

Received: 2004.06.01  
 Accepted: 2004.09.07  
 Published: 2004.10.05

## Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie

### Biologically active compounds of edible mushrooms and their beneficial impact on health

**Justyna Rajewska, Bożena Bałasińska**

Katedra Nauk Fizjologicznych, Wydziału Medycyny Weterynaryjnej, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

#### Streszczenie

Grzyby jadalne stanowią cenne źródło związków biologicznie aktywnych, zapobiegających powstawaniu m.in. chorób nowotworowych i układu krążenia lub wspomagających ich leczenie. Działanie przeciwnowotworowe jest wielokierunkowe; ograniczają uszkodzenie DNA komórek, obniżają stężenie karcynogenów i ich aktywację, a także zmniejszają rozwój komórek nowotworowych, m.in. przez wiązanie wolnych rodników, stymulację systemu odpornościowego organizmu, czy wywoływanie apoptozy. Dzięki zdolności aktywowania systemu odpornościowego mogą wspomagać leczenie nie tylko chorób nowotworowych, ale też zakaźnych. Zawarte w grzybach jadalnych związki biologicznie aktywne obniżają stężenie cholesterolu we frakcji LDL, we krwi, w wątrobie oraz triacylogliceroli w surowicy, zmniejszając w ten sposób ryzyko powstania chorób układu krążenia. Właściwości terapeutyczne grzybów jadalnych są związane przede wszystkim z obecnością w ich owocnikach swoistych polisacharydów, m.in.  $\beta$ -glukanów i chitosanów.

#### Słowa kluczowe:

**grzyby jadalne • wartość odżywcza • związki biologicznie aktywne • rola ochronna**

#### Summary

Edible mushrooms are valuable a source of biologically active compounds. Some are used in the prophylaxis and therapy of such diseases as cancer and cardiovascular disease. Their antitumor mechanism is complex. The biologically active substances in mushrooms decrease DNA damage, reduce carcinogen concentrations and their activation, inhibit the growth of cancer cells by scavenging free radicals, stimulate the immune system, and induce tumor cell apoptosis. The stimulation of the immune system by the biologically active compounds in edible mushrooms protects against cold, flu, infections, well as AIDS by inhibition of viral replication. Mushrooms contain effective substances which decrease the LDL fraction of cholesterol in blood. They also prevent the accumulation of serum triacylglycerols, thus decreasing the risk of developing cardiovascular disease. The therapeutic properties of mushrooms result from the specific polysaccharides, such as  $\beta$ -glucans and chitosans, that are present in the fructification of fungi.

#### Key words:

**edible mushrooms • nutritional value • biologically active compounds • protective role**

#### Full-text PDF:

[http://www.phmd.pl/pub/phmd/vol\\_58/6429.pdf](http://www.phmd.pl/pub/phmd/vol_58/6429.pdf)

#### Word count:

1993

#### Tables:

3

#### Figures:

–

#### References:

31

#### Adres autorów:

Katedra Nauk Fizjologicznych, Wydział Medycyny Weterynaryjnej SGGW, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa, e-mail: balasinska@alpha.sggw.waw.pl

**WSTĘP**

Grzyby jadalne obok owoców i warzyw znajdują się obecnie w centrum zainteresowania wielu ośrodków badawczych na całym świecie. Zainteresowanie to dotyczy przede wszystkim ich właściwości zdrowotnych, chociaż w większości krajów spożywane są raczej ze względu na ich wartości smakowe.

**Nazwy polskie wybranych grzybów omawianych w artykule [8]**

| Nazwa łacińska<br>(gatunkowa)     | Nazwa polska                 |
|-----------------------------------|------------------------------|
| <i>Agaricus bisporus</i>          | pieczarka<br>dwuzarodnikowa  |
| <i>Auricularia auricula-judae</i> | ucho bżowe                   |
| <i>Flammulina velutipes</i>       | zimówka<br>aksamitnotrzonowa |
| <i>Lentinus edodes</i>            | twardziak jadalny – Shitake  |
| <i>Pleurotus ostreatus</i>        | bocznik ostrygowaty          |
| <i>Tricholoma matsutake</i>       | gatunek gąski                |
| <i>Tremella sp.</i>               | trzęsak                      |

Tak naprawdę właściwości żywieniowe i korzyści zdrowotne grzybów znane są od tysięcy lat. Grecy uznawali je za pokarm bogów. Egipcjanie podawali je wyłącznie faraonom, gdyż twierdzili, że są zbyt cennym produktem dla zwykłych śmiertelników. Po raz pierwszy właściwości lecznicze grzybów opisał Hipokrates około 400 r. p.n.e. Trzeba jednak zaznaczyć, że grzyby częściej były używane w medycynie ludowej Chin, Japonii, Malezji, niż na Zachodzie, gdzie spożywano je przede wszystkim ze względu na ich zapach i smak. W Polsce grzyby są chętnie zjadane i to zarówno te dziko rosnące w lasach jak i hodowane (tab. 1). Jednak, mimo że są spożywane od tysięcy lat często dochodzi do zatrucia, niekiedy nawet śmiertelnego. Jest to spowodowane obecnością w niektórych grzybach naturalnych toksyn, takich jak np. fallotoksyn, nitrozoamin, czy hemoaglutynin. Ponadto grzyby dziko rosnące kojarzą się, zwłaszcza po wybuchu elektrowni atomowej w Czarnobylu, z produktami zawierającymi znaczne ilości pierwiastków promieniotwórczych. Grzyby bowiem dzięki zawartym w nich enzymom – przede wszystkim oksydoreduktazom – mają bardzo duże zdolności do biodegradacji podłoża i przetwarzania go dla swoich potrzeb oraz gromadzenia rozmaitych substancji w owocnikach. Wiele badań prowadzonych w różnych częściach Europy wskazuje, że w dziko rosnących grzybach wykryto związki metali ciężkich, takich jak: kadm, rtęć i ołów. Grzyby mogą pobierać te pierwiastki z gleby, gdzie występują w śladowych ilościach i magazynować je. Już Pliniusz Starszy (23–79 r. p.n.e.) przestrzegał, że grzyby rosnące w pobliżu zardzewiałych przedmiotów, czy węzowych gniazd są trujące [10]. Istotne znaczenie w gromadzeniu metali ciężkich ma gatunek grzyba, jakość gleby, szybkość wzrostu owocni-

ka i jego stopień dojrzałości. Ministerstwo Zdrowia radzi więc, żeby jednorazowo nie spożywać więcej niż około 250 g i nie jeść więcej niż 1–2 posiłki grzybowe w tygodniu. Jednak obecność oksydoreduktaz i zdolność grzybów do magazynowania różnych związków wykorzystuje się m.in. do detoksykacji i usuwania metali ciężkich z podłoża, utleniania chloropochodnych fenoli do nietoksycznych spolieryzowanych produktów oraz związków aromatycznych z wody. Niestety enzymy te wywołują również brązowienie grzybów po ich zerwaniu [27]. A zatem duża ilość enzymów oksydoredukcyjnych jest bardzo korzystna dla środowiska, ale wpływa niekorzystnie na wygląd owocnika grzyba sprawiając, że zmienia on kolor.

Grzyby dzikie, których jest w naturze ponad 2000 gatunków rosną na łąkach i w lasach, gdzie głównym komponentem podłoża jest lignoceluloza (kompleks ligniny i celulozy). Zaledwie 22 gatunki udało się hodować w celach komercyjnych w gruncie, na drewnie lub innych podłożach w zależności od potrzeb środowiskowych danego gatunku. U około 700 gatunków grzybów stwierdzono właściwości terapeutyczne [22]. Warto zaznaczyć, że grzyby mogą przekształcać ogromne ilości lignocelulozowej biomasy regenerując i chroniąc środowisko naturalne nie dając przy tym odpadów, są chętnie spożywane przez ludzi ze względu na ich walory smakowe, mogą być również źródłem związków biologicznie aktywnych, wykorzystywanych w farmacji czy w produkcji kosmetyków. Znalazły także zastosowanie jako żywność funkcjonalna, tzn. zgodnie z definicją Unii Europejskiej są one produktami, wykazującymi udokumentowany badaniami naukowymi korzystny wpływ na zdrowie ponad ten, który wynika z obecności w nich składników odżywczych tradycyjnie uznanych za niezbędne [26].

**WARTOŚĆ ODŻYWCZA GRZYBÓW JADALNYCH**

Wartość odżywcza grzybów zależy od ich składu chemicznego. Z powodu bardzo dużej zawartości wody świeże grzyby mają niewiele makroskładników i są niskoenergetyczne. Dostarczają natomiast znacznych ilości witamin z grupy B, zwłaszcza pirydoksyny (B<sub>6</sub>), niacyny, ryboflawiny (B<sub>2</sub>) i tiaminy (B<sub>1</sub>), a także witaminy C (tab. 2). Oprócz witamin grzyby jadalne są dobrym źródłem pierwiastków, takich jak: Fe, K, P, Mg, Zn, Cu, Mn i Se [15].

Ponieważ grzyby dostarczają znacznych ilości żelaza, a ich białko ze względu na korzystny skład cechuje się dużą przyswajalnością sięgającą nawet 90% [10], często są określane mianem „mięso lasu”. Grzyby to przede wszystkim cenne źródło włókna pokarmowego, w skład którego wchodzi wiele związków charakteryzujących się różnorodnymi właściwościami chemicznymi, fizycznymi i fizjologicznymi. Ze względu na rozpuszczalność w wodzie dzielimy je na włókno nierozpuszczalne (celuloza, ligniny, chityna) oraz rozpuszczalne, w którym głównymi składnikami są β-glukany i chitosany [24].

Grzyby powinny być spożywane bezpośrednio po zebraniu, wówczas ich wartość odżywcza jest najwyższa. Przechowywanie powoduje obniżenie wartości odżywczej i niekorzystne zmiany organoleptyczne. Niekiedy nieprawidłowe przechowywanie grzybów jadalnych jest przyczyną rozwoju groźnych dla organizmu drobnoustrojów wytwarzających toksyny i karcynogeny. Zachowując właściwe wa-

**Tabela 1.** Znane powszechnie krajowe grzyby jadalne [8]

| Nazwa gatunkowa   |   | Okres i miejsce występowania  |
|---|---|---|
| polska  | łacińska  |   |
| Pieprznik jadalny (kurka)*<br>Maślak zwyczajny<br>Podgrzybek brunatny<br>Borowik szlachetny (prawdziwek)*<br>Kozłarż czerwony<br>Gąska zielonka<br>Pieczarka szlachetna | <i>Cantharellus cibarius</i><br><i>Suillus luteus</i><br><i>Xerocomus badius</i><br><i>Boletus edulis</i><br><i>Leccinum rufum</i><br><i>Tricholoma equestre</i><br><i>Agaricus bitorquus</i> | od lata do jesieni w lasach iglastych<br>od lata do jesieni w lasach iglastych<br>od lata do jesieni w lasach iglastych i mieszanych<br>latem i jesienią pod osikami<br>jesienią w piaszczystych lasach iglastych<br>od późnej wiosny do jesieni w osiedlach na drogach, trawnikach |

\* w nawiasie podano nazwę zwyczajową

**Tabela 2.** Wartość odżywcza pospolitych grzybów jadalnych. Skład w 100 g części jadalnych [20]

| Wartość energetyczna i skład chemiczny | Jednostki | Borowik suszony | Borowik świeży | Kozłarż | Kurka | Maślak | Pieczarka uprawna |
|--|-----------|-----------------|----------------|---------|-------|--------|-------------------|
| Energia brutto                         | kcal      | 347,0           | 49,0           | 54,0    | 42,0  | 39,0   | 34,0              |
| Woda                                   | g         | 11,6            | 87,2           | 86,6    | 89,1  | 90,8   | 90,9              |
| Białko                                 | g         | 29,0            | 3,6            | 3,4     | 1,5   | 1,7    | 2,3               |
| Tłuszcze ogółem                        | g         | 3,8             | 0,5            | 0,8     | 0,8   | 0,9    | 0,4               |
| Węglowodany ogółem                     | g         | 34,7            | 5,8            | 6,5     | 6,6   | 5,1    | 4,3               |
| Błonnik pokarmowy                      | g         | 26,4            | 3,8            | 3,9     | 3,2   | 2,7    | 2,7               |
| Popiół                                 | g         | 7,7             | 1,1            | 1,0     | 1,3   | 0,6    | 1,0               |
| Wapń (Ca)                              | mg        | 42,0            | 3,0            | 3,0     | 7,0   | 3,0    | 11,0              |
| Potas (K)                              | mg        | 990,0           | 84,0           | 91,0    | 67,0  | 49,0   | 165,0             |
| Żelazo (Fe)                            | mg        | 9,5             | 1,4            | 2,3     | 2,3   | 2,2    | 0,9               |
| Magnez (Mg)                            | mg        | 73,0            | 15,0           | b.d.    | 10,0  | 9,0    | 12,0              |
| Tiamina (B <sub>1</sub> )              | mg        | 0,157           | 0,033          | 0,098   | 0,044 | 0,062  | 0,023             |
| Ryboflawina (B <sub>2</sub> )          | mg        | 8,130           | 0,370          | 0,431   | 0,384 | 0,283  | 0,599             |
| Niacyna (PP)                           | mg        | 74,79           | 4,90           | 4,79    | 0,86  | 10,30  | 4,81              |
| Witamina C                             | mg        | 56,5            | b.d.           | 7,9     | 7,2   | 9,4    | 13,9              |

runki, tj. przechowując w temperaturze 5°C przez 7 dni lub w 18°C przez 2 dni zmiany jakościowe grzybów są niewielkie [2]. Najlepszym i najprostszym sposobem przechowywania grzybów jadalnych jest suszenie. Suszone grzyby cechują się pożądanymi właściwościami smakowo-zapachowymi oraz stosunkowo dużą wartością odżywczą. Również przy zamrażaniu straty składników odżywczych są niewielkie.

Pod wpływem gotowania grzybów jadalnych następuje zmniejszenie zawartości niektórych składników odżywczych. Część z nich przechodzi do wody, niektóre w wyniku działania temperatury, zbyt długo trwającej obróbki lub interakcji z innymi składnikami ulegają zniszczeniu (tab. 3) [14].

#### WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWNOWOTWOROWE GRZYBÓW JADALNYCH

Składniki zawarte w grzybach oprócz wartości odżywczych wykazują również określone działanie farmakologiczne. Po

raz pierwszy właściwości przeciwnowotworowe grzybów opisał Lucas w 1957. Wykazał, że podawanie ekstraktów z owocników grzybów *Boletus edulis* (borowik szlachetny) myszom chorującym na mięsaka zwiększa ich szansę przeżycia. Ten sam autor z grzybów *Calvatia gigantea* (purchawica olbrzymia) wyizolował calvacin, substancję, która poprawia skuteczność leczenia mięsaka i białaczki [26]. Wyraźne działanie przeciwnowotworowe, silniejsze niż ekstrakty alkoholowe wykazują także gorące ekstrakty wodne z grzybów *Auricularia auricula-judae*, *Flammulina velutipes*, *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Tricholoma matsutake*.

Właściwości przeciwnowotworowe grzybów jadalnych wynikają przede wszystkim z obecności swoistych polisacharydów. Są to glukany, które ogólnie możemy określić jako polimery glukozy zawierające różne wiązania glikozydowe. Grzyby jadalne są źródłem (1→3), (1→6)-β-glu-

**Tabela 3.** Zmiany wartości odżywczej w grzybach jadalnych pod wpływem obróbki termicznej [14]

| Wydajność (%) i zawartość składników odżywczych (g/100 cz.j.) | Borowik suszony |            | Borowik mrożony |            | Bocznik świeży |            |
|---|-----------------|------------|-----------------|------------|----------------|------------|
|   | Przed obróbką   | Po obróbce | Przed obróbką   | Po obróbce | Przed obróbką  | Po obróbce |
| Gotowanie   |                 | 77,00      |                 | 76,90      |                | 70,70      |
| Tłuszcze  | 1,22            | 1,15       | 0,60            | 0,70       | 0,80           | 1,00       |
| Białka  | 6,40            | 6,02       | 1,50            | 1,80       | 2,20           | 3,10       |
| Popiół  | 1,66            | 1,15       | 0,50            | 0,60       | 1,20           | 1,40       |
| Węglowodany   | 17,70           | 16,23      | 5,90            | 6,60       | 9,60           | 12,90      |
| R.W.P.  | 1,62            | 1,94       | 0,32            | 0,58       | 0,53           | 0,80       |
| N.W.P.  | 6,98            | 8,78       | 2,28            | 3,69       | 4,11           | 5,84       |
| W.P.O.  | 8,60            | 10,72      | 2,60            | 4,27       | 4,64           | 6,65       |
| $\beta$ glukany   | 0,49            | 0,41       | 0,24            | 0,35       | 0,41           | 0,51       |
| Chityna   | 2,35            | 2,47       | 0,70            | 0,90       | 0,50           | 0,60       |
| Polifenole ogółem   | 0,30            | 0,23       | 0,10            | 0,11       | 0,05           | 0,07       |

R.W.P. – rozpuszczalne włókno pokarmowe; N.W.P. – nierozpuszczalne włókno pokarmowe; W.P.O. – włókno pokarmowe ogółem; cz.j. – części jadalne

kanów i (1 $\rightarrow$ 3)- $\alpha$ -glukanów, a także wielu hetero- $\beta$ -glukanów. Jednak nie wszystkie glukany mają właściwości przeciwnowotworowe; właściwość ta jest uzależniona od ich rozpuszczalności w wodzie, wielkości i ciężaru cząsteczkowego, stopnia rozgałęzienia oraz postaci występowania. Najwyższą aktywnością przeciwnowotworową charakteryzują się  $\beta$ -glukany o dużej masie cząsteczkowej zawierające głównie wiązania  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3) [16]. Polisacharydy te w organizmie człowieka nie wywołują reakcji alergicznych ani działań niepożądanych [9], wykazują natomiast działanie cytotoksyczne w stosunku do komórek nowotworowych, na co wskazują badania *in vitro* i *in vivo* [25]. Działaniem przeciwnowotworowym charakteryzują się zwłaszcza te polisacharydy, które oprócz glukozy zawierają inne cukry, takie jak np. galaktozę, ksylozę, arabinozę, mannozę i fruktozę. Z przeprowadzonych badań na zwierzętach i ludziach wynika, że preparaty z ekstraktów grzybni *Lentinus edodes* – LEM (*Lentinus edodes* mycelia) i LAP (otrzymywany z wodnego roztworu LEM przez strącanie alkoholem etylowym) mają bardzo silne właściwości przeciwnowotworowe, a ich działanie polega na aktywowaniu systemu odpornościowego [26]. Preparaty te zawierają oprócz wymienionych wyżej wielocukrów pochodne kwasów nukleinowych, ergosterol oraz witaminy z grupy B, zwłaszcza B<sub>1</sub> (tiaminę), B<sub>2</sub> (ryboflawinę). Właściwości przeciwnowotworowe polisacharydów wzmacnia obecność białka [16]. W Japonii jest wytwarzany i powszechnie stosowany w terapii antynowotworowej – po zabiegach chirurgicznych i podczas radioterapii – preparat będący połączeniem białka z  $\beta$ -D-glukanem. Przyjmuje się, że  $\beta$ -D-glukany oddziałują na powierzchnię limfocytów lub na białka osocza, aktywując makrofagi, komórki żerne i limfocyty T-pomocnicze, przez co zwiększa się wytwarzanie interleukin (IL-1, IL-2) oraz interferonu (IFN- $\gamma$ ), co z kolei hamuje rozwój komórek nowotworowych [16,17].

Bardzo silne działanie przeciwnowotworowe ma wyizolowany z grzybów *Lentinus edodes* (twardziak jadalny) len-

tinan. Ten  $\beta$ -D-glukan nie jest toksyczny dla komórek nowotworowych, ale hamuje ich rozwój stymulując system odpornościowy. Lentinan pobudza miejscowo limfocyty T i B do podziałów i różnicowania się, a także aktywuje inne komórki, m.in. makrofagi, granulocyty, komórki tłuszczne [4].

Inną grupą związków obecnych w grzybach są lektyny. Ich właściwości przeciwnowotworowe polegają na wywołaniu apoptozy komórek nowotworowych, ale mechanizm ich działania nie jest jeszcze w pełni wyjaśniony [12].

Ważnymi związkami, charakteryzującymi się działaniem przeciwnowotworowym, są obecne w grzybach jadalnych terpenoidy [30]. Wyizolowany z grzybów *Omphalotus olearius* i *Lampteromyces japonicus* trójcykliczny seskwiterpen illudin S zaktywowany przez glutation łączy się z DNA, powodując zatrzymanie replikacji, a w konsekwencji śmierć komórki nowotworowej. Ponieważ illudin S jest substancją o dużej toksyczności nie może być stosowany jako lek. Silne działanie lecznicze i mniejsza toksyczność wykazuje natomiast jego półsyntetyczny analog HMAF (6-hydroksymetylacylfulwen), co stwarza realną możliwość zastosowania go w terapii nowotworowej [11].

#### GRZYBY A CHOROBY SERCOWO-NACZYNIOWE

Choroby sercowo-naczyniowe są jedną z głównych przyczyn zgonów w krajach rozwiniętych, w tym i w Polsce. Nic więc dziwnego, że ciągle poszukuje się związków aktywnych, które zabezpieczyłyby przed powstawaniem i rozwojem tych chorób. Wyniki licznych badań, wskazują, że grzyby jadalne są cennym źródłem lowastatyny (mevin-din) [5], która hamuje aktywność głównego enzymu syntezy cholesterolu – reduktazy hydroksymetyloglutarylo-CoA (reduktaza HMG CoA) przez co wykazuje działanie hipocholesterolemiczne. Równie duże zdolności obniżania

stężenia cholesterolu we krwi i wątrobie wykazuje występujący w grzybach *Lentinus edodes* eritadenin. Jego działanie polega na przyspieszeniu wydalania cholesterolu endogennego oraz jego metabolitów [16,17]. Spożywanie grzybów jadalnych również wpływa na absorpcję cholesterolu z diety powodując obniżenie stężenia cholesterolu całkowitego we krwi oraz cholesterolu we frakcji lipoprotein o małej gęstości (LDL), nie zmieniając jego stężenia we frakcji lipoprotein o dużej gęstości (HDL) [3]. U zwierząt karmionych grzybami *Tremella fuciformis* (trzęsak morsk-zynowaty) zaobserwowano obniżenie stężenia cholesterolu i triacylogliceroli we krwi, natomiast zawartość całkowitego cholesterolu i lipidów w wątrobie nie zmieniła się. Stwierdzono również, że dzięki obecności w grzybach jadalnych dużej ilości włókna pokarmowego szczególnie glukanów (zwiększają lepkość treści pokarmowej) oraz chityny i chitosanów jest zwiększone wydalanie kwasów żółciowych oraz steroidów obojętnych. Właściwości chityny i chitosanów zostały dobrze poznane przede wszystkim poprzez badania tych związków wyizolowanych z pancerzy skorupiaków i owadów, chociaż coraz częściej grzyby traktuje się również jako ich bogate źródło. Chityna jest polisacharydem zbudowanym z podjednostek N-acetyloglukozoaminy połączonych wiązaniami glikozydowymi (1→4); postacię częściowo zdeacetylowanej i podzielonej chityny nazywane są chitosanami [7]. Masa cząsteczkowa chitosanów wyizolowanych z grzybów jadalnych jest duża, podobnie jak tych związków ze skorupiaków, co wskazuje, że mają one zbliżone właściwości fizyko-chemiczne [21]. W kwaśnym środowisku żołądka występujące w cząsteczkach chitosanów grupy aminowe przyjmują dodatni ładunek i łączą się z ujemnie naładowanymi resztami kwasów żółciowych. Niskie pH sprawia, że kompleksy chitosanów z kwasami żółciowymi stają się nierozpuszczalne i są wydalane z organizmu [18].

#### INNE WŁAŚCIWOŚCI ZWIĄZKÓW BIOLOGICZNE AKTYWNYCH ZAWARTYCH W GRZYBACH JADALNYCH

Chitosany,  $\beta$ -glukany i polifenole znajdujące się w grzybach wpływają nie tylko na system odpornościowy, utrzymują homeostazę organizmu, zapobiegają powstawaniu udarów mózgu, obniżają ciśnienie krwi oraz wykazują działanie hipoglikemizujące. Ponadto mają właściwości przeciwtleniające, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwcukrzycowe i przeciwzapalne [30].

#### PIŚMIENNICTWO

- [1] Bakkers J., Kijne J.W., Spaink H.P.: Function of chitin oligosaccharides in plant and animal development. In: Chitin and Chitinases. Eds.: Jollies P., Muzzarelli R.A.A. Birkhäuser Verlag Basel, Switzerland, 1999; 71–83.
- [2] Burton K.S., Noble R.: The influence of mushroom quality. Post Harvest Biology and Technology, 1993; 3: 39–47
- [3] Cheung P.C.K.: Dietary fiber content and composition of some edible fungi determined by two methods of analysis. J. Sci. Food Agric, 1996; 72: 255–260
- [4] Chihara G.: Antitumor and metastasis – inhibitory activities of Lentinan as an immunomodulator: an overview. Cancer Detect. Prev, 1987; 1: 423–443
- [5] Endo A.: Chemistry, biochemistry and pharmacology of HMG CoA reductase inhibitors. Klin. Wochenschr, 1988; 66: 421–427
- [6] Filipiek J.: The effect of the mushroom *Pleurotus ostreatus* on the lipid peroxidation of phosphatidylcholine liposomes. Pharmazie, 1992; 47: 393
- [7] Goycoolea F.M., Argüelles-Monal W., Higuera-Ciapara: Chitin and Chitosan. Elsevier Science Series Developments in Food Science, 2000; 41: 265–308
- [8] Grzywacz A.: Grzyby leśne. Państw. Wydaw. Rol. i Leśne, 1988, Warszawa
- [9] Hobbs Ch.: Medicinal mushrooms: an exploration of tradition, healing, and culture. Botanica Press, Santa Cruz, 1995; 252
- [10] Knoop M.: Pilze. Bestimmen, Sammeln, Zubereiten. 1997, Falken Verlag, Niedernhausen
- [11] Konno K.: Biologically active components of poisonous mushrooms. Food Rev. Intern, 1995; 11: 83–107
- [12] Koyama Y., Katsuno Y., Miyoshi N., Hayakawa S., Mita T., Muto H., Isemura S., Aoyagi Y., Isemura M.: Apoptosis induction by lectin isolated from the mushroom *Boletopsis leucomelas* on U937 cells. Biosci. Biotechnol. Biochem, 2002; 66: 784–789
- [13] Liu F., Ooi V.E.C., Chang S.T.: Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. Life Sci., 1997; 60: 763–771

Wykazano, że wodne, etanolowe oraz metanolowe ekstrakty z grzybów hamują utlenianie tłuszczów [6], a także usuwają nadtlarki oraz wolne rodniki hydroksylowe [13]. Zdolności przeciwutleniające grzybów wzmagają obecność witaminy C, aminokwasów fenolowych oraz selenobiałek. Selen jest elementem centrum aktywnego peroksydazy glutationowej, która spełnia w organizmie funkcję jednego z najistotniejszych przeciwutleniaczy.

Działanie przeciwbakteryjne grzybów jest związane m.in. z obecnością chitosanów i chityny, przy czym zdolność hamowania rozwoju bakterii, grzybów i wirusów nasila się wraz ze zmniejszeniem masy cząsteczkowej pochodnych chityny i polega na zmianie adhezji bakterii do podłoża [28]. Chitynę i chitosany stosuje się również do leczenia otwartych ran, ponieważ znoszą uczucie bólu [31]. Zdolność ta jest właściwa dla różnych typów ran m.in. oparzeń, otarć, owrzodzeń i przeszczepów skóry [19]. Chityna i chitosany pobudzają orientację włókien kolagenowych i komórek zrębowych, wpływając w ten sposób na zmniejszenie blizn i przyspieszenie gojenia się ran [1], dodatkowo zabezpieczają ranę przed drobnoustrojami wytwarzając cienką powłokę (film). Chitosany stosowane są w przemyśle farmaceutycznym jako nośnik leków, a także jako preparaty odchudzające, gdyż zmniejszają przyswajalność lipidów z pożywienia. Ich zdolność do redukcji masy ciała udowodniły badania przeprowadzone w dwóch grupach ochotników liczących po 100 osób otrzymujących dietę niskokaloryczną. U pacjentów, którym podawano przez cztery tygodnie po dwie tabletki chitosanu, zaobserwowano zmniejszenie nadwagi o ponad 7 kg, a w grupie kontrolnej średni ubytek masy ciała wynosił 3 kg [29].

#### PODSUMOWANIE

Grzyby są surowcem powszechnie dostępnym w Polsce. Można je spożywać zarówno świeże, jak i przetworzone np. przez suszenie, marynowanie, mrożenie. W ostatnich latach nastąpił na świecie znaczny rozwój hodowli grzybów, również w Polsce produkcja ta systematycznie wzrasta. Liczne badania naukowe wskazują, że związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach zapobiegają powstawaniu oraz wspomagają leczenie chorób cywilizacyjnych (miażdżycy, nowotwory). Zaleca się więc uwzględnianie grzybów jadalnych w naszych jadłospisach ze względu na ich właściwości zdrowotne.

- [14] Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L.: Commercial mushrooms: quality and effect of cooking. *Food Chem*, 2004; 84: 201–206
- [15] Mattila P., Könkö K., Euroola M., Pihlava J.A., Astola J., Vahteristo L., Hietaniemi V., Kumpulainen J., Valtonen M., Piironen V.: Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J. Agric. Food Chem*, 2001; 49: 2343–2348
- [16] Mizuno T.: Yamabushitake, *Herichium erinaceum*: bioactive substances and medicinal utilization. *Food Rev. Intern*, 1995a; 11: 173–178
- [17] Mizuno T.: Bioactive biomolecules of mushrooms: food function and medicinal effect of mushroom fungi. *Food Rev. Intern*, 1995b; 11: 7–21
- [18] Muzzarelli R.A.A.: Clinical and biochemical evaluation of chitosan for hypercholesterolemia and overweight control. In: *Chitin and Chitinases*. Eds.: Jollies P., Muzzarelli R.A.A. Birkhauser Verlag Basel, Switzerland, 1999; 293–304
- [19] Ohshima Y., Nishino K., Yonekura Y., Kishimoto S., Wakabayashi S.: Clinical application of chitin non – woven fabric as wound dressing. *Eur. J. Plastic Surgery*, 1987; 10: 66–69
- [20] Piekarska J., Łoś-Kuczera M.: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. PZWL, 1983, Warszawa
- [21] Pochanavanich P., Suntornsuk W.: Fungal chitosan production and its characterization. *Lett. Appl. Microbiol*, 2002; 35: 17–21
- [22] Reshetnikov S.V., Wasser S.P., Tan K.K.: Higher Basidiomycota as a source of antitumor and immunostimulating polysaccharides. *Int. J. Med. Mushrooms*, 2001; 3: 361–394
- [23] Ripsin C.M., Keenan J.M., Jacobs D.R., van Horn L., Liu K., Turnbull W.H., Thye F.W., Kestin M.: Oat products and lipidlowering. A meta-analysis. *J. Am. Med. Assoc*, 1992; 267: 3317–3325
- [24] Sadler M.: Nutritional properties of edible fungi. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 2003; 28: 305–308
- [25] Smith J.E., Rowan N.J., Sullivan R.: Medicinal mushrooms: a rapidly developing area of biotechnology for cancer therapy and other bioactivities. *Biotech. Letters*, 2002; 24: 1839–1845
- [26] Solomon P., Wasser S.P., Weis A.: Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective. *Critical Rev. Immunol*, 1999; 19: 65–96
- [27] Spolar M.R., Beelman R.B., Royse D.J., Simons S.: Selenium enrichment of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Mushroom News*, 1998; 46: 26–33
- [28] Synowiecki J., Al-Khateeb N.A.: Mycelia of *Mucor rouxii* as a source of chitin and chitosan. *Food Chem*, 1997; 60: 605–610
- [29] Ventura P., In: *Chitin Enzymology*. Eds.: Muzzarelli R.A.A., Atec Edizioni, Italy, 1996; 2: 55
- [30] Wasser S.P., Weis A.L.: Medicinal mushrooms. Reishi mushroom (*Ganoderma lucidum*). Ed.: Nevo E. Peledfus Publ. Co, Haifa, 1997; 39
- [31] Zerrouk N., Mennini N., Maestrelli F., Chemtob Ch., Mura P.: Comparison of the effect of chitosan and polyvinylpyrrolidone on dissolution properties and analgesic effect of naproxen. *Europ. J. Pharm. Biopharm*, 2004; 57: 93–99