



## SOPLÓWKA JEŻOWATA



### Małgorzata Cicha-Jeleń, Bożena Muszyńska

Mgr inż. Małgorzata Cicha-Jeleń, technolog żywności i członek zespołu prof. Bożeny Muszyńskiej. Absolwentka studiów podyplomowych: FARMACJA PRZEMYSŁOWA.

**SOPLÓWKA jeżowata jest smacznym grzybem o niezwykłym wyglądzie owocnika. Nazywana lwią grzywą, jest też jednym z najważniejszych gatunków prozdrowotnych o szerokim spektrum działania, które obejmuje: choroby neurodegeneracyjne, układ odpornościowy, trawienny i układ krążenia, regulację poziomu cukru we krwi. Sopłówka wykazuje również działanie chemoprewencyjne, istotne szczególnie we wspomaganiu terapii przeciwnowotworowych.**

W poprzednim numerze Grzybów i Zdrowia pisaliśmy o uprawie, znaczeniu oraz wpływie na choroby neurodegeneracyjne sopłówki jeżowatej. W tym numerze skupimy się na badaniach nad zawartością cennych dla zdrowia związków występujących w tym gatunku. Przypomnijmy: sopłówka jeżowata (*Hericium erinaceus* (Bull.) Pers.) jest jadalnym grzybem leczniczym o nadzwyczajnym wyglądzie, przypominającym puszystą lwią grzywę (nazwa ang. Lion's Mane), uważanym za przysmak, wchodzi też w skład różnych suplementów diety. Sopłówkę jeżowatą można spożywać w formie sproszkowanej, ekstraktu czy też w naturalnym stanie. Jest saprotrofem lub warunkowym pasożytem. Gatunek ten najczęściej występuje na martwym drewnie od września do listopada, czasami jego owocniki mogą wyrastać z dziur po sękach lub pęknięć drewna. Najczęściej rosną na uszkodzonych lub martwych drzewach liściastych. Ojczyzną sopłówki jest Azja wschodnia oraz Ameryka północna. W Europie północnej możemy ją czasami zobaczyć na drzewach owocowych. W swoim składzie zawiera aż 32 związki aromatyczne, nadające jej lekko cytrynowy posmak. Szczególnie ceniona jest w kuchni azjatyckiej, gdzie chętnie jest wykorzystywana jako zamiennik mięsa. Aby cieszyć się jej doskonałym smakiem, wystarczy podsmażyć ją na maśle. W Tradycyjnej Chińskiej Medycynie (TCM), która kieruje się zasadą, że lepiej zapobiegać niż leczyć, pomaga w pozbyciu się stresu oraz przywróceniu organizmu do stanu równowagi. Wykorzystywana jest także do leczenia wrzodów żołądka oraz refluksu żołądkowego.

Sopłówka jeżowata zawiera liczne składniki bioaktywne, między innymi ważne dla organizmu aminokwasy egzogenne. Z pośród pierwiastków cechuje ją wysoka zawartość

potasu oraz w mniejszej ilości żelaza, cynku, germanu i seleniu. Zawarte w niej rozpuszczalne w wodzie polisacharydy wzmacniają układ odpornościowy oraz wykazują właściwości antynowotworowe. Owocniki zawierają na 100 g s.m. około 57 g węglowodanów, 22 g białka, 8 g błonnika pokarmowego i 3 g tłuszczów. Związki bioaktywne wyekstrahowane z owocników lub grzybni tego gatunku mają właściwości przeciwutleniające, przeciwcukrzycowe, przeciwnowotworowe, przeciwzapalne i przeciwdrobnoustrojowe. Sopłówka jeżowata, podobnie jak wspomniany w 3 numerze Grzybów i Zdrowia czernidłak kołpakowaty znajduje się na liście Ministra Zdrowia w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych, środków spożywczych zawierających grzyby oraz uprawnień klasyfikatora grzybów i grzyboznawcy, ale co ważne, można ją pozyskiwać wyłącznie z uprawy lub też spoza terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, ponieważ w Polsce od 1995 roku jest objęta ścisłą ochroną gatunkową, bez możliwości zastosowania wyłączenia spod ochrony w przypadkach uzasadnionych względami gospodarki rolnej, leśnej lub rybackiej. Sopłówkę jeżowatą można uprawiać na skalę produkcyjną na relatywnie niedrogich substratach zastępczych, zawierających w swym składzie trociny drzew liściastych, otręby zbożowe oraz inne odpady rolnicze umieszczone w słojach, butelkach lub workach polipropylenowych.

Grzybnię sopłówki jeżowatej można uzyskać także w warunkach *in vitro*. Pozwala to na sukcesywne odtwarzanie siedliska tego zagrożonego wyginieciem gatunku grzyba leczniczego w Polsce, jak również umożliwia pozyskanie surowca do wytwarzania potencjalnych preparatów farmaceutycznych.





## CHOROBY NEURODEGENERACYJNE

Surowce i ekstrakty tego gatunku wspomagają pamięć, koncentrację i kondycję komórek ośrodkowego układu nerwowego (OUN), działają przeciwdepresyjnie oraz neuroprotekcyjnie. Główne mechanizmy ich działania polegają na poprawie przepływu krwi przez mózg, działaniu antyoksydacyjnym, odbudowie neuronów oraz zapobieganiu odkładania blaszek amyloidowych w mózgu. Ekstrakty z soplówki jeżowatej stosuje się w leczeniu choroby Alzheimera oraz Parkinsona. Jest to możliwe dzięki syntezie zawartości białka NGF (CZYNNIK WZROSTU NERWÓW, ang. NERVE GROWTH FACTOR), które jest niezbędne w rozwoju neurocytów. NGF stymuluje wzrost nowych neuronów oraz chroni już istniejące. W 1986 roku za odkrycie NGF Rita Levi-Montalcini wraz z Stanleyem Cohenem otrzymała Nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny. Co ciekawe, Rita przeżyła 103 lata i w niektórych doniesieniach można znaleźć informacje o codziennym zażywaniu przez nią kropli do oczu, zawierających proteiny NGF, którym zawdzięcza swoją długowieczność i bystrość umysłu aż do późnej starości. Korzystne oddziaływanie soplówki jeżowatej na funkcjonowanie układu nerwowego wyróżnia ją na tle innych grzybów. Za syntezę NGF odpowiedzialne są związki HERICENONY i ERINACYNY, które występują w soplówce jeżowatej i w ostatnich latach są bardzo intensywnie badane przez naukowców. HERICENONY występują tylko w owocnikach, a ERINACYNY tylko w mycelium soplówki jeżowatej. Produkcja czynnika wzrostu nerwów wewnątrz mózgu jest najważniejszym mechanizmem oddziaływania w przypadku zaburzeń poznawczych, występujących w przebiegu choroby Parkinsona i Alzheimera oraz udarze niedokrwiennym mózgu.

Związki fenolowe, do których należą HERICENONY A, B i L wykazują działanie cytotoksyczne a HERICENONY C – F działają antyoksydacyjnie oraz stymulują syntezę czynnika wzrostu neuronów *in vitro*. HERICENON B hamuje agregację płytek krwi wywołaną przez kolagen, blokując szlaki sygnałowe z nim związane, co udokumentowano w badaniach początkowo z udziałem królików, a następnie ludzi. Może to mieć znaczenie w profilaktyce zakrzepicy i innych chorób związanych z nadmiernym krzepnięciem krwi. HERICENON B posiada potencjał w poprawie pamięci, koncentracji oraz funkcjonowaniu mózgu. ERINACYNY to diterpeny izolowane z mycelium soplówki jeżowatej, które wykazują potencjał w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych, nowotworów, stanów zapalnych, cukrzycy oraz chorób sercowo-naczyniowych. W przeprowadzonych badaniach klinicznych został udowodniony pozytywny efekt doustnego podawania ekstraktów z soplówki w celu łagodzenia zaburzeń poznawczych oraz złagodzeniu objawów choroby Alzheimera. Co ważne, erinacyny potrafią przenikać barierę krew-mózg. Ekstrakty wodne i etanolowe wspierają rozwój komórek mózdzku oraz proces mielinizacji, czyli tworzenia osłonek mielinowych wokół włókien nerwowych. Soplówka jeżowata zapobiega też uszkodzeniom pamięci krótkotrwałej i wzrokowej, wywołanym przez amyloid  $\beta$ . Amyloid  $\beta$  może indukować stres oksydacyjny i reakcje zapalne w chorobie Alzheimera. Na podstawie niektórych dowodów sugeruje się, że choroba Alzheimera może mieć źródło poza mózgiem, a mikroflora jelitowa może wpływać na zachowanie w zaburzeniach neurodegeneracyjnych. W przeprowadzonych badaniach klinicznych udowodniono, że spożywanie soplówki jeżowatej może poprawiać funkcje poznawcze u osób z łagodnymi zaburzeniami pamięci. Z kolei ZWIĄZKI INDOLOWE występujące w soplówce jeżowatej mogą mieć znaczenie w profilaktyce depresji. W badaniach przedkli-

nicznych i klinicznych wykazano, że soplówka jeżowata znacząco łagodzi zaburzenia depresyjne poprzez modulację układu monoaminergicznego oraz działanie przeciwzapalne. Wskazuje to na jej potencjalną funkcję uzupełniającą i alternatywną metodę leczenia depresji. Niemniej jednak, obecne badania nad jej działaniem przeciwdepresyjnym są nadal na stosunkowo wczesnym etapie, a specyficzne mechanizmy leżące u podstaw tych efektów wymagają dalszych badań. Substancje bioaktywne zawarte w soplówce mogą chronić komórki nerwowe przed stresem retikulum endoplazmatycznego, co zapobiega ich obumieraniu. Soplówka jeżowata wykazuje działanie neuroprotekcyjne, wspierając regenerację neuronów i potencjalnie pomagając w leczeniu chorób neurodegeneracyjnych. Może poprawiać jakość snu, łagodzić depresję i objawy menopauzy. Wspiera funkcje poznawcze i może łagodzić objawy ich zaburzeń.

Współczesne tempo życia, rosnące wymagania oraz globalne wydarzenia, takie jak pandemia COVID-19 czy konflikty polityczne, przyczyniają się do wzrostu poziomu lęku w społeczeństwie, prowadząc tym samym do pogorszenia jakości snu. Dlatego niezbędne staje się poszukiwanie nowych surowców i składników diety, które mogą skutecznie redukować stres i poprawiać sen. Badanie *in vivo* przeprowadzone w 2021 roku sugeruje, że grzybnia soplówki jeżowatej może bezpośrednio wspomagać łagodzenie lęku, a także pośrednio poprawiać jakość snu. Dzięki swoim właściwościom może pełnić rolę dwufunkcyjnego suplementu. Grzybnia tego gatunku stanowi bogate źródło niehalucynogennych związków indolowych o działaniu terapeutycznym, takich jak serotonina, 5-hydroksy-L-tryptofan, melatonina i tryptamina. Pełnią one funkcję neuroprzekazników lub ich prekursorów, wpływając na rytm dobowy organizmu poprzez regulację apetytu, nastroju i temperatury ciała. Odgrywają również istotną rolę w procesach krzepnięcia krwi, odpowiedzi immunologicznej oraz regeneracji komórek. Dodatkowo wykazują działanie antyoksydacyjne, przeciwnowotworowe, kardioprotekcyjne i przeciwbólowe. Badania wykazały, że ich stężenie w grzybni jest wyższe niż w owocnikach tego grzyba.


## UKŁAD POKARMOWY

Wpływ soplówki jeżowatej na układ pokarmowy koncentruje się na jej działaniu ochronnym na żołądek. W przeprowadzonych badaniach z wykorzystaniem polisacharydów wyizolowanych z owocników udowodniono działanie ochronne na błonę śluzową żołądka. Polisacharydy wspierają mechanizm jej naprawy poprzez działanie przeciwzapalne, mają właściwości prebiotyczne oraz immunostymulujące. U pacjentów z przewlekłym zapaleniem żołądka i wrzodami żołądka stwierdzono bezpośrednie działanie hamujące wyciągów etanolowych z owocników wobec bakterii *Helicobacter pylori*, która jest głównym czynnikiem powodującym przewlekłe zapalenie błony śluzowej żołądka, wrzody trawienne oraz nowotwór żołądka.

## UKŁAD KRĄŻENIA I REGULACJA POZIOMU LIPIDÓW

Udowodniono, że soplówka jeżowata wpływa na układ krążenia, regulując poziom lipidów oraz cukru we krwi. FITOSTERYNA występująca w soplówce jest związkiem, który odpowiada za obniżenie poziomu lipidów we krwi. Wątroba jest kluczowym organem regulującym homeostazę glukozy oraz produkującym żółć, która pomaga w trawieniu tłuszczów. Codzienna dieta zawierająca soplówkę jeżowatą może zmniejszać poziom trójglicerydów w wątrobie, co z kolei może mieć korzystny wpływ na metabolizm tłuszczów w surowicy krwi. Soplówka może chronić przed martwicą



 Paweł Stasiowski, pixabay, Alison Northup (wikimedia)

wątroby, gdy jest podawana poprzez iniekcję dootrzewnową. CHITOZAN, będący pochodną chityny (składnika ściany komórkowej) obniża stężenie frakcji LDL cholesterolu (we krwi i w wątrobie) oraz trójglicerydów w surowicy. Zmniejsza w ten sposób ryzyko powstania chorób układu krążenia. Podsumowując, soplówka jeżowata wykazuje korzystny wpływ na układ krążenia, wspomagając regulację poziomu lipidów i cukru we krwi oraz zapobiegając nadmiernej agregacji płytek krwi.

#### **REGULACJA POZIOMU CUKRU WE KRWI**

Wykazano w badaniach przedklinicznych, że ekstrakty z soplówki jeżowatej, uzyskane przy użyciu rozpuszczalników organicznych, mogą pomagać w zmniejszeniu nadmiernego pragnienia (polidypsji) i obniżeniu poziomu cukru we krwi u szczurów z cukrzycą wywołaną streptozotocyną. To sugeruje ich możliwe działanie wspomagające leczenie cukrzycy. W przeprowadzonych badaniach na zwierzętach wykazano również, że ekstrakty etanolowe z soplówki jeżowatej mogą łagodzić ból neuropatyczny, występujący w przebiegu cukrzycy. Dodatkowo, po podaniu wodnego ekstraktu w dawce 100–200 mg/kg masy ciała zaobserwowano spadek poziomu glukozy we krwi, wzrost poziomu insuliny oraz poprawę profilu lipidowego.

#### **DZIAŁANIE CHEMOPREWENCYJNE I OCHRONA KOMÓREK**

Pacjenci onkologiczni, którzy otrzymywali ekstrakty z soplówki jeżowatej zawierające POLISACHARYDY, zgłaszali wyraźne zmniejszenie skutków ubocznych związanych z radioterapią i chemioterapią. Ekstrakty soplówki jeżowatej hamują migrację i inwazję komórek nowotworowych, które

mają zdolność do niekontrolowanego wzrostu i unikania mechanizmów śmierci komórkowej. Mogą rozprzestrzeniać się przez układ limfatyczny lub krwioobieg. W badaniach *in vitro* stwierdzono, że rozpuszczalne w wodzie POLISACHARYDY zawarte w soplówce jeżowatej mogą skutecznie działać na komórki nowotworowe, takie jak chłoniak EL4 i rak przełyku EC109. Ich przeciwnowotworowe właściwości wynikają z aktywacji układu odpornościowego – pobudzają produkcję cytokin (IL-1 $\beta$  i TNF- $\beta$ ) oraz zwiększają wytwarzanie tlenu azotu (NO), który wspiera walkę organizmu z chorobą. Zarówno grzybnia soplówki jeżowatej, jak i płyn pochodzący z owocników soplówki jeżowatej wykazują silne działanie antyproliferacyjne wobec nowotworowo zmienionych hepatocytów i komórek raka piersi (MCF7). Ekstrakty białkowe soplówki jeżowatej wykazują cytotoksyczność wobec komórek raka szyjki macicy (HeLa). W jednym z doświadczeń opisano, że codzienne iniekcje dootrzewnowe ekstraktów soplówki jeżowatej mogą zmniejszać aktywność enzymów MMP-2 i MMP-9, które biorą udział w przebudowie i degradacji składników otaczających komórki, blokując migrację i inwazję komórek nowotworowych do płuc. Ekstrakty te również hamują fosforylację białek, zaangażowanych w rozwój nowotworów. Dodatkowo hamują procesy związane z rozwojem nowotworów, zmniejszając masę guza i ograniczając tworzenie nowych naczyń krwionośnych w jego obrębie (neoangiogenezę). Soplówka jeżowata wzmacnia działanie doksorubicyny,



leku przeciwnowotworowego, poprzez redukcję ekspresji c-FLIP, białka hamującego apoptozę (apoptoza – programowana śmierć komórek nowotworowych).

Ekstrakty wodne i etanolowe soplówki jeżowatej indukują apoptozę komórek białaczki monocytowej (U937) poprzez aktywację kaspazy-3 i kaspazy-9, które są kluczowymi enzymami w procesie śmierci komórkowej. Ekstrakty soplówki aktywują także makrofagi, które zwalczają komórki nowotworowe.

**UKŁAD ODPORNOŚCIOWY, PROCESY ZAPALNE I GOJENIE RAN**  
Soplówka jeżowata ma znaczący wpływ na układ odpornościowy, procesy zapalne oraz regenerację tkanek. Obecne w niej sterole mogą ograniczać produkcję kluczowych mediatorów zapalnych, w tym tlenu azotu, który odgrywa istotną rolę w regulacji odpowiedzi immunologicznej. W badaniach na myszach wykazano, że hydrożel zawierający kwas taninowy i  $\beta$ -glukan z soplówki jeżowatej wspomaga gojenie oparzeń II stopnia poprzez redukcję utraty krwi, zwiększenie produkcji kolagenu i łagodzenie stanu zapalnego. U szczurów ekstrakty tej grzybni przyspieszały proces gojenia ran, prawdopodobnie dzięki ich zdolności do regulacji procesów zapalnych i aktywacji komórek odpornościowych. Dieta zawierająca soplówkę jeżowatą może poprawiać ogólną odporność organizmu, co potwierdzają badania z udziałem krewetek, w których wykazano zwiększoną odporność na infekcje bakteryjne (*Vibrio alginolyticus*). Gdy w organizmie pojawiają się antygeny czyli substancje obce, komórki dendrytyczne pomagają aktywować odpowiedź

immunologiczną, a składniki soplówki jeżowatej wspierają ich dojrzewanie poprzez zwiększenie ekspresji cząsteczek różnicujących (np. CD80, CD83) oraz elementów układu zgodności tkankowej (MHC). Ekstrakty wodne soplówki jeżowatej mogą także zwiększać aktywność komórek NK (NATURAL KILLER – KOMÓRKI NATURALNEJ CYTOKSYCZNOŚCI), które zwalczają komórki nowotworowe i zakażone wirusami poprzez indukcję interleukiny-12 (IL-12) i interferonu- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), co pobudza mechanizmy obronne organizmu. Zapalenie to naturalna reakcja obronna organizmu na infekcję i uszkodzenia, a soplówka jeżowata wspiera równowagę tych procesów, wpływając na cytokiny, chemokiny (białka sygnalizujące dla komórek odpornościowych), enzymy zapalne, tlenek azotu (NO) oraz prostaglandyny. Może również chronić przed przewlekłym stanem zapalnym, który prowadzi do wielu chorób, hamując nadmierną produkcję mediatorów prozapalnych, takich jak tlenek azotu, reaktywne formy tlenu (ROS), czynnik martwicy nowotworów  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) i interleukina-1- $\beta$  (IL-1 $\beta$ ). Soplówka jeżowata pomaga także chronić komórki przed stresem oksydacyjnym, a jej ekstrakty etanolowe i wodne mają zdolność do neutralizacji wolnych rodników, chelatowania jonów żelaza oraz hamowania uszkodzeń lipidów. Zawarte w niej polisacharydy zwiększają aktywność enzymów antyoksydacyjnych w skórze i poprawiają poziom kolagenu, co może wpływać na efekty przeciwstarzeniowe. Dzięki tym właściwościom może być stosowana jako wsparcie terapii chorób związanych ze stresem oksydacyjnym.



Aktywne związki obecne w soplówce jeżowatej wykazują korzystny wpływ na organizm, oddziałując na różne narządy poprzez różnorodne mechanizmy. Mogą wspierać regulację funkcji fizjologicznych, pomagając utrzymać równowagę między układami. Organizm działa jako spójna całość, a każdy jego system pozostaje w ścisłej interakcji z innymi pod kontrolą układu nerwowego. Zaburzenia jednego układu mogą prowadzić do destabilizacji homeostazy, co przekłada się na szeroko rozumiane problemy zdrowotne. Choroby jednego układu często wywołują zmiany patologiczne w innych – przykładowo cukrzyca typu 2 zwiększa ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, hipoglikemii i stanów zapalnych. Długotrwały stan zapalny odgrywa istotną rolę w inicjowaniu, rozwoju i rozprzestrzenianiu nowotworów. Procesy zapalne są również związane z pogorszeniem funkcji poznawczych u pacjentów cierpiących na chorobę Alzheimera. Stres oksydacyjny, który prowadzi do uszkodzenia neuronów, przyspiesza także proliferację komórek raka jelita grubego. Ponadto wahania poziomu glukozy we krwi wiążą się ze wzrostem stresu oksydacyjnego, co może przyczynić się do powikłań cukrzycowych. W związku z tym konieczne jest holistyczne podejście do zdrowia człowieka, traktujące organizm jako kompleksowy system, w którym leczenie schorzeń wymaga identyfikacji ich rzeczywistych przyczyn. Soplówka jeżowata wywiera pozytywny wpływ na kluczowe układy fizjologiczne, co sugeruje jej potencjalną rolę regulacyjną, czyniąc ją obiecującym składnikiem medycyny holistycznej. Dzięki zdolności do modulowania ekspresji istotnych cząsteczek sygnałowych może pełnić funkcję wsparcia zdrowia. Regularne spożywanie po wcześniejszym przygotowaniu około 50 g świeżej soplówki jeżowatej może sprzyjać homeostazie organizmu oraz zwiększać odporność na stres i wyzwania zdrowotne. W celu wykorzystania jej właściwości, sproszkowaną grzybnię można stosować jako dodatek do produktów spożywczych, np. zastępując 5% mąki pszennej w produkcji chleba, co wzbogaci wartość odżywczą pieczywa. Soplówka jeżowata wykazuje także ochronne działanie wobec układu pokarmowego, wspierając zdrowie żołądka i wątroby, co czyni ją wartościowym składnikiem żywności funkcjonalnej. Medycyna żywieniowa może stanowić przyszłościowy kierunek badań nad profilaktyką oraz leczeniem chorób. Mimo wielu obiecujących właściwości leczniczych, mechanizmy działania jej bioaktywnych składników nadal wymagają dokładniejszego poznania. Szeroko zakrojone badania kliniczne są niezbędne, aby określić pełny zakres jej działania i opracować skuteczne farmaceutyki oparte na jej właściwościach.