSKA D., STEFAŃSKA A., WENTA J., MAZUR M., BIELAWSKI L., DANISIEWICZ, D., DRYŻAŁOWSKA A., FALADYSZ J., 2008. *Rtęć w trzech gatunkach grzyba maślak z niektórych miejsc w Polsce*. *Rocz. Panstw. Zakł. Hig.* 59, 147-153.
- MUSZYŃSKA B., SUŁKOWSKA-ZIAJA K., EKIERT, H., 2010. *Główne grupy związków i pierwiastki z aktywnością biologiczną w wybranych gatunkach grzybów z taksonu Basidiomycota*. *Farm. Pol.* 66, 804-814.
- REGUŁA J., 2009. *Wartość odżywcza i ocena organoleptyczna ciastek wzbogaconych w susz grzybowy shiitake Lentinula edodes*. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 4, 79-85.
- REGUŁA J., SIWULSKI M., 2007. *Dried shiitake (Lentinula edodes) and oyster (Pleurotus ostreatus) mushrooms as a good source of nutrient*. *Acta Sci. Pol. Techno. Alim.* 6, 135-142.
- RANGEL-CASTRO J.I., STAFFAS A., DANELL E., 2002. *The ergocalciferol content of dried pigmented and albino Cantharellus cibarius fruit bodies*. *Mycological Res.* 106, 70-73.
- SAS-GOLAK I., SOBIERALSKI K., SIWULSKI M., LISIEC-KA J., 2011. *Skład, wartość odżywcza oraz właściwości zdrowotne grzybów pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych*. *Kosmos* 60, 483-490.
- SIEMIENIAK K., 2016. *Sery dojrzewające w zdrowej diecie*. www.mleczarstwpolskie.pl/uploads/str_ksm_3.pdf.
- SIWULSKI M., SOBIERALSKI K., SAS-GOLAK I., 2014. *Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów*. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 1, 16-28.
- STANISZEWSKI P., 2014. *Użytkowanie grzybów leśnych – praktyka i problemy badawcze*. *Stud. Mater. CEPL w Rogowie* 39, 143-152.
- STANISZEWSKI P., NOWACKA W. Ł., 2015. *Regulacje użytkowania i obrotu leśnych grzybów jadalnych*. *Stud. Mater. CEPL w Rogowie* 44, 181-188.
- STEINBUCH E., 1979. *Quality retention of unblanched frozen vegetables by vacuum packing. I. Mushrooms*. *J. Food Technol.* 14, 321-323.
- SZCZEPKOWSKI A., PIĘTKA J., GRZYWACZ A., 2013. *Biologia i właściwości lecznicze błyskoporka podkorowego Inonotus obliquus (Fr.) Pilát*. *Sylwan* 157, 223-233.
- ŚWICA K., LEPA Ł., ZĄBEK M., GROBOWIEC M., CICHOŃ R., KLUZ M., 2009. *Saccharomyces cerevisiae jako drożdże o szerokim zastosowaniu w życiu codziennym i przemyśle*. *Studenckie Koło Naukowe Technologów Żywności „Ferment”*, Uniw. Rzeszow. 97-101.

- ŚWIDERSKI F., 1992. Żywność wygodna i żywność funkcjonalna. WNT Warszawa.
- TRAJER M., DYNGUS M., 2013. *Krajowa produkcja, spożycie oraz promocja owoców i warzyw*. Biul. Inf. Agencji Rynku Rolnego 3, 14-25.
- TURLO J., 2015. *Grzyby wielkoowocnikowe – niedoceniane źródło substancji leczniczych*. Stud. Mater. CEPL w Rogowie 44, 138-151.
- TURNBULL W. H., LEEDS A. R., EDWARDS D. G., 1992. *Mycoprotein reduces blood lipids in free-living subjects*. Am. J. Clin. Nutr. 55, 415-419.
- WALCZAK M., TURLO J., 2013. *Trufle – właściwości odżywcze, biologiczne, próby uprawy*. Gaz. Farmaceut. 10, 26-27.
- WASSER S. P., 2002. *Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 60, 258-274.
- WOCIÓR A., ZŁOTKOWSKA D., KOSTYRA H., KOSTYRA E., 2010. *Mikoproteiny*. Żywność Nauka Technologia Jakość 5, 5-16.
- WOJCIECHOWSKA-MAZUREK M., MANIA M., STARSKA K., REBENIAK M., KARLOWSKI K., 2011. *Pierwiastki szkodliwe dla zdrowia w grzybach jadalnych w Polsce*. Brom. Chemia Toksykol. 44, 143-149.

KOSMOS Vol. 65, 4, 513–522, 2016

ALEKSANDRA GOLIANEK, KINGA MAZURKIEWICZ-ZAPALOWICZ

Department of Hydrobiology, Ichthyology and Biotechnology of Reproduction, Faculty of Food Sciences and Fisheries, West Pomeranian University of Technology in Szczecin, K. Królewicza 4, 71-550 Szczecin, e-mail: aleksandra.golianek@zut.edu.pl

MUSHROOMS IN HUMAN DIET – THEIR NUTRITIONAL AND HEALTH-PROMOTING VALUE

Summary

Mushrooms, included by Poles in their diet since a long time, show multiple nutritional, health-promoting and medical properties. These properties are found in the most popular wild (chanterelle, cep, bay bolete) and cultivated (button mushroom, oyster mushroom) mushroom species. However the most common in food industry are macrofungi, scientists have recently developed a technology of obtaining Quorn mycoproteins from *Fusarium graminearum*. Some products with the addition of mushrooms may be considered as functional food, the consumption of which increases human health quality. The medical use is known in folk medicine and four fungal polysaccharides – grifolan, crestin, lentinan and schizophyllan are in several countries registered as medicines exhibiting anticancer activities. The main concerns related to mushrooms consumption are heavy metals accumulations in their hyphae and their heaviness due to chitin content in cell walls. The culinary treatment, like cooking, drying, freezing, blanching and preservation, changes mushroom nutritional value.