

Rozdział 3

Grzybobranie jako forma sylwaturystyki, czyli co wiemy o grzybach?

Maria Śmiechowska

Uniwersytet Morski w Gdyni
e-mail: m.smiechowska@wznj.umg.edu.pl
ORCID: 0000-0001-6933-594X

Joanna Newerli-Guz

Uniwersytet Morski w Gdyni
e-mail: j.newerli-guz@wznj.umg.edu.pl
ORCID: 0000-0002-4309-9966

Cytuj jako: Śmiechowska, M. i Newerli-Guz, J. (2023). Grzybobranie jako forma sylwaturystyki, czyli co wiemy o grzybach? W: T. Lesiów (red.), *Doskonalenie jakości usług przewodnickich w dobie pandemii* (s. 47-59). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

Streszczenie: Grzybobranie należy do lubianych form sylwaturystyki, a w krajach Europy Środkowej i Wschodniej należy do tradycyjnych form spędzania wolnego czasu i traktowane jest jako forma wypoczynku w kontakcie z przyrodą. Grzyby leśne dziko rosnące należą do chętnie zbieranych i konsumowanych przez ludzi na całym świecie. Cenione są przede wszystkim ze względu na smak i aromat. Zainteresowanie grzybami zarówno hodowlanymi, jak i dziko rosnącymi wzrasta ze względu na poszukiwanie alternatywnych źródeł białka i ograniczanie spożycia białka zwierzęcego. Celem rozdziału jest ukazanie roli i znaczenia oraz wartości dietetycznej i zdrowotnej grzybów leśnych dziko rosnących na podstawie literatury krajowej i zagranicznej. Omówiono czynniki wpływające na ilość i jakość grzybów leśnych. Dokonano charakterystyki składników żywieniowych i związków bioaktywnych występujących w grzybach leśnych. Wykorzystując wiedzę o właściwościach i działaniu farmakologicznym substancji bioaktywnych zawartych w grzybach jadalnych, ukazano korzyści zdrowotne wynikające z ich konsumpcji. W dalszej części rozdziału przedstawiono znaczenie grzybów jadalnych jako bioindykatora czystości środowiska w zakresie identyfikowania zanieczyszczeń metalami ciężkimi, radionuklidami i pestycydami. Pomimo jednak możliwości wykorzystania grzybów w przetwórstwie żywności, gastronomii i kulinariach domowych, należy pamiętać, że należą one do produktów ciężkostrawnych i mogą podlegać wykluczeniu z diety ze względu na inne schorzenia.

Słowa kluczowe: grzybobranie, grzyby jadalne dziko rosnące, właściwości, substancje bioaktywne, naturalne bioindykatory środowiska.

JEL Classification: L66, L73, O13, Z32

Warunkiem niezbędnym do uprawiania sylwaturystyki jest występowanie obszarów leśnych. Według FAO za las uznaje się „ziemię o powierzchni ponad 0,5 hektara z drzewami o wysokości powyżej 5 metrów i pokryciu baldachimu większym niż 10 procent lub drzewami zdolnymi do osiągnięcia tych progów *in situ*. Nie obejmuje gruntów, które są głównie użytkowane rolniczo lub w miastach” (Jabłoński, 2015, s. 469-482). Definicja obejmuje również „inne tereny zalesione” i odnosi się do „gruntów niesklasyfikowanych jako «las», obejmujących ponad 0,5 hektara; z drzewami wyższymi niż 5 metrów i zadaszeniem 5-10 procent lub drzewami zdolnymi do osiągnięcia tych progów *in situ*; lub z łącznym pokryciem krzewów, krzewów i drzew powyżej 10 proc. Nie obejmuje gruntów, które są głównie użytkowane rolniczo lub w miastach” (FAO, 2020).

Lasy pełnią funkcje gospodarcze, społeczne i środowiskowe, a także oddziałują pozytywnie na zdrowie człowieka dzięki posiadaniu ogromnego potencjału przyrodoleczniczego. Stwierdza się skuteczność terapii lasem w przypadku wielu chorób, jak zaburzenia układu krążenia, układu nerwowego i wpływanie na odporność i stany zapalne. Jedną z ważniejszych funkcji lasu jest oddziaływanie na poprawę samopoczucia i stanu psychicznego (Bielinis i in., 2016; Simonienko i in., 2020). Ponadto do ważnych funkcji lasów należą turystyka i rekreacja, a na atrakcyjność turystyczną wpływa m.in. typ drzewostanu i jakość runa leśnego umożliwiającego zbiór jagód i grzybów (Skłodowski i Gołos, 2015). Efektywność działań w tych obszarach zależy między innymi od wielkości terenów leśnych i od ich jakości, czyli zdrowotności obszarów leśnych. Grzybobranie należy do ulubionych form rekreacyjno-turystycznych w kompleksach leśnych w wielu krajach (Kozioł i Muszyński, 2009; Kovačič, 2014; Svanberg i Lindh, 2019; Stryamets i in., 2022).

Celem rozdziału jest ukazanie roli i znaczenia oraz wartości dietetycznej i zdrowotnej grzybów leśnych dziko rosnących.

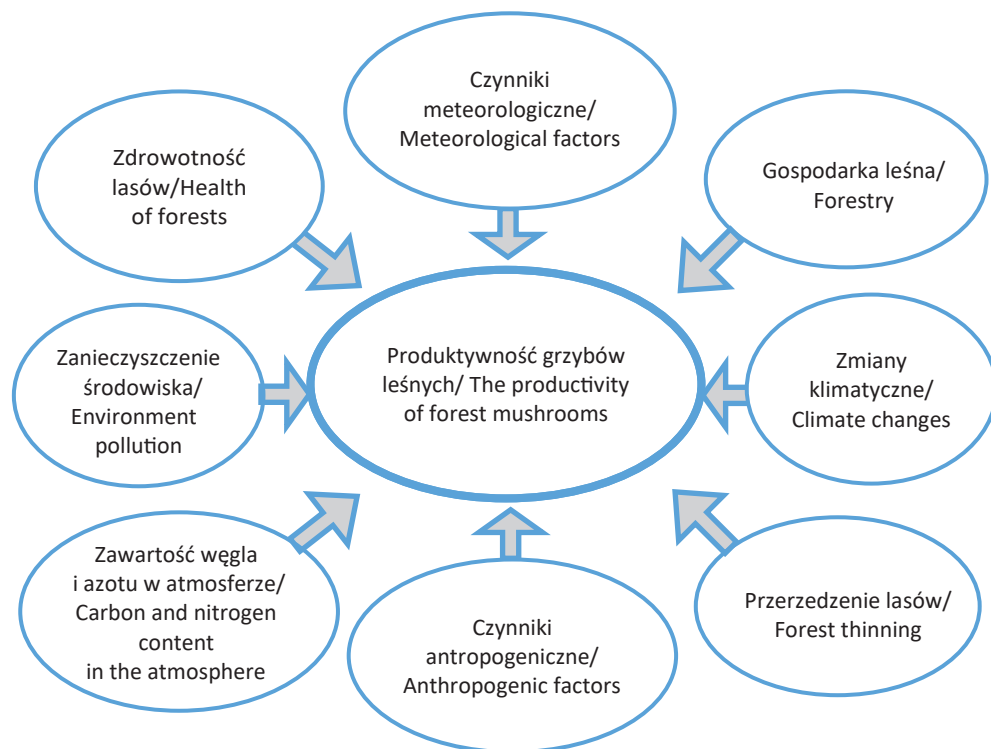
3.1. Czynniki wpływające na ilość i jakość grzybów leśnych

Zbieranie owocników grzybów leśnych dziko rosnących nie tylko należy do jednych z ulubionych zajęć rekreacyjnych mieszkańców w wielu krajach, ale dla wielu społeczności jest dodatkowym źródłem dochodu. Prowadzenie działalności związanej z przetwórstwem runa leśnego, w tym grzybów, stanowi ważny segment w rozwoju miejscowości przylegających do obszarów leśnych, szczególnie dla obszarów wiejskich, ponieważ świeże grzyby nie są wówczas narażone na długotrwały transport, który może prowadzić do obniżenia ich jakości (Boa, 2004; Golianek i Mazurkiewicz-Zapałowicz, 2016).

Badania przeprowadzone przez Barszcz (2005) oraz Barszcz i Suder (2009) wykazały, że dla mieszkańców wsi i małych miast surowce leśne, głównie jagody i grzyby, są istotnym źródłem dochodu. Niższy z reguły poziom zamożności lokalnych społeczności stwarza możliwości dla rozwoju rynku surowców pozyskiwanych w lasach

i przetworów z nich otrzymywanych. Z kolei mieszkańcy dużych miast zbiory pożytków leśnych przeznaczają na własne potrzeby. Podobne wnioski są wynikiem badań prowadzonych przez Gołosa i Kaliszewskiego (2016) oraz Sisak i in. (2016).

Rozwój socjoekonomiczny społeczności związany z przetwórstwem grzybów leśnych jest uzależniony od ich dostępności i produktywności. Na rozwój i wzrost grzybów leśnych wpływa wiele czynników, które są przedmiotem badań naukowych (rys. 3.1).



Rys. 3.1. Czynniki wpływające na produktywność grzybów leśnych
Fig. 3.1. Factors influencing the productivity of forest mushrooms

Źródło / Source: opracowanie własne / own study.

Kluczową rolę we wzroście grzybów i obfitości ich zbiorów odgrywiają warunki pogodowe. Dostępność wody jest uznawana za główny czynnik tworzenia owocników. Martinez de Aragon i in. (2007) stwierdzili, że różnica między średnimi miesięcznymi opadami a skumulowaną średnią miesięczną ewapotranspiracją we wrześniu i październiku istotnie wpływa na produkcję owocników grzybów mikoryzowych. Różnorodność i produktywność grzybów mikoryzowych może być wykorzystana jako wskaźnik zdrowotności lasu, gdyż to m.in. od stanu lasów zależy obfitość grzybów leśnych (Egli, 2011). Już w latach 80. XX w. w Europie zaobserwowano spadek

bogactwa gatunkowego i liczebności gatunków ektomikoryzowych, co było wówczas postrzegane jako odzwierciedlenie stopnia zamierania lasów i postępujących zmian klimatycznych (Kauserud i in., 2008). Ważnym czynnikiem ograniczającym liczebność owocników grzybów leśnych jest zawartość różnych form azotu w powietrzu i w glebie powstających w procesach spalania i z działalności rolniczej (Bassin i in., 2007).

Duży wpływ na produktywność grzybów leśnych ma skala i intensywność gospodarki leśnej. Stwierdzono wpływ przerzedzenia lasu i wyraźną zależność czasową między przerzedzeniem, wzrostem drzew i reakcją zbiorowiska grzybów. Przerzedzenie lasu ma wpływ na ilość światła, która dociera do drzewostanu, a to z kolei wpływa na temperaturę, wilgotność, właściwości fizyczne i chemiczne gleby (Egli i in., 2010).

Kucuker (2019) wykazał wpływ niektórych zmiennych ekologicznych na produktywność grzybów leśnych na przykładzie *Boletus edulis* L. Okazało się mianowicie, że na rozwój owocników grzyba wpływ mają takie czynniki, jak nachylenie, ukształtowanie i wysokość terenu.

Najnowsze badania wykazały wpływ gatunków drzew na depozyty pierwiastków toksycznych w glebie i w grzybach (Pecina i in., 2022). Badania przeprowadzono dla dwóch gatunków drzew – buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) i świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) H. Karst.). Drzewostany iglaste mogą wychwytywać więcej zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w porównaniu z gatunkami liściastymi ze względu na większą powierzchnię igieł oraz wiecznie zielony charakter drzew iglastych. Od dawna wiadomo, że istnieje symbioza pomiędzy niektórymi drzewami a gatunkami grzybów, co może skutkować zróżnicowaniem w zawartości zanieczyszczeń toksycznymi pierwiastkami w zależności od rodzaju drzewostanu i stopnia zanieczyszczenia gleby.

3.2. Zawartość składników żywieniowych i związków bioaktywnych w grzybach leśnych

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie grzybami – i to zarówno tymi uprawianymi, jak i leśnymi dziko rosnącymi. Jedną z przyczyn wzrostu zainteresowania grzybami jadalnymi jest poszukiwanie alternatywnych źródeł białka, m.in. dla konsumentów pozostających na dietach wegańskich i wegetariańskich, a także semiwegetariańskich i fleksytariańskich. Rozwój metod analitycznych spowodował, że znacznemu poszerzeniu uległa wiedza na temat składu i działania związków zawartych w grzybach. Dzikie grzyby jadalne są zbierane i spożywane od wieków na całym świecie, przede wszystkim dla wyjątkowego smaku i aromatu, ale dopiero od niedawna zaczęto wykorzystywać ich potencjał do produkcji nutraceutyków i farmaceutyków (Anusiya i in., 2021).

Grzyby zawierają 90% wody i 10% suchej masy i są ważne pod względem odżywczym, ponieważ są bogate w białko, błonnik i minerały, a ubogie w tłuszcze. Białko

grzybowe zawiera wszystkie dziewięć niezbędnych aminokwasów wymaganych przez człowieka. Grzyby uważane są za potencjalny substytut białka mięśniowego ze względu na ich wysoką strawność (Kalač, 2009). Poza tym grzyby są również bogatym źródłem witamin B₁, B₂, B₁₂, C, D i E oraz stosunkowo dobrym źródłem składników odżywczych, takich jak fosfor, żelazo i witaminy, w tym tiaminy, ryboflawiny, kwasu askorbinowego, ergosterolu i niacyny (Barros i in., 2008; Heleno i in., 2010; Sas-Golak i in., 2011). Grzyby są niskokaloryczne, beztłuszczowe, bez cholesterolu, bezglutenowe i mają bardzo niską zawartość sodu. Ich owocniki są bogate w takie minerały, jak potas, żelazo, miedź, cynk i mangan. Zawierają również popiół, glikozydy, olejki eteryczne, tokoferole, związki fenolowe, flawonoidy, karotenoidy, foliany, kwasy organiczne (Elmastas i in., 2007; Sánchez, 2004). Grzyby nie są najlepszym źródłem lipidów, jednak zawierają w swoich profilach lipidowych niezbędne kwasy tłuszczowe, takie jak linolowy, oleinowy i linolenowy (Sande i in., 2019).

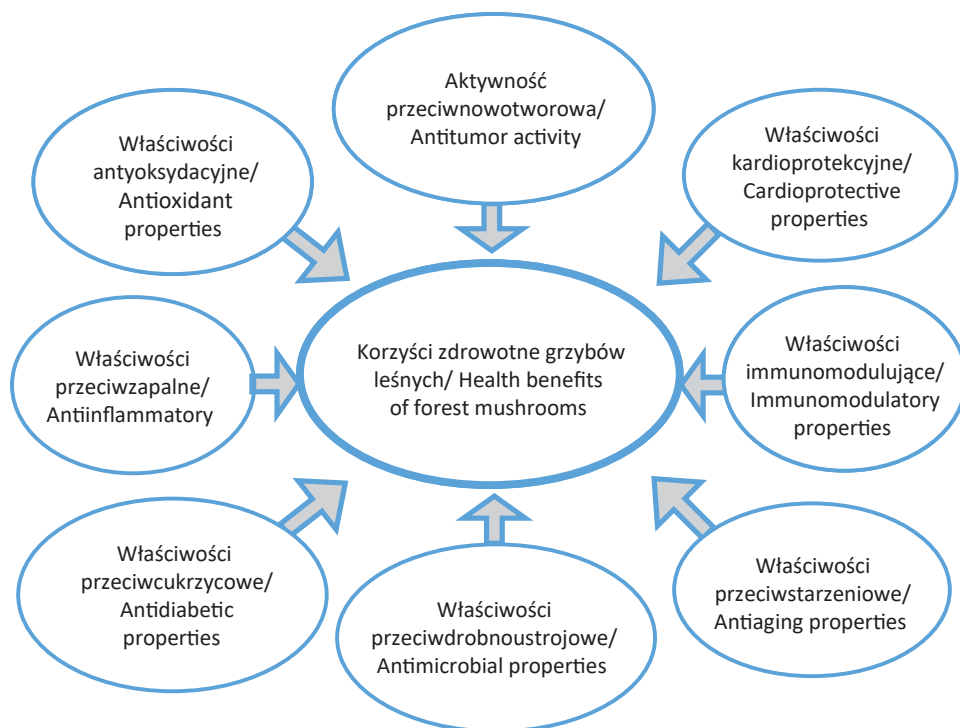
3.3. Właściwości farmakologiczne grzybów jadalnych

Do grzybów, którym w ostatnich latach poświęcono wiele badań w celu określenia ich właściwości farmakologicznych, należą te grzyby jadalne, które wprawdzie występują w stanie naturalnym, ale największe znaczenie zyskały jako grzyby hodowlane. Do tych gatunków należy między innymi: pieczarka dwuzarodnikowa *Agaricus bisporus* L., którą Brillat-Savarin, twórca XIX-wiecznej kuchni, porównywał do trufli ze względu na jej walory kulinarne oraz pieczarka nietuskana (*Volvariella volvacea* L.) (Majewski i in., 2018).

Jednymi z najbardziej popularnych grzybów w grupie grzybów hodowlanych są: *Pleurotus* spp. – grzyby z rodziny boczniakowatych, w tym hodowany w największej ilości bocznik ostrygowaty *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm oraz polówka wiązkowa *Agrocybe aegerita* (Brig.) Kühner i twarznik japoński shiitake *Lentinus edodes* (Berk.) Pegler (Manzi i in., 2004; Sobieralski i Jasińska, 2009; Bisen i in., 2010; Valverde i in., 2015; Chatterjee i Patel, 2016). Badania prowadzone przez wiele ośrodków naukowych wykazały, że grzyby te zawierają liczne związki bioaktywne silnie działające na organizm (Kumar i in., 2021; Siwulski i in., 2014). Grzyby wielkoowocnikowe są w krajach azjatyckich wykorzystywane do produkcji leków. Takie leki zostały już zarejestrowane w Japonii, Chinach, Korei, Nowej Zelandii i USA (Turło, 2015). Związki izolowane z tych grzybów służą do biosyntezy substancji o działaniu przeciwnowotworowym i immunomodulacyjnym, ale również przeciwwirusowym (w tym przeciw HIV), przeciwbakteryjnym, przeciwzapalnym, przeciwgrzybicznym, przeciwcukrzycowym, hepatoprotekcyjnym, nerwotonicznym, obniżającym ciśnienie krwi oraz poziom cholesterolu i triglicerydów we krwi (rys. 3.2).

Grzybami leśnymi dziko rosnącymi, które cieszą się w Polsce największą popularnością, są borowik szlachetny, czyli prawdziwek *Boletus edulis* L., koźlarz czerwony *Lecaninum rufum* (Bull.) Gray, koźlarz babka *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray, maślak

zwyczajny *Suillus luteus* (L.) Russel, pieprznik jadalny zwany kurką *Cantharellus cibarius* Fr., oraz mleczaj rydz *Lactarius deliciosus* (L. Fr). Właściwości odżywcze i działanie farmakologiczne tych grzybów są jednak znacznie rzadziej badane aniżeli grzybów hodowlanych. Szeroko zakrojone badania nad składem i wartością odżywczą wymienionych grzybów leśnych dziko rosnących w Polsce przeprowadziły Piekarska i Łoś-Kuczera (1983).



Rys. 3.2. Korzyści zdrowotne grzybów leśnych

Fig. 3.2. Health benefits of forest mushrooms

Źródło/ Source: opracowanie własne/ own study.

O wartości odżywczej poszczególnych gatunków grzybów decyduje ich skład chemiczny. Wymienione grzyby leśne charakteryzowała zawartość białka w zakresie 1,5-3,6% świeżej masy owocników, przy czym zawierały one wszystkie aminokwasy egzogenne. Grzyby leśne zawierają od 4,7 do 6,9% węglowodanów, w tym od 2,7 do 3,9% błonnika pokarmowego (Rajewska i Bałasińska, 2004). nierozpuszczalną frakcją błonnika reprezentuje chityna, a błonnik rozpuszczalny tworzą β -glukany i chitosany (Sadler, 2003; Sobieralski i in., 2012). Grzyby dziko rosnące, takie jak: borowik szlachetny *Boletus edulis*, pieczarka łąkowa *Agaricus campestris*, pieprznik jadalny

zwany kurką *Cantharellus cibarius* Fr., okazały się dobrym źródłem białka i węglowodanów ogółem, a najwyższe stężenie aminokwasów egzogennych wykazywał *B. edulis*. Wszystkie grzyby zawierały składniki podobne do glutaminianu sodu i miały silny smak umami, co powoduje, że grzyby te w każdej postaci, świeże czy suszone, są chętnie wykorzystywane jako dodatek do potraw (Beluhan i Ranogajec, 2011).

Znacznie mniej badań nad właściwościami farmakologicznymi prowadzi się nad grzybami wielkoowocnikowymi leśnymi dziko rosnącymi. Wśród dotychczasowych badań zwracają uwagę analizy Kosanić i in. (2017), w których wykazano, że pieczarka łąkowa *Agaricus campestris* i borowik szlachetny *Boletus edulis* mają znaczące działanie przeciwdrobnoustrojowe w stosunku do testowanych mikroorganizmów. Ponadto grzyby te wykazują działanie cytotoksyczne. Kolejnym grzybem dziko rosnącym, który zwrócił uwagę badaczy, był pieprznik jadalny *Cantharellus cibarius*, czyli kurka. Ekstrakt metanolowy tego grzyba analizowano *in vitro* pod kątem działania przeciwutleniającego, cytotoksycznego, przeciwnadciśnieniowego i przeciwbakteryjnego. Głównymi składnikami przeciwutleniającymi występującymi w ekstrakcie były fenole i flawonoidy. Ekstrakt wykazał dobrą selektywność w cytotoksyczności wobec ludzkiego gruczolakoraka szyjki macicy HeLa, raka piersi i ludzkiej białaczki szpikowej w porównaniu z ludzkimi komórkami nabłonka oskrzeli płuc. Ekstrakt wykazywał ponadto aktywność hamującą wobec enzymu konwertującego angiotensynę I, a także selektywne działanie przeciwdrobnoustrojowe przeciwko bakteriom Gram-dodatnim o największym potencjale przeciwko *E. faecalis*. Korzyści lecznicze i zdrowotne obserwowane u dzikiego grzyba *C. cibarius* wydają się dodatkowym powodem jego tradycyjnego stosowania jako popularnego przysmaku (Kozarski i in., 2015; Fogarasi i in., 2021). Podobne badania nad bioaktywnością surowych wodnych i etanolowych ekstraktów *Boletus edulis* przeprowadzili Novakovic i in. (2017), wykazując wysokie właściwości antyoksydacyjne i antyproliferacyjne wobec komórek raka piersi.

Ze względu na zawartość polisacharydów, takich jak chityna, hemiceluloza, α - i β -glukany, mannany, ksylany i galaktany, grzyby jadalne są potencjalnym źródłem prebiotyków. Polisacharydy grzybów tworzą związki kompleksowe z białkami i peptydami i – jak stwierdzono – odgrywają istotną rolę w działaniu immunomodulującym i przeciwnowotworowym (Singdevsachan i in., 2016).

Substancją występującą m.in. w grzybach, która ostatnio wzbudza duże zainteresowanie, jest L-ergotioneina, pochodna aminokwasu histydyny. Jej odkrycia dokonał w 1909 r. Charles Tanret, a jest ona syntetyzowana tylko przez grzyby niedrożdżowe, niektóre bakterie należące do rzędu *Actinomycetales*, a ostatnio także przez cyjanobakterie. Fizjologiczna rola ergotioneiny nie została jeszcze ustalona. Liczne testy *in vitro* wykazały jej zdolności antyoksydacyjne, ale rola antyoksydacyjna nie została jeszcze w pełni zweryfikowana *in vivo* (Cheah i Halliwell, 2012). Z nowych badań wynika, że spożywanie grzybów lub ergotioneiny wydaje się zapewniać znaczną ochronę przed stresem oksydacyjnym. Uważa się, że ergotioneina ma silny status

cytoprotekcyjny, a jej stężenie spada w wielu przewlekłych chorobach zapalnych. Ergotioneinę uznano za bezpieczny związek, który może znaleźć zastosowanie jako nutraceutyk i przeciwutleniacz (Borodina i in., 2020).

3.4. Grzyby jako bioindykator środowiska

W wyniku działalności przemysłowej, a także w efekcie zmian środowiskowych spowodowanych różnymi czynnikami, jak np. klimatycznymi i antropogenicznymi, do środowiska przedostaje się wiele substancji, powodując zanieczyszczenie i stwarzając zagrożenie dla organizmów znajdujących się w nim. Zanieczyszczenie środowiska różnego rodzaju niebezpiecznymi substancjami może zachodzić w sposób naturalny (wybuchy wulkanów, trzęsienia ziemi, powodzie, tajfuny), ale może być także skutkiem awarii przemysłowych lub zanieczyszczeniem środowiska ściekami komunalnymi. Grzyby są wrażliwe na wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia środowiskowe i kumulują metale ciężkie, radionuklidy, pestycydy i inne związki.

Grzyby mają szczególną zdolność kumulowania metali przez wiązanie się metali z białkami i peptydami, a także dzięki specyficznej budowie grzybni. Owocniki grzybów jadalnych dziko rosnących mają zdolność do nagromadzania makro- i mikrośladników, takich jak Cu, Fe, K, Mg, Se i P, które są niezbędne do funkcjonowania ludzkiego organizmu (Falandysz, 2008; Malinowski i in., 2021).

Pewne obawy budzi fakt, że grzyby posiadają zdolność do kumulowania nie tylko makro- i mikrośladników, ale także metali ciężkich i pierwiastków promieniotwórczych. W grzybach stwierdza się zróżnicowaną zawartość metali ciężkich, takich jak arsen, kadm, rtęć, ołów i cynk.

Na poziom akumulacji metali ciężkich wpływ ma wiele czynników, jak gatunek grzyba, jego tempo wzrostu, stopień dojrzałości oraz jakość i kwasowość podłoża. Podwyższenie zawartości metali ciężkich stwierdza się w grzybach rosnących przy ruchliwych drogach i autostradach oraz w grzybach zbieranych w parkach miejskich. Stwierdzono, że zawartość metali ciężkich może również zależeć od części grzyba i może być ona wyższa w trzonie niż w górnej części owocnika, tzw. kapeluszu (Ivanic i in., 2021; Kalač, 2010; Melgar i in., 2016; Záhorcová i in., 2016).

Awaria reaktora jądrowego w Czarnobylu w 1986 r. spowodowała opad promieniotwórczy na terenach całej północnej Europy. Okazało się, że grzyby kumulują radionuklidy w znacznym stopniu i ulegają skażeniu głównie ¹³⁷Cs. Badania wykonane po 25 latach od katastrofy potwierdzają ciągle jeszcze obecność radiocezu w glebie i grzybach. Zbadano np. ulubione przez konsumentów dzikie grzyby jadalne, jak mleczej płowy *Lactarius helvus*, borowik szlachetny, prawdziwek *Boletus edulis*, podgrzybek brunatny *Xerocomus badius* (Mietelski i in., 2010). W większości badanych próbek poziom nuklidów był poniżej dopuszczalnego limitu dla środków spożywczych, który określono na 6 kBq na kg suchej masy (Rozporządzenie Rady (WE) nr 733/2008).

Ze względu na dużą wrażliwość grzybów na obecność metali ciężkich i pierwiastków promieniotwórczych w środowisku i zdolność do ich kumulowania uważa się, że grzyby spełniają podstawowe kryteria wymagane dla naturalnych bioindykatorów zanieczyszczenia środowiska tymi związkami (Ediriweera i in., 2022; Świsłowski i Rajfur, 2018; Strumińska-Parulska i Falandysz, 2020).

W grzybach jadalnych z północno-wschodniej Polski badano też zawartość pozostałości chlorowanych węglowodorów. W próbkach prawdziwka *Boletus edulis*, podgrzybka brunatnego *Xerocomus badius* i pieprznika jadalnego *Cantharellus cibarius*, czyli kurki żółtej stwierdzono obecność węglowodorów chlorowanych na niskim poziomie analizowanych związków. Ten poziom pozostałości chlorowanych węglowodorów nie stwarza zagrożenia dla konsumentów (Gałowska i Pietrzak-Fiećko, 2017).

3.5. Podsumowanie i wnioski

W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie grzybami jadalnymi, i to nie tylko hodowlanymi, ale także dziko rosnącymi. Wykorzystując najnowsze metody analityczne, wyizolowano związki bioaktywne zawarte w grzybach i dokonano ich charakterystyki. Wiele uwagi poświęcono aktywności biologicznej polisacharydów i kompleksom polisacharydowo-białkowym otrzymanych z grzybów. Badania te są obiecujące i dają nadzieję na wykorzystanie tych substancji do otrzymania leków i suplementów diety. Szczególnie obiecujące są wyniki badań wskazujące na działanie prebiotyczne polisacharydów z grzybów oraz działanie przeciwnowotworowe. Niektóre produkty zostały już dopuszczone do lecznictwa. Jednak badania te należy kontynuować.

Z grzybów jadalnych wyizolowano również związki, które okazały się podobne do glutaminianu sodu i miały silny smak umami. Te nowe substancje wyizolowane z grzybów jadalnych, jak również grzyby, głównie w postaci suszonej, mogą być wykorzystane do otrzymywania nowych mieszanek przyprawowych, które wyeliminują syntetyczne substancje wywołujące efekt umami. Rośnie spożycie i przetwórstwo grzybów, głównie hodowlanych, ale także poszukuje się nowych metod utrwalania grzybów (De Frutos, 2020).

Trzeba jednak pamiętać, że grzyby są ciężkostrawne i ze względu na właściwości kumulowania zanieczyszczeń środowiskowych i możliwości produkcji związków toksycznych w starszych osobnikach grzybów jadalnych nie powinno się ich zbyt często spożywać (Landi i in., 2021; Mleczek i in., 2021; Pająk i in., 2020).

Grzybobranie należy do lubianych form sylwaturystyki, a w krajach Europy Środkowej i Wschodniej należy do tradycyjnych form spędzania wolnego czasu i traktowane jest jako forma wypoczynku w kontakcie z przyrodą. Grzyby leśne dziko rosnące

należą do chętnie zbieranych i konsumowanych przez ludzi na całym świecie. Cenione są przede wszystkim ze względu na smak i aromat. Zainteresowanie grzybami – zarówno hodowlanymi, jak i dziko rosnącymi – wzrasta ze względu na poszukiwanie alternatywnych źródeł białka i ograniczanie spożycia białka zwierzęcego.

Bibliografia

- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L. M. i Ferreira, I. C. F. R. (2008). Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. *Food and Chemical Toxicology*, 46(8), 2742-2747.
- Barszcz, A. (2005). An overview of the socio-economics of non-wood forest products in Poland. Proceedings of a project workshop in Krakow "Non-wood forest products and poverty mitigation: Concepts, overviews and cases". *Research Notes 166, Univ. of Joensuu, Fac. of Forestry*, 1-20.
- Barszcz, A. i Suder, A. (2009). Diversity in the socio-economic role of the main non-wood forest products for the inhabitants of small villages and large towns in Poland. *Folia Forestalia Polonica, series A*, 51(1), 77-84.
- Bassin, S., Volk, M., Suter, M., Buchmann, N. i Fuhrer, J. (2007). Nitrogen deposition but not ozone affects productivity and community composition of subalpine grassland after 3 yr of treatment. *New Phytologist*, (175), 523-534.
- Beluhan, S. i Ranogajec, A. (2011). Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. *Food Chemistry*, 124, 1076-1082.
- Bielinis, L., Bielinis, E., Zawadzka, A., Omelan, A., Makowska, M. i Kuszewska, K. (2016). Wykorzystanie terenów przyrodniczo cennych województwa warmińsko-mazurskiego w terapii lasem: konteksty, możliwości, ograniczenia. *Ekonomia i Środowisko*, 1(56), 236-246.
- Bisen, P. S., Baghel, R. K., Sanodiya, B. S., Thakur, G. S. i Prasad, G. B. K. S. (2010). *Lentinus edodes*: A macrofungus with pharmacological activities. *Current Medicinal Chemistry*, (17), 2419-2430.
- Boa, E. (2004). Wild edible fungi. A global overview of their use and importance to people. Non-wood forest products 17. FAO. Rome. Pobrano z <https://www.fao.org/3/y5489e/y5489e00.htm>
- Borodina, I., Kenny, L. C., McCarthy, C. M., Paramasivan, K., Pretorius, E., Roberts, T. J., van der Hoek, S. A. i Kell, D. B. (2020). The biology of ergothioneine, an antioxidant nutraceutical. *Nutrition Research Reviews*, (33), 190-217.
- Chatterjee, B. i Patel, T. (2016). Edible mushroom – a nutritious food improving human health. *International Journal of Clinical and Biomedical Research*, 2(1), 34-37.
- Cheah, I. K. i Halliwell, B. (2012). Ergothioneine; antioxidant potential, physiological function and role in disease. *Biochimica et Biophysica Acta*, (1822), 784-793.
- Council Regulation (EC) No 733/2008 of 15 July 2008 on the conditions governing imports of agricultural products originating in third countries following the accident at the Chernobyl nuclear power station.
- De Frutos, P. (2020). Changes in world patterns of wild edible mushrooms use measured through international trade flows. *Forest Policy and Economics*, (112), 102093.
- Ediriweera, A. N., Karunarathna, S. C., Yapa, P. N., Schaefer, D. A., Ranasinghe, A. K., Suwannarach, N. i Xu, J. (2022). Ectomycorrhizal mushrooms as a natural bio-indicator for assessment of heavy metal pollution. *Agronomy*, 12(1041).
- Egli, S. (2011). Mycorrhizal mushroom diversity and productivity – an indicator of forest health? *Annals of Forest Science*, 68, 81-88. DOI: 10.1007/s13595-010-0009-3
- Egli, S., Ayer, F., Peter, M., Eilmann, B. i Rigling, A. (2010). Is forest mushroom productivity driven by tree growth? Results from a thinning experiment. *Annals of Forest Science*, 67(509).
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekel, I. i Temur, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 337-345.

- Falandysz, J. (2008). Selenium in edible mushrooms. *Journal of Environmental Science and Health Part C*, (26), 256-299.
- FAO. (2020). Food and Agricultural Organization of the United Nations. Global forest resources assessment 2020. *FAO Forestry Paper 188*. Rome. Pobrano z <https://www.fao.org/3/I8661EN/i8661en.pdf>.
- Fogarasi, M., Socaciu, M.-I., Sălăgean, C.-D., Ranga, F., Fărcaș, A. C., Socaci, S. A., Socaciu, C., Țibulcă, D., Fogarasi, S. i Semeniuc, C. A. (2021). Comparison of different extraction solvents for characterization of antioxidant potential and polyphenolic composition in *Boletus edulis* and *Cantharellus cibarius* Mushrooms from Romania. *Molecules*, 26(7508).
- Gałgowska, M. i Pietrzak-Fiećko, R. (2017). Pesticide contaminants in selected species of edible wild mushrooms from the north-eastern part of Poland. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 52(3), 214-217.
- Golianek, A. i Mazurkiewicz-Zapałowicz, K. (2016). Grzyby w diecie człowieka – wartość odżywcza i prozdrowotna. *KOSMOS. Problemy Nauk Biologicznych*, 65(4), 513-522.
- Gołos, P. i Kaliszewski, A. (2016). Ekonomiczne znaczenie wybranych niedrzewnych pożytków leśnych w Polsce. *SYLWAN*, 160(4), 336-343.
- Heleno, S. A., Barros, L., Sousa, M. J., Martins, A. i Ferreira, I. C. F. R. (2010). Tocopherols composition of Portuguese wild mushrooms with antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 119(4), 1443-1450.
- Ivanic, M., Furdek Turk, M., Tkalčec, Z., Fiket, Ž. i Mešic, A. (2021). Distribution and origin of major, trace and rare earth elements in wild edible mushrooms: Urban vs. forest areas. *Journal of Fungi*, 7, 1068.
- Jabłoński, M. (2015). Definicja lasu w ujęciu krajowym i międzynarodowym oraz jej znaczenie dla wielkości i zmian powierzchni lasów w Polsce. *Sylwan*, 159(6), 469-482.
- Kalač P. (2009). Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. *Food Chemistry*, 113(1), 9-16.
- Kalač, P. (2010). Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000–2009. *Food Chemistry*, (122), 2-15.
- Kauserud, H., Stige, L. C., Vik, J. O., Okland, R. H., Hoiland, K. i Stenseth, N. C. (2008). Mushroom fruiting and climate change. *PNAS*, 105(10), 3811-3814.
- Kosanić, M., Ranković, B., Rančić, A. i Stanojković, T. (2017). Evaluation of metal contents and bioactivity of two edible mushrooms *Agaricus campestris* and *Boletus edulis*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(2), 98-103.
- Kovalčík, M. (2014). Value of forest berries and mushrooms picking in Slovakia's forests. *Beskydy*, 7(1), 39-46.
- Kozarski, M., Klaus, A., Vunduk, J., Zizak, Z., Niksic, M, Jakovljevic, D., Vrvic, M. M. i Van Griensven, L. J. (2015). Nutraceutical properties of the methanolic extract of edible mushroom *Cantharellus cibarius* (Fries): Primary mechanisms. *Food & Function*, 6(6), 1875-1886.
- Kozioł, L. i Muszyński, Z. (2009). Atrakcyjność rewirów leśnych jako obszarów recepcji turystycznej. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, 2(13), 317-327.
- Kucuker, D. M. (2019). Influence of some ecological variables on wild mushroom (*Boletus edulis*) productivity. *Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty*, 20(1), 10-17.
- Kumar, K., Mehra, M., Guiné, R. P. F., Lima, M. J., Kumar, N., Kaushik, R., Ahmed, N., Jadav, A. i Kumar, H. (2021). Edible mushrooms: A comprehensive review on bioactive compounds with health benefits and processing aspects. *Foods*, 10, 2996.
- Landi, N., Ragucci, S., Culurciello, S., Russo, R., Valetta, M., Pedone, P. V., Pizzo, E. i Di Maro, A. (2021). Ribotoxin-like proteins from *Boletus edulis*: Structural properties, cytotoxicity and in vitro digestibility. *Food Chemistry*, 359(129931).
- Majewski, J., Orylski, M., Majewski, M. i Rasoła, J. (2018). Wpływ substancji zawartych w pieczarkach na organizm człowieka. *Medycyna Rodzinna*, (2), 151-155.

- Malinowski, R., Sotek, Z., Stasińska, M., Malinowska, K., Radke, P. i Malinowska, A. (2021). Bioaccumulation of macronutrients in edible mushrooms in various habitat conditions of NW Poland – Role in the Human Diet. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 18(8881).
- Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A. i Pizzoferrato, L. (2004). Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, (84), 201-206.
- Martinez de Aragon, J., Bonet, J. A., Fischer, C. R. i Colinas, C. (2007). Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management*, (252), 239-256.
- Melgar, M. J., Alonso, J. i García, M. A. (2016). Cadmium in edible mushrooms from NW Spain: Bioconcentration factors and consumer health implications. *Food and Chemical Toxicology*, (88), 13-20.
- Mietelski, J. W., Dubchak, S., Błazej, S., Anielska, T. i Turnau, K. (2010). ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in fruiting bodies of different fungal species collected in a single forest in southern Poland. *Journal of Environmental Radioactivity*, (101), 706-711.
- Mleczek, M., Siwulski, M., Budka, A. i in. (2021). Toxicological risks and nutritional value of wild edible mushroom species—a half-century monitoring study. *Chemosphere*, 263(128095).
- Novakovic, A., Karaman, M., Kaisarevic, S., Radusin, T. i Illic, N. (2017). Antioxidant and antiproliferative potential of fruiting bodies of the wild-growing king bolete Mushroom. *Boletus edulis* (Agaricomycetes), from Western Serbia. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 19(1), 27-34.
- Pająk, M., Gąsiorek, M., Jasik, M., Halecki, W., Otremba, K. i Pietrzykowski, M. (2020). Risk assessment of potential food chain threats from edible wild mushrooms collected in forest ecosystems with heavy metal pollution in Upper Silesia, Poland. *Forests*, 11(1240).
- Pecina, V., Valtera, M., Drápela, K., Novotný, R., Vahalík, P., Komendová, R., Brtnický, M. i Juříčka, D. (2022). Influence of some ecological variables on wild mushroom (*Boletus edulis*) productivity. *Scientific Reports*, (12), 5407.
- Piekarska, J. i Łoś-Kuczera, M. (1983). *Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych*. Warszawa: PZWL.
- Rajewska, J. i Bałasińska, B. (2004). Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, (58), 352-357.
- Sadler, M. (2003). Nutritional properties of edible fungi. *Nutrition Bulletin*, 28, 305-308.
- Sánchez, C. (2004). Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64(6), 756-762.
- Sande, D., Oliveira, G. P., Moura, M. A. F., Martins, B. A., Lima, M. T. N. S. i Takahashi, J. A. (2019). Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids. *Food Research International*, 125(108524).
- Sas-Golak, I., Sobieralski, K., Siwulski, M. i Lisiecka, J. (2011). Skład, wartość odżywcza oraz właściwości zdrowotne grzybów pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych. *KOSMOS. Problemy Nauk Biologicznych*, 60(3-4), 483-490.
- Simonienko, K., Jakubowska, M. i Konarzewska, B. (2020). Shinrin-yoku i terapia lasem – przegląd literatury. *Psychiatria*, 17(3), 145-154.
- Singdevsachan, S. K., Auroshree, P., Mishra, J., Baliyarsingh, B., Tayung, K. i Thatoi, H. (2016). Mushroom polysaccharides as potential prebiotics with their antitumor and immunomodulating properties: A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, (7), 1-14.
- Sisak, L., Riedl, M. i Dudik, R. (2016). Non-market non-timber forest products in the Czech Republic – Their socio-economic effects and trends in forest land use. *Land Use Policy*, (50), 390-398.
- Siwulski, M., Sobieralski, K. i Sas-Golak, I. (2014). Wartość odżywcza i prozdrowotna grzybów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(92), 16-28.
- Skłodowski, J. i Gołos, P. (2015). Preferowany typ drzewostanu i czynniki decydujące o atrakcyjności turystycznej drzewostanu w opinii społecznej. *Sylwan*, 159(9), 747-756.

- Sobieralski, K. i Jasińska, A. (2009). Polówka wiązkowa *Agrocybe aegerita* – charakterystyka gatunku oraz możliwości uprawy. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2, 31-38.
- Sobieralski, K., Siwulski, M., Lisiecka, J., Jędrzycka, M. i Sas-Golak, I. (2012). Fungi-derived β -glucans as a component of functional food. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 11(4), 111-128.
- Strumińska-Parulska, D. i Falandysz, J. (2020). A review of the occurrence of alpha-emitting radionuclides in wild mushrooms. *International Journal Environmental Research and Public Health*, 17(8220).
- Stryamets, N., Mattalia, G., Pieroni, A. i Söukand, R. (2022). Mushrooms (and a cow) are a means of survival for us: Dissimilar ethnomycological perspectives among Hutsuls and Romanians living across the Ukrainian-Romanian border. *Environmental Management*.
- Svanberg, I. i Lindh, H. (2019). Mushroom hunting and consumption in twenty-first century post-industrial Sweden. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15(42).
- Świsłowski, P. i Rajfur, M. (2018). Mushrooms as biomonitors of heavy metals contamination in forest areas. *Ecological Chemistry and Engineering*, 25(4), 557-568.
- Turło, J. (2015). Grzyby wielkoowocnikowe – niedoceniane źródła substancji leczniczych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 17, 3(44). Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Leśny Zakład Doświadczalny. Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie.
- Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T. i Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*, 376-387.
- Záhorcová, Z., Árvay, J., Hauptvogel, M., Tomáš, J. i Harangozo, L. (2016). Heavy metals determination in edible wild mushrooms growing in former mining area – Slovakia: Health risk assessment. *Potravinárstvo*, 10(1), 37-46.

Mushroom Picking as a Form of Sylwaturism, or What We Know about Mushrooms?

Abstract: Mushroom picking is one of the popular forms of silhouette tourism, and in the countries of Central and Eastern Europe, it is one of the traditional forms of spending free time and is treated as a form of recreation in contact with nature. Wild-growing forest mushrooms are eagerly collected and consumed by people worldwide. They are valued primarily for their taste and aroma. The interest in both cultivated and wild-growing mushrooms is increasing due to the search for alternative sources of protein and limiting the consumption of animal protein. The aim of the chapter is to present the role and importance as well as the dietary and health value of wild-growing forest mushrooms based on domestic and foreign literature. Factors influencing the quantity and quality of forest mushrooms are discussed. The characteristics of nutritional components and bioactive compounds present in forest mushrooms were made. The health benefits of their consumption were shown using the knowledge about the properties and pharmacological action of bioactive substances contained in edible mushrooms. The other part of the chapter presents the importance of edible mushrooms as a bioindicator of environmental cleanliness in identifying contamination with heavy metals, radionuclides, and pesticides. However, despite the possibility of using mushrooms in food processing, gastronomy, and home cooking, it should be remembered that they belong to difficult-to-digest products and may be excluded from the diet due to other diseases.

Keywords: mushroom picking, wild-growing edible mushrooms, properties, bioactive substances, natural bioindicators of the environment.