

MAREK SIWULSKI, KRZYSZTOF SOBIERALSKI, IWONA SAS-GOLAK

## Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów występujących w polskich lasach

Nutritional and health-promoting value of mushrooms in Polish forests

### ABSTRACT

Siwulski M., Sobieralski K., Sas-Golak I. 2014. Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów występujących w polskich lasach. Sylwan 158 (2): 151-160.

Mushrooms found in Polish forests are characterized by high nutritional value. They provide proteins, carbohydrates, fatty acids, fiber, vitamins and minerals. Both commonly harvested and medicinal species contain a lot of substances that are health-promoting active. Their antioxidant, anti-cancer, anti-bacterial properties were demonstrated. Recent studies have not confirmed the health hazards caused by excessive accumulation of heavy metals in fruiting bodies.

### KEY WORDS

edible mushrooms, medicinal mushrooms, bioactive substances, polysaccharides, antioxidants

### ADDRESSES

Marek Siwulski – e-mail: [fungus@up.poznan.pl](mailto:fungus@up.poznan.pl)  
Krzysztof Sobieralski  
Iwona Sas-Golak

Katedra Warzywnictwa; Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Dąbrowskiego 159; 60-594 Poznań

### Wstęp

Według szacunków na terenie Polski występuje około 4500 gatunków grzybów wielkoowocnikowych, z czego 1100-1400 zalicza się do potencjalnie jadalnych [Grzywacz 2010]. Do grzybów trujących zakwalifikowano 200-250 gatunków, a 2850-3200 uznano za niejadalne i nieszkodliwe [Grzywacz 2003]. Polacy należą do nacji chętnie zbierających grzyby leśne [Kalac 2009]. Przeciętni zbieracze grzybów rozpoznają kilka-kilkanaście gatunków, natomiast wytrawni nawet 40-60.

Według Rozporządzenia Ministra Zdrowia [2008] do handlu i obrotu dopuszczono 33 gatunki grzybów leśnych. Należą do nich m.in. borowik szlachetny (*Boletus edulis*), pieprznik jadalny (*Cantharellus cibarius*), koźlarz babka (*Leccinum scabrum*), koźlarz grabowy (*L. carpini*) i koźlarz czerwony (*L. aurantiacum* syn. *L. rufum*), mleczaj rydz (*Lactarius deliciosus*) i mleczaj smaczny (*L. volemus*), gąska zielonka (*Tricholoma equestre*), czubajka kania (*Macrolepiota procera*), podgrzybek brunatny (*Xerocomus badius*), maślak zwyczajny (*Suillus luteus*) oraz opieńka miodowa (*Armillaria mellea*). Pod ścisłą ochroną znajduje się obecnie 90 gatunków grzybów. Należą tu m.in. wszystkie gatunki smardzy (*Morchella* sp.), ozorek dębowy (*Fistulina hepatica*), wszystkie gatunki soplówki (*Hericium* sp.), purchawica olbrzymia (*Langermannia gigantea*), szmaciak gałęzisty (*Sparassis crispa*) oraz żagiew okółkowa (*Polyporus umbellatus*). Włóknoustek ukośny (*Inonotus obliquus*) objęty jest ochroną częściową [Rozporządzenie... 2004].

W latach 2001-2004 średni roczny skup grzybów w Polsce dokonany przez przedsiębiorstwo „Las” wynosił 3,4 tys. ton, z czego 51% przypadało na kurkę (pieprznik jadalny). Najwięcej grzybów pochodziło z województwa wielkopolskiego i zachodniopomorskiego [Roczniki

statystyczne 2001-2005]. Eksport grzybów w latach 2000-2004 wynosił 8,7 tys. ton [Głowacki 2006]. Nie ma obecnie precyzyjnych danych na temat spożycia grzybów leśnych w naszym kraju. Szacuje się, że podobnie jak w innych krajach Europy Środkowowschodniej, może ono wynosić kilka kilogramów rocznie na mieszkańca, a w niektórych przypadkach przekraczać 10 kg [Isildak i in. 2004].

Tradycja wykorzystania grzybów w polskiej kuchni jest wielowiekowa. Przez lata przypisywano im głównie walory smakowe oraz zapachowe, a wiedza na temat ich wartości odżywczej była ograniczona. Sytuacja zmieniła się w ciągu ostatnich dwudziestu lat, gdy wielokrotnie liczbę badań naukowych nad grzybami dziko rosnącymi [Kalac 2012]. Przeprowadzone badania wykazały, że grzyby pozyskiwane ze stanowisk naturalnych zawierają wiele cennych składników, a niektóre gatunki wykazują dodatkowo działanie prozdrowotne [Rajewska, Bałasińska 2004; Ribeiro i in. 2006; Sarikurcu i in. 2008]. Według Sancheza [2004], do celów kulinarnych oraz leczniczych wykorzystywanych jest obecnie około 200 gatunków grzybów pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych.

### Wartość odżywcza grzybów

Walory odżywcze grzybów są coraz bardziej doceniane. Potwierdzają je wyniki badań prowadzonych w ostatnich dziesięcioleciach. Grzyby zawierają cenne białka, węglowodany, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, wiele składników mineralnych oraz niektóre witaminy [Guardia i in. 2005; Tsai i in. 2008].

Zawartość suchej masy w gatunkach pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych waha się od 10,2% u maślaka do 13,4% u kozłarza [Rajewska, Bałasińska 2004]. Dadakova i in. [2009] stwierdzili, że zawartość suchej masy u podgrzybka brunatnego wynosi od 8,8 do 15,2%.

Białka stanowią w grzybach 3-4% świeżej masy owocnika, co stanowi 19-39% suchej masy. W gatunkach rosnących dziko zawartość białka waha się od 9,9% s.m. u pieprznika jadalnego [Danell, Eaker 2006] do 28-33% s.m. w borowiku szlachetnym [Bauer-Petrovska 2001]. W owocnikach grzybów jadalnych występują wszystkie aminokwasy egzo- i endogenne stanowiące budulec białek [Sobieska i in. 2006]. Przynajmniej 34-89%, zależnie od gatunku [Dabbour, Takruri 2002].

Węglowodany stanowią 4,7-6,9% świeżej masy owocników grzybów, z czego 2,7-3,9% przypada na błonnik pokarmowy. Wśród cukrów wyróżniamy cukry proste, dwucukry, wielocukry, a także kompleksy cukrowo-białkowe. Szczególnie cenną grupą związków są polisacharydy, wykazujące wielokierunkowe działanie prozdrowotne. Błonnik pokarmowy stanowi głównie nierozpuszczalna w wodzie chityna oraz rozpuszczalne  $\beta$ -glukany i chitozany [Sadler 2003]. Dzięki ich zawartości owocniki grzybów traktowane są jako potencjalne prebiotyki, stymulujące rozwój pożytecznych bakterii w przewodzie pokarmowym, i zaliczane są do żywności funkcjonalnej [Aida 2009].

Do cennych składników zawartych w grzybach należą niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, w tym kwas linolenowy. Owocniki grzybów zawierają od 0,4 do 0,9% tłuszczów. Występuje w nich korzystna proporcja kwasów tłuszczowych nasyconych do nienasyconych. W badaniach Yilmaz i in. [2006] wykazano, że 30% całkowitej zawartości tłuszczów w owocnikach borowika szlachetnego stanowią wielonienasycone kwasy tłuszczowe.

Grzyby są dobrym źródłem składników mineralnych, głównie potasu, fosforu, wapnia i magnezu [Falandyś 2001; Matilla i in. 2001]. Spośród gatunków występujących dziko wysoką zawartością potasu charakteryzują się borowik szlachetny, kozłarz babka oraz pieprznik jadalny [Barros i in. 2008]. W owocnikach różnych gatunków grzybów stwierdzono także obecność pierwiastków śladowych, takich jak miedź, cynk, żelazo, mangan, molibden i selen.

W grzybach stwierdzono obecność wielu witamin, zwłaszcza ryboflawiny ( $B_2$ ), niacyny ( $B_3$ ) i folacyny ( $B_9$ ). Ponadto grzyby zawierają niewielkie ilości witaminy C,  $B_1$ , a także śladowe ilości witaminy  $B_{12}$ ,  $D_2$  oraz E [Grangeia i in. 2011]. Niektóre gatunki o zabarwieniu pomarańczowym, np. pieprznik jadalny, są źródłem prowitaminy A. Wśród gatunków dziko rosnących wysoka zawartością witamin wyróżnia się maślak zwyczajny.

Największą wartością odżywczą charakteryzują się grzyby bezpośrednio po zbiorze. Mała trwałość świeżych owocników stwarza konieczność ich utrwalenia lub przetworzenia. Do najczęściej stosowanych metod utrwalania owocników grzybów leśnych należą mrożenie, apertyzacja oraz suszenie. Do produkcji konserw sterylizowanych nadają się pieprznik jadalny, borowiki, rydze i gąska zielonka. Do produkcji mrozonek wykorzystuje się głównie borowiki, rydze i pieprznika jadalnego. Mrożenie pozwala najpełniej zachować smak i aromat grzybów. Uważa się ponadto, że mrożonki mają większą wartość odżywczą niż konserwy sterylizowane [Bernas, Jaworska 2010].

### Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach dziko rosnących

Badania dotyczące właściwości prozdrowotnych grzybów występujących dziko prowadzono w wielu krajach w ciągu kilkudziesięciu ostatnich lat. Jako pierwsze pojawiły się doniesienia o przeciwnowotworowych właściwościach borowika szlachetnego [Lukas 1957]. Według obecnego stanu wiedzy za szereg właściwości leczniczych grzybów odpowiadają substancje biologicznie aktywne, które można zaliczyć do kilku głównych grup, tj. polisacharydów, triterpenoidów, specyficznych białek i związków fenolowych.

Najliczniejszą grupą substancji aktywnych w grzybach stanowią polisacharydy [Mantovani i in. 2008]. W tej grupie związków szczególne miejsce zajmują (1→3)(1→6)- $\beta$ -glukany.  $\beta$ -glukany zawarte w grzybach różnią się budową, rozpuszczalnością w wodzie, wielkością cząsteczki i masą cząsteczkową, dzięki czemu poszczególne  $\beta$ -glukany wykazują nieco odmienne działanie lecznicze [Chen, Seviour 2007].  $\beta$ -glukany charakteryzują się przede wszystkim silnymi właściwościami przeciwnowotworowymi, które wynikają ze zdolności stymulowania układu immunologicznego [Ooi 2008; Minato 2010]. Polisacharydy zawarte w ścianie komórkowej grzybów wykazują również inne działania terapeutyczne, w tym hipoglikemiczne i antyoksydacyjne [Wasser 2002; Stachowiak, Reguła 2012]. Liczne badania potwierdziły obecność polisacharydów w różnych gatunkach grzybów leśnych, np. *Lactarius bertillonii*, *L. vellereus* i *Xerocomus chrysenteron* [Heleno i in. 2012]. Kolejną ważną grupę substancji aktywnych pochodzenia grzybowego stanowią triterpenoidy. Stwierdzono, że wykazują one działanie przeciwko wirusowi HIV-1 oraz wirusowi opryszczki [Mothana i in. 2003]. Inne badania potwierdziły zdolność triterpenoidów do hamowania syntezy cholesterolu, obniżania ciśnienia krwi oraz zmniejszania agregacji płytek krwi, przez co wpływają na zmniejszenie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych [Berger i in. 2004].

Związki fenolowe odpowiadają za antyoksydacyjne właściwości grzybów [Palacios 2011; Heleno i in. 2012]. Lo i Cheung [2005] wykazali aktywność antyoksydacyjną metanolowych ekstraktów z siedmiu gatunków grzybów dziko rosnących, wynikającą z zawartości fenoli,  $\beta$ -tokoferolu i  $\beta$ -karotenu. Spośród gatunków występujących dziko aktywność przeciwutleniającą wykazują gatunki z rodzaju borowik [Tsai i in. 2007; Yang i in. 2007], kozłarz [Kukina i in. 2007], maślak [Sarikurkcü 2008] i pieprznik [Barros i in. 2007]. Owocniki maślaka zawierają kwercetynę, związek będący bardzo silnym antyutleniaczem [Ribeiro i in. 2006].

Z grzybów wyizolowano również związki o charakterze naturalnych antybiotyków. Wykazują one działanie przeciwgrzybowe i przeciwbakteryjne, zwalczając m.in. *Staphylococcus*

*aureus*, *Bacillus subtilis* i *Escherichia coli*. Hamują również wzrost mikroorganizmów odpowiedzialnych za problemy skórne, m.in. *Pityrosporum ovale*, *Staphylococcus epidermidis* i *Propionibacterium acnes* [Rathe i in. 2012]. Lakownica czerwonawa (*Ganoderma pfeifferi*) zawiera związek o budowie seskwiterpenowej hamujący wzrost *S. aureus* i innych opornych bakterii [Mothana i in. 2000]. Steroidy wyizolowane z lakownicy spłaszczonej (*G. applanatum*) wykazują aktywność przeciwko wielu bakteriom gram(+) i gram(-) [Smania i in. 1999].

## Charakterystyka wybranych gatunków grzybów jadalnych i leczniczych

Poniżej scharakteryzowano wartość odżywczą i prozdrowotną kilku popularnych w Polsce gatunków grzybów jadalnych pozyskiwanych ze środowiska naturalnego: borowika szlachetnego, pieprznika jadalnego, koźlarza czerwonego, maślaka zwyczajnego i podgrzybka brunatnego (tab.) oraz właściwości dwóch gatunków leczniczych: lakownicy lśniącej i soplówki jeżowatej.

Borowik szlachetny (*Boletus edulis* Bull. Fr.), nazywany popularnie prawdziwkiem, występuje zarówno w lasach iglastych, liściastych, jak i mieszanych. Grzyb ten tworzy mykoryzę z licznymi gatunkami drzew, najczęściej ze świerkami, sosnami i dębami. Owocniki pojawiają się w okresie od maja do listopada. Prawdziwek jest jednym z najbardziej poszukiwanych grzybów jadalnych, wysoko cenionym ze względu na walory smakowe, zapachowe oraz wartości odżywcze. Owocniki zawierają 8 aminokwasów egzogennych oraz wyróżniają się wysoką zawartością soli mineralnych, w tym selenu (20 ppm w suszonych owocnikach) [Sobieska i in. 2006]. Zawartość  $\beta$ -glukanów w gotowanych owocnikach borowika wynosi 415,5 mg/100g, co stanowi 4,8% całkowitej ilości błonnika pokarmowego [Manzi i in. 2004]. Udokumentowano również szereg działań prozdrowotnych wykazywanych przez owocniki tego gatunku. Lucas i in. [1957] udowodnili ich skuteczność w zwalczaniu komórek mięsaka Sarcoma S-180 u myszy. W następnych latach wyizolowano z borowika kolejne związki wykazujące działanie lecznicze. Lektyna, związek o charakterze białka, wykazywała potencjalne działanie antyrakowe oraz hamowała namnażanie wirusa HIV. Związki fenolowe, w tym polifenole i flawonoidy, których obecność stwierdzono w borowiku, charakteryzują się silnymi właściwościami przeciwtłuszczeniowymi [Yang

### Tabela.

Skład chemiczny 100 g części jadalnych grzybów według Rajewskiej i Bałasińskiej [2004]  
Chemical composition of 100 g of mushroom edible parts based on Rajewska and Bałasińska [2004]

Składnik	<i>B. edulis</i>	<i>C. cibarius</i>	<i>L. rufum</i>	<i>S. luteus</i>
Woda [g]	87,2	89,1	86,6	90,8
Białko [g]	3,6	1,5	3,4	1,7
Tłuszcze ogółem [g]	0,5	0,8	0,8	0,9
Węglowodany ogółem [g]	5,8	6,6	6,5	5,1
Błonnik pokarmowy [g]	3,8	3,2	3,9	2,7
Popiół [g]	1,1	1,3	1,0	0,6
Potas [mg]	84,0	67,0	91,0	49,0
Wapń [mg]	3,0	7,0	3,0	3,0
Magnez [mg]	15,0	10,0	b.d.	9,0
Żelazo [mg]	1,4	2,3	2,3	2,2
Witamina B <sub>1</sub> [mg]	0,033	0,044	0,098	0,062
Witamina B <sub>2</sub> [mg]	0,370	0,384	0,431	0,283
Witamina PP [mg]	4,90	0,86	4,79	10,30
Witamina C [mg]	b.d.	7,2	7,9	9,4

b.d. – brak danych; no data

i in. 2007]. Aktywność antyoksydacyjną wykazują etanolowe i metanolowe, a w mniejszym stopniu wodne ekstrakty z borowika [Tsai i in. 2007].

Pieprznik jadalny (*Cantharellus cibarius* Fr.), nazywany często kurką, jest gatunkiem mykoryzowym, pospolitym w Polsce, choć w niektórych rejonach zanikającym. Owocniki spotykane są w lasach liściastych i iglastych, często na piaszczystych, kwaśnych glebach, pod świerkami, pośród mchów. Występuje gromadnie, owocuje od czerwca do października. Owocniki *C. cibarius* są cenione ze względu na aromat i wyborny smak. Charakteryzują się również działaniem prozdrowotnym. Valentao i in. [2005] wykazali obecność w owocnikach 6 związków fenolowych odpowiedzialnych za właściwości przeciwutleniające oraz 5 kwasów organicznych. Barros i in. [2008] stwierdzili w owocnikach *C. cibarius* zawartość związków aktywnych, tj. fenoli, flawonoidów, kwasu askorbinowego,  $\beta$ -karotenu i likopenu. Wykazali również silną aktywność antybakteryjną owocników tego gatunku przeciwko *Bacillus cereus*, *B. subtilis* oraz *Staphylococcus aureus*.

Kozłzarz czerwony (*Leccinum aurantiacum* syn. *L. rufum*) nazywany kozakiem, jest grzybem jadalnym, powszechnie zbieranym, o dużych walorach smakowych. Występuje w lasach mieszanych i liściastych, zaroślach, parkach, pod pojedynczymi osikami rosnącymi poza lasem. Tworzy mykoryzę z topolami, najczęściej z osiką. Rośnie od maja do listopada. Owocniki tego gatunku stanowią potencjalne źródło antyoksydantów. Kukina i in. [2007] wykazali w owocnikach *L. aurantiacum* obecność polifenoli decydujących o właściwości przeciwutleniających. Witkowska i in. [2011] stwierdzili w owocnikach tego gatunku wysoką zawartość polifenoli, przekraczającą 100 mg/100 g świeżej masy.

Maślak zwyczajny (*Suillus luteus* (L.) S.F.G), nazywany również pępkiem, ślimakiem i maślakiem sosnowym, jest w Polsce gatunkiem bardzo pospolitym, występującym od maja do października, a przy cieplej jesieni i późnej zimie nawet do połowy grudnia. Tworzy mykoryzę z drzewami iglastymi i nielicznymi gatunkami drzew liściastych. Rośnie głównie pod sosnami. Owocniki maślaka zwyczajnego wykorzystywane są do smażenia, duszenia, przygotowania zup lub sosów, a także do marynowania. Owocniki *S. luteus* mają również udokumentowane działanie prozdrowotne. Riberio i in. [2006] stwierdzili występowanie w owocnikach kwercetyny, będącej jednym z najsilniejszych przeciwutleniaczy. Sarikurkcui i in. [2008] wykazali aktywność antyoksydacyjną ekstraktu z owocników *S. luteus*.

Podgrzybek brunatny (*Xerocomus badius* (Fr.) Kühn. ex Gilb.) jest gatunkiem bardzo pospolitym. Owocniki pojawiają się od czerwca do listopada w starych drzewostanach iglastych, głównie sosnowych, rzadziej w lasach liściastych i mieszanych, pod sosnami i świerkami oraz pod dębami i bukami. Owocniki często występują gromadnie, zwykle na glebie piaszczystej o kwaśnym odczynie. Owocniki tego gatunku można wykorzystać kulinarnie na wiele sposobów. Nadają się także do marynowania. W stanie surowym są trujące. Z owocników *X. badius* wyizolowano dwie frakcje polisacharydów o właściwościach antynowotworowych [Węgiel i in. 2001]. Ponadto wykazano antyoksydacyjne właściwości metanolowego ekstraktu z *X. badius*. Stwierdzono, że zawiera on wysoką zawartość polifenoli i  $\alpha$ -tokoferolu [Elmastas i in. 2007].

Lakownica lśniaca (*Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst.) jest gatunkiem o wyjątkowo cennych właściwościach prozdrowotnych. Na terenie Polski występuje rzadko i obecnie podlega całkowitej ochronie. W krajach azjatyckich owocniki tego gatunku pozyskiwane są z uprawy. *G. lucidum* należy do najlepiej poznanych gatunków grzybów leczniczych. W medycynie chińskiej jest wykorzystywana od prawie czterech tysięcy lat. Preparaty otrzymywane z *G. lucidum* stosowane są od kilkudziesięciu lat również w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie. Pozytywne efekty uzyskano w przypadku ich stosowania w leczeniu raka mózgu, płuc, wątroby, trzustki oraz białaczek. Owocniki lakownicy zawierają węglowodany, białka, lipidy, witaminę B<sub>2</sub> oraz C. Są bogate

w składniki mineralne, głównie potas, wapń, magnez, mangan, żelazo, miedź i german. Owocniki oraz grzybnia lakownicy są źródłem wielu substancji o wielokierunkowym działaniu prozdrowotnym. Najcenniejsze pod względem zawartości substancji biologicznie aktywnych są zarodniki *G. lucidum* [Chen 2011]. Najważniejszymi grupami związków występującymi w *G. lucidum* są polisacharydy i triterpeny. Z owocników wyizolowano około 100 różnych polisacharydów, które odpowiadają za działanie antynowotworowe, immunomodulacyjne, przeciwzapalne, przeciwwirusowe [Shiao 2003]. W owocnikach oraz grzybni stwierdzono obecność ponad 120 triterpenoidów, wśród których szczególnie działanie lecznicze przypisywane jest kwasom ganodermycznym [Huie, Di 2004]. Wykazują one właściwości przeciwzapalne, przeciwzakrzepowe, antybakteryjne, antywirusowe, obniżają także ciśnienie oraz poziom cholesterolu we krwi [Russell, Paterson 2006]. Z owocników *G. lucidum* wyizolowano również białko LZ-8 o działaniu immunomodulacyjnym.

Soplówka jeżowata (*Hericium erinaceus* (Bull Fr.) Pers.) jest gatunkiem rzadko spotykanym w Polsce. Wszystkie gatunki z rodziny soplówkowatych objęte są obecnie ścisłą ochroną. Występuje na martwych lub zamierających drzewach liściastych, takich jak dąb, klon, buk, orzech i wiąz. Charakteryzuje się występowaniem wielu biologicznie aktywnych substancji. Należą do nich hericenony będące związkami fenolowymi o właściwościach cytotoksycznych. Inną grupę stanowią erynacyny mające budowę diterpenoidów, wykazujące zdolność stymulowania syntezy czynnika wzrostu komórek nerwowych [Kawagishi i in. 2002]. Wang i in. [2001] wyizolowali z soplówki polisacharydy o silnych właściwościach antynowotworowych. W tradycyjnej medycynie chińskiej i japońskiej soplówka wykorzystywana była do leczenia wielu chorób. Stosowano ją między innymi w przypadku wrzodów żołądka, zapaleń i nowotworów układu pokarmowego. Współcześnie wielu badaczy udokumentowało prozdrowotne działanie soplówki jeżowatej. Najbardziej obiecująca wydaje się zdolność stymulowania czynnika wzrostu komórek nerwowych, co stwarza potencjalne możliwości wykorzystania tego gatunku w leczeniu choroby Alzheimera oraz usuwaniu skutków udarów mózgu [Wong i in. 2007]. Wong i in. [2009] wykazali antyoksydacyjne właściwości metanolowych ekstraktów ze świeżych i suszonych owocników soplówki. Potwierdzili również aktywność przeciwbakteryjną tych ekstraktów w stosunku do *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Escherichia coli* oraz w mniejszym stopniu zdolność hamowania wzrostu grzybów, np. *Candida albicans*. Udokumentowano działanie przeciwnowotworowe ekstraktów z soplówki w stosunku do komórek białaczki [Kim i in. 2011a] oraz raka jelita grubego [Kim i in. 2011b]. Kim i in. [2012] wykazali, że  $\beta$ -glukany obecne w wodnych i etanolowych ekstraktach z soplówki jeżowatej stymulowały układ immunologiczny, zapobiegając uszkodzeniom wątroby powodowanym przez *Salmonella typhimurium*.

### Zawartość metali ciężkich w owocnikach grzybów

Omawiając wartość odżywczą grzybów, należy również rozważyć ewentualne zagrożenie dla zdrowia wynikające z zawartości metali ciężkich w owocnikach. Grzyby charakteryzują się wysoką zdolnością akumulacji metali ciężkich. Zdolność kumulowania poszczególnych metali ciężkich jest cechą gatunkową. Badania nad zawartością metali ciężkich w grzybach leśnych prowadziło w Polsce wielu autorów [Malinowska i in. 2004; Falandysz i in. 2007; Bielawski, Falandysz 2008]. Przedmiotem badań były owocniki różnych gatunków zebrane w wielu rejonach kraju, np. w Puszczy Augustowskiej, Wielkopolsce, okolicach Koszalina. Część badań wykazała, że nawet na terenach nieskażonych metalami ciężkimi owocniki grzybów zawierały wysokie ilości rtęci. Wysoką akumulację rtęci stwierdzono w owocnikach borowika, koźlarzy (babki i czerwonego), mniejszą natomiast w podgrzybku, maślaku i gołąbku, a najmniejszą w pieprzniku [Podlański, Mróz 2004]. Wykazano potencjalne zagrożenie dla zdrowia w przy-

padku wysokiego spożycia grzybów przez miejscową ludność. Istnieją również badania, które nie potwierdzają takiego zagrożenia. Chudzyński i in. [2011] wykazali, że spożywanie owocników *S. luteus* nie zagraża wprowadzeniem do organizmu konsumentów nadmiernych ilości rtęci. Młeczek i in. [2013a] oznaczyli zawartość metali ciężkich, w tym kadmu, kobaltu, rtęci, ołowiu i cynku, w owocnikach *L. aurantiacum*, *X. badius*, *L. deliciosus*, *B. edulis*, *C. cibarius* oraz *S. luteus*. Owocniki zostały zebrane w sześciu regionach Polski w latach 1990-2010. Stwierdzono, że spożycie tych gatunków grzybów jest bezpieczne dla zdrowia. Ponadto, rozszerzając badania nad wymienionymi gatunkami grzybów o zawartość makroskładników, autorzy wykazali, że owocniki są dobrym źródłem takich pierwiastków jak wapń, żelazo, potas, magnez, mangan i sód [Młeczek i in. 2013b]. Można zatem rekomendować spożywanie grzybów dziko rosnących w Polsce, przy czym za bezpieczną dla zdrowia konsumentów uznaje się jednorazową porcję zawierającą 250-300 g grzybów.

## Literatura

- Aida F. M. N. A., Shuhaimi M., Yazid M., Maaruf A. G. 2009. Mushrooms as a potential source of prebiotics, a review. *Trends in Food Science & Technology* 20: 567-575.
- Barros L., Baptista P., Ferreira I. 2007. Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. *Food Chem. Toxicol.* 45: 1731-1737.
- Barros L., Cruz T., Baptista P., Estevinho L. M., Ferreira I. C. F. R. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food Chem. Toxicol.* 46: 2742-2747.
- Bauer Petrovska B. 2001. Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. *Eur. Food Res. Technol.* 212: 469-472.
- Berger A., Rein D., Kratky E., Monnard I., Hajjaj H., Meirim I., Piguet-Welsch C., Hauser J., Mace K., Niederberger P. 2004. Cholesterol-lowering properties of *Ganoderma lucidum* *in vitro*, *ex vivo*, and in hamsters and minipigs. *Lipids in Health and Disease* 3: 2.
- Bernaś E., Jaworska G., Lisiewska Z. 2006. Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 5 (1): 5-20.
- Bielawski L., Falandysz J. 2008. Wybrane pierwiastki w owocnikach koźlarza babki (*Leccinum scabrum*) z okolic miasta Starachowice. *Bromat. Chem Toksyl.* 41 (1): 47-52.
- Chen J., Seviour R. 2007. Medicinal importance of fungal  $\beta$ -(1-3), (1-6)-glucans. *Mycol. Res.* 111: 635-652.
- Chen T. 2011. Cultivation and process of medicinal fungus *Ganoderma lucidum*. Training Course on Edible Mushroom Technology for Developing Countries, June 22<sup>nd</sup>-August 2<sup>nd</sup> 2011, Fuzhou, China. 152-158.
- Chudzyński K., Jarzyńska G., Stefańska A., Falandysz J. 2011. Mercury content and bio-concentration potential of Slippery Jack, *Suillus luteus*, mushroom. *Food Chem.* 125: 986-990.
- Dabbour I. R., Takruri H. R. 2002. Protein digestibility using corrected amino acid score method (PDCAAS) of four types of mushrooms grown in Jordan. *Plant Foods Hum. Nutr.* 57: 13-24.
- Dadakova E., Pelikanova T., Kale P. 2009. Content of biogenic amines and polyamines in some species of European wild-growing edible mushrooms. *Eur. Food Res. Technol.* 230: 163-171.
- Danell E., Eaker D. 2006. Amino acid and total protein content of the edible mushroom *Cantharellus cibarius* (Fries). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 60 (3): 333-337.
- Huie C. W., Di X. 2004. Chromatographic and electrophoretic methods for Lingzhi pharmacologically active components. *J. Chromatogr. B.* 812: 214-257.
- Elmastas M., Isildak O., Turkekul I., Temur N. 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *J. Food Comp. Anal.* 20 (3-4): 337-45.
- Falandysz J., Frankowska A., Mazur A. 2007. Mercury and its bioconcentration factor in King Bolete (*Boletus edulis*) Bull. Fr. Journal of Environmental Science and Health Part A 42 (14): 2089-2095.
- Falandysz J., Szymczyk K., Ichihashi H., Bielawski L., Gucia M., Frankowska A., Yamasaki S-I. 2001. ICP/MS and ICP/AES element al analysis (38 elements) of edible wild mushrooms growing in Poland. *Food Additives and Contaminants* 18 (6): 503-513.
- Grangeia C., Heleno S. A., Barros L., Martins A., Ferreira I. C. F. R. 2011. Effects of trophism on nutritional and nutraceutical potential of wild edible mushrooms. *Food Res. Int.* 44 (4): 1029-1035.
- Grzywacz A. 2003. Różnorodność gatunkowa – grzyby. W: Andrzejewski R., Weigle A. [red.]. Różnorodność biologiczna Polski. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa. 21-28.
- Grzywacz A. 2008. Różnorodność biologiczna grzybów w lasach. W: Zasoby przyrodnicze lasów polskich. Wydawnictwo PTL. 23-37.
- Grzywacz A. 2010. Wartość rynkowa zbiorów grzybów jadalnych z polskich lasów. *Sylwan* 154 (11): 731-741.
- Heleno S. A., Barros L., Queiroz M. J. R. P., Santos-Buelga C., Ferreira I. C. F. R. 2012. Phenolic, polysaccharidic and lipidic fractions of mushrooms from northeast Portugal: chemical compounds with antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60 (18): 4643-4640.

- Isildak O., Turkekul I., Elmastas M., Tuzen M. 2004. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. *Food Chemistry* 86: 547-552
- Kalac P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms, A review. *Food Chem.* 113: 9-16.
- Kalac P. 2013. A review of chemical composition and nutritional value of wild growing and cultivated mushrooms. *Journal of Science of Food and Agriculture* 93 (2): 209-218.
- Kawagishi H., Furukawa S., Zhuang C., Yunoki R. 2002. The inducer of the synthesis of nerve growth factor from lion's mane (*Hericium erinaceus*). *Explore* 11 (4): 10-17.
- Kim S. P., Kang M. Y., Choi Y. H., Kim J. H., Nam S. H., Friedman M. 2011a. Mechanism of *Hericium erinaceus* (Yamabushitake) mushroom- induced apoptosis of U937 human monocytic leukemia cells. *Food Funct.* 2: 348-356.
- Kim S. P., Kang M. Y., Kim, J. H., Nam S. H., Friedman M. 2011b. Composition and mechanism of antitumor effects of *Hericium erinaceus* mushroom extracts in tumor-bearing mice. *J. Agric. Food Chem.* 59: 9861-9869.
- Kim S. P., Moon E., Nam S. H., Friedman M. 2012. *Hericium erinaceus* mushroom extracts protect infected mice against *Salmonella typhimurium* induced liver damage and mortality by stimulation of innate immune cells. *J. Agric. Food. Chem.* 60: 5590-5596.
- Kukina T. P., Gorbunova N. A., Baianbina. N. N. 2007. Polifenoli niekórych gomobazidiálnykh gribow (*Homobasidiomyetidae*). *Chimia rastitelnowo syria* 3: 33-38.
- Lo K. M., Cheung P. C. K. 2005. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*. *Food Chem.* 89: 533-539.
- Lucas E. H. 1957. Tumor inhibitors in *Boletus edulis* and other *Holobasidiomycete*. *Antibiot. Chemotherapy* 7: 1-4.
- Malinowska E., Szefer P., Falandysz J. 2004. Metals bioaccumulation by bay bolet, *Xerocomus badius*, from selected sites in Poland. *Food Chemistry* 84: 405-416.
- Mantovani M. S., Bellini M. F., Angeli J. P. F., Oliveira R. J., Silva A. F., Ribeiro L. R. 2008.  $\beta$ -glucans in promoting health, prevention against mutation and cancer. *Mutation Research* 658: 154-161.
- Manzi P., Marconi S., Aguzzi A., Pizzoferrato L. 2004. Commercial mushrooms, nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry* 84: 201-206.
- Mattila P., K nk  K., Eurola M., Pihlava J. A., Astola J., Vahteisto L., Hieraniemi V., Kumpulainen J., Valtonen M., Pironen V. 2001. Contents of vitamins, mineral elements, and some phenolic compounds in cultivated mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2343-2348.
- Minato K. 2010. Mushrooms, Immunomodulating activity and role in health promotion. *Nutrition and Health* 5: 529-539.
- Mleczek M., Siwulski M., Stuper-Szablewska K., Rissmann I., Sobieralski K., Goliński P. 2013a. Accumulation of elements by edible mushroom species. Part I. Problem of trace element toxicity in mushrooms. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 48: 69-81.
- Mleczek M., Siwulski M., Stuper-Szablewska K., Sobieralski K., Magdziak Z., Goliński P. 2013b. Accumulation of elements by edible mushroom species. Part II. A comparison of aluminium, barium and nutritional element contents. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 48: 308-317.
- Mothana R. A. A., Awadh N. A. A., Jansen R., Wegner U., Mentel R., Lindequist U. 2003. Antiviral lanostanoid triterpenes from the fungus *Ganoderma pfeifferi* Bres. *Fitoterapia* 74: 177-180.
- Mothana R. A. A., Jansen R., Julich W. D., Lindequist U. 2000. Ganomycin A and B, new antimicrobial farnesyl hydroquinones from the basidiomycete *Ganoderma pfeifferi*. *J. Nat. Prod.* 63: 416-418.
- Ooi V. E. C. 2008. Antitumor and immunomodulatory activities of mushroom polysaccharides. W: Cheung P. C. K. [red.]. *Mushrooms as functional foods*. Wiley, Hoboken. NJ. 147-198.
- Palacios I., Lozano M., Moro C., D'Arrigo M., Rostagno M. A., Martinez J. A., Garcia-Lafuente A., Guillamon E., Villares A. 2011. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushroom. *Food Chem.* 128: 674-678.
- Podlasiński J., Mróz M. 2004. Zawartość rtęci w grzybach z terenu gminy Lipki. *Chemia i Inżynieria Ekologiczna* 11 (8): 771-774.
- Rajewska J., Bałasińska B. 2004. Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie. *Postępy Hig. Med. Dośw.* 58: 352-357.
- Rathee S., Rathee D., Rathee D., Kumar V., Rathee P. 2012. Mushrooms as therapeutic agents. *Brazilian Journal of Pharmacognosy* 22 (2): 459-474.
- Ribeiro B., Rangel J., Valentao P., Baptista P., Seabra R. M., Andrade P. B. 2006. Contents of carboxylic acids and two phenolics and antioxidant activity of dried Portuguese wild edible mushrooms. *J. Agric. Food Chem.* 54: 8530-8537.
- Roczniki statystyczne. 2001-2005. Warszawa. GUS.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie dziko występujących grzybów objętych ochroną. 2004. Dz. U. 04.168.1765.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2008 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych oraz środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy. 2008. Dz. U. 08.218.1399.



- Russell R., Paterson M. 2006. *Ganoderma* – A therapeutic fungal biofactory. *Phytochemistry* 67: 1985-2001.
- Sadler M. 2003. Nutritional properties of edible fungi. *British Nutrition Foundation Bulletin* 28: 305-308.
- Sanchez C. 2004. Mini-review, modern aspects of mushroom culture technology. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 64: 759-762.
- Sarikurku C., Tepeand B., Yamac M. 2008. Evaluation of the antioxidant activity of four edible mushrooms from the Central Anatolia, Eskisehir – Turkey, *Lactarius deterrimus*, *Suillus collitinus*, *Boletus edulis*, *Xerocomus chrysenteron*. *Bioresource Technology* 99: 6651-6655.
- Shiao M. S. 2003. Natural Products of the Medicinal Fungus *Ganoderma lucidum*: Occurrence, Biological Activities, and Pharmacological Functions. *Chem. Rec.* 3 (3): 172-180.
- Smania Jr A., Delle Monache F., Smania E. F. A., Cuneo R. S. 1999. Antibacterial activity of steroidal compounds isolated from *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat. (*Aphyllphoromycetidae*) fruit body. *In. J. Med. Mushrooms* 1: 325-330.
- Sobieska R., Gutkowska B., Lubiński O. 2006. Praktyczne możliwości wykorzystania grzybów na przykładzie dwóch gatunków jadalnych, *Boletus edulis* (Bull) (borowik szlachetny) i *Morchella esculenta* (Pers.) (smardz jadalny). *Biotechnologia* 2 (73): 89-102.
- Stachowiak B., Reguła J. 2012. Health-promoting potential of edible macromycetes under special consideration of polysaccharides, a review. *Eur. Food Res. Technol.* 234: 369-380.
- Tsai S-Y., Tsai H-L., Mau J-L. 2007. Antioxidant properties of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. *LWT- Food Science and Technology* 40: 1392-1402.
- Tsai S-Y., Tsai H-L., Mau J-L. 2008. Non-volatile taste components of *Agaricus blazei*, *Agrocybe cylindracea* and *Boletus edulis*. *Food Chemistry* 107: 977-983.
- Valentão P., Andrade P. B., Rangel J., Ribeiro B., Silva B. M., Baptista P., Seabra R. M. 2005. Effect of the Conservation Procedure on the Contents of Phenolic Compounds and Organic Acids in Chanterelle (*Cantharellus cibarius*) Mushroom. *J. Agric. Food Chem.* 53 (12): 4925-4931.
- Wang J. Ch., Hu S. H., Lee W. L., Tsai L. Y. 2001. Antimutagenicity of extracts of *Hericium erinaceus*. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences* 17 (5): 230-238.
- Wasser S. P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 3: 258-274.
- Węgiel J., Końska G., Guillot J., Muszyńska B., Bohatier J., Kohlmunzer S. 2001. Isolation and antimutagenic activity of polysaccharides from fruit bodies of *Xerocomus badius* (Fr.) Kuhn. ex Gilib. *Acta Biol Cracov Bot.* 43: 59-64.
- Witkowska A. M., Zujko M. E., Mironczuk-Chodakowska I. 2011. Comparative study of wild edible mushrooms as sources of antioxidants. *Int. J. Med. Mush.* 13 (4): 335-341.
- Wong K. H., Sabaratnam V., Abdullah N., Kuppasamy U. R., Naidu M. 2009. Effects of cultivation techniques and processing on antimicrobial and antioxidant activities of *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. Extracts. *Food Technol. Biotechnol.* 47 (1): 47-55.
- Wong K. H., Sabaratnam V., Abdullah N., Naidu M., Keynes R. 2007. Activity of aqueous extracts of lion's mane mushroom *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) Pers. (*Aphyllphoromycetidae*) on the neural cell line NG108-15. *Int. J. Med. Mushr.* 9: 57-65.
- Yang W.-Q., Qin X.-D., Shao H.-J., Fang L.-Z., Wang F., Ding Z.-H., Dong Z.-J., Liu J.-K. 2007. New phenylethanediols from the culture broth of *Boletus edulis*. *Journal of Basic Microbiology* 47: 191-193.
- Yilmaz N., Solmaz M., Turkekel I., Elmastas M. 2006. Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. *Food Chemistry* 99: 168-174.

## SUMMARY

### Nutritional and health-promoting value of mushrooms in Polish forests

The review includes characteristics of nutritional and health-promoting properties of mushroom species occurring in Polish forests. Among the nearly 4,500 species from 1,100 to 1,400 is potentially edible. Wild-growing edible mushrooms have been a very popular delicacy in Poland. Their consumption is on average a few kilograms per capita per year. Mushrooms have long been valued mainly for their taste and aroma. Contemporary knowledge of the nutritional value of mushrooms results from intensified research on wild-growing species that were carried out in last decades.

The species commonly collected in the Polish forests include *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Leccinum rufum*, *Suillus luteus* and *Xerocomus badius*. Fruiting bodies of these species are

a valuable source of amino acids, carbohydrates, fatty acids, minerals and vitamins. Recent studies have also demonstrated that the fruiting bodies of wild mushrooms contain many bioactive components, including polysaccharides, specific proteins, phenolic compounds that are responsible for antioxidant, anti-fungal and antibacterial activity. Medicinal mushrooms e.g. *Ganoderma lucidum* and *Herichium erinaceus* are characterised by higher amounts of substances exhibiting a broad spectrum of health-promoting activities in comparison to edible species. *G. lucidum*, in addition to the above-mentioned health-related properties, exhibits a strong immunomodulating action, the capacity to reduce blood pressure and cholesterol level. *H. erinaceus* is distinguished by the ability to stimulate nerve growth factor.

Some studies indicated the risk to human health caused by the consumption of fruiting bodies containing excessive amounts of heavy metals. The capacity to accumulate heavy metals, especially mercury, concerns some mushroom species, including *B. edulis* and *X. badius*. However, the results of recent research, which comprised six species of mushrooms collected on Polish territory in twenty years, did not confirm the existence of such a threat. Mushrooms can be recommended as a valuable dietary supplement.

## Errata

W artykule „Wpływ rodzaju pobieranego pokarmu na skład mikrofauny żwacza daniela europejskiego” opublikowanym w numerze 1/2014 „Sylwana” na stronie 64 zamieszczono następujący tekst: „Charakterystykę diety oparto na procentowym udziale suchej masy poszczególnych rodzajów pokarmu. Jej zróżnicowanie opisano pod względem:

- a) liczby rodzajów pokarmu,
- b) szerokości niszy pokarmowej określonej wskaźnikiem Levinsa [1968], standaryzowanym do skali 0-1 według formuły Hurlberta [1978]:

$$B_{sta} = \frac{1}{\sum p_i^2} - 1 \quad [2]$$

gdzie:

- $B_{max}$  – liczba wszystkich rodzajów pokarmu zjadanych przez badaną populację,
- $p_i$  – proporcja  $i$ -tej kategorii pokarmu w diecie.
- udziału masy poszczególnych rodzajów pokarmu,
- ważności pokarmów opisanych wskaźnikiem Bruno, Apolonio [1991].”

Powinien on brzmieć następująco:

„Charakterystykę diety oparto na procentowym udziale suchej masy poszczególnych rodzajów pokarmu. Jej zróżnicowanie opisano pod względem:

- a) liczby rodzajów pokarmu,
- b) szerokości niszy pokarmowej określonej wskaźnikiem Levinsa [1968], standaryzowanym do skali 0-1 według formuły Hurlberta [1978]:

$$B_{sta} = \frac{1}{\sum p_i^2} - 1 \quad [2]$$

gdzie:

- $B_{max}$  – liczba wszystkich rodzajów pokarmu zjadanych przez badaną populację,
- $p_i$  – proporcja  $i$ -tej kategorii pokarmu w diecie.
- c) udziału masy poszczególnych rodzajów pokarmu,
- d) ważności pokarmów opisanych wskaźnikiem Bruno, Apolonio [1991].”