

MARZENA GRDEŃ, ANNA GRAMZA-MICHAŁOWSKA

Katedra Technologii Żywnienia Człowieka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

MACA (*LEPIDIUM MEYENII*) – WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNE

MACA (*LEPIDIUM MEYENII*) – HEALTH BENEFITS

Abstrakt

Maca (*Lepidium meyenii*) jest dwuletnią rośliną należącą do rodziny krzyżowych (Brassicaceae), uprawianą na andyjskich płaskowyżach Peru. Tradycyjne wierzenia ludowe przedstawiają ją jako afrodyzjak, dlatego jest nazywana także „peruwiańskim żeń-szeniem”. W żywieniu wykorzystuje się bulwiasty korzeń rośliny oraz hipokotyl, którym przypisywane są właściwości lecznicze. Analiza składu chemicznego wykazała, że *L. meyenii* ma dużą wartość odżywczą oraz zawiera bogactwo związków biologicznie aktywnych: polifenoli (flawonoidy, antocyjany), garbników, saponin, prostaglandyn i alkaloidów. Ponadto jest źródłem cennych z punktu widzenia żywieniowego wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, steroli (β -sitosterol, kampesterol, stygmasterol) i glikozynolanów. Według dostępnych źródeł literaturowych maca jest obecnie jedyną znaną rośliną zawierającą makamidy – związki korzystnie oddziałujące na funkcje seksualne. Wyniki badań potwierdziły jej wpływ na poprawę płodności zwierząt i ludzi, zwiększenie wydolności fizycznej oraz poprawę ogólnego stanu zdrowia. Ponadto dowiedziono, że maca wykazuje działanie przeciwnowotworowe, przeciwosteoporotyczne i neuroprotektoryjne.

Słowa kluczowe: maca, właściwości prozdrowotne, funkcje seksualne

Wstęp

Maca (*Lepidium meyenii*) jest dwuletnią rośliną o szczególnych właściwościach biologicznych, uprawianą na andyjskich płaskowyżach Peru. Wśród rdzennych mieszkańców Peru jest tradycyjnym elementem codziennej diety (Zhao i in., 2005). W żywieniu wykorzystuje się bulwiasty korzeń rośliny oraz hipokotyl (czyli najniższą część łodygi), którym przypisywane są właściwości lecznicze (Gonzales, 2010; Valerio i Gonzales, 2005). Maca ma charakterystyczny zapach przypominający toffi oraz pikantny smak.

Jest spożywana po suszeniu, następnie namoczeniu i ugotowaniu, a także w postaci pieczonej, jako dodatek do owsianki, lub w postaci tradycyjnego fermentowanego napoju „maca chicha”. Uważa się, że świeży surowiec może niekorzystnie wpływać na organizm (Gonzales, 2012; Zhao i in., 2005, 2012). Obecnie coraz większym zainteresowaniem cieszy się suplement macy dostępny w postaci kapsułek, proszku i ekstraktów. Preparaty te są przeznaczone głównie dla mężczyzn, a stosuje się je w celu zwiększenia libido, wzmocnienia układu nerwowego, poprawy koncentracji oraz ogólnego samopoczucia. Na rynku występuje także suszony hipokotyl, mąka, gotowe wypieki oraz napoje i mocniejsze trunki (Li i in., 2001).

Ludowe wierzenia określają *L. meyenii* jako afrodyzjak zwiększający popęd seksualny u mężczyzn oraz płodność u kobiet, co zostało częściowo potwierdzone w badaniach naukowych (Clément i in., 2010; Dording i in., 2008; Gasco i in., 2007; Gonzalez i in., 2003; Ruiz-Luna i in., 2005; Shin i in., 2010). Roślina jest również powszechnie znana z pozytywnego oddziaływania na metabolizm, gospodarkę hormonalną, układ odpornościowy, funkcje poznawcze oraz pamięć (Zhao i in., 2005).

Obecnie obserwuje się znaczny wzrost zainteresowania naturalnymi składnikami żywności o właściwościach prozdrowotnych, zarówno wśród konsumentów, jak i producentów żywności oraz dietetyków, dlatego celem pracy było podsumowanie i ocena wykonanych dotąd badań naukowych dotyczących skuteczności *L. meyenii* w poprawie funkcjonowania organizmu. W niniejszej publikacji scharakteryzowano ponadto skład chemiczny oraz omówiono właściwości prozdrowotne macy.

Charakterystyka botaniczna

Maca należy do rodziny krzyżowych (Brassicaceae), rodzaju *Lepidium*. Roślina ta wymaga specyficznych warunków uprawy. Rośnie na dużych wysokościach (3500–4500 m n.p.m.), przy intensywnym nasłonecznieniu, silnym wietrze i dużych amplitudach temperatur (Zhao i in., 2012). W naturalnym środowisku maca rozwija się w temperaturze od $-1,5$ do $+12^{\circ}\text{C}$ (Valerio i Gonzales, 2005). Jest to roślina niewielka, spłaszczona, której jadalną część stanowią nadziemny, stosunkowo nieduży i płaski fragment (hipokotyl) oraz fragment podziemny – korzeń, przypominający kształtem rzodkiew. Maca charakteryzuje się specyficznym, często nieakceptowanym smakiem, który w produktach spożywczych można osłabić poprzez zastosowanie różnych dodatków, np. soków owocowych. Hipokotyl wraz z korzeniem osiąga około 10–14 cm długości i 3–5 cm szerokości, a jego masa może być zróżnicowana. W zależności od odmiany maca wykazuje odmienne właściwości prozdrowotne i może się cechować różną barwą, m.in. żółtą, różową, czerwoną, fioletową oraz czarną (Gonzales C. i in., 2006; Gonzales G. F. i in., 2005, 2007; Rubio i in., 2006). Jak dotąd opisano 13 odmian *L. meyenii* różniących się barwą, wśród których najczęściej występują żółte, czerwone i czarne (Gonzales, 2012).

Skład chemiczny

Część jadalna świeżej macy zawiera w składzie głównie wodę (80%) (Dini i in., 1994). Wysuszony hipokotyl dostarcza około 380 kcal w 100 g. W tabeli 1 przedstawiono procentowy udział poszczególnych składników odżywczych w wysuszonym korzeniu rośliny. Maca charakteryzuje się dużą zawartością węglowodanów, w tym błonnika pokarmowego (> 8%), oraz małą zawartością tłuszczów, których ponad 50% stanowią korzystne z punktu widzenia żywieniowego nienasycone kwasy tłuszczowe (Dini i in., 1994). Skład aminokwasowy potwierdza dużą wartość odżywczą białka, dostarczającego niezbędnych aminokwasów egzogennych. W 1 g białka pochodzącego z *L. meyenii* znajduje się: 99,4 mg argininy, 91,0 mg leucyny, 79,3 mg waliny, 55,3 mg fenyloalaniny, 54,5 mg lizyny, 47,4 mg izoleucyny, 33,1 mg treoniny, 28 mg metioniny oraz 21,9 mg histydyny. Ponadto białko pochodzące z macy jest źródłem kwasu asparaginowego (91,7 mg) i kwasu glutaminowego (156,5 mg). Korzeń macy charakteryzuje się także dużą zawartością składników mineralnych. W 100 g suchej masy jest obecne 150 mg wapnia, 16,6 mg żelaza, 18,7 mg sodu, 5,9 mg miedzi oraz 3,8 mg cynku.

Tabela 1. Udział procentowy wybranych składników pokarmowych w wysuszonym korzeniu *Lepidium meyenii* (Dini i in., 1994)

Składnik pokarmowy	Udział (%)
Białko	10,0–16,0
Węglowodany	59,0
Tłuszcze	2,2
Nasycone kwasy tłuszczowe	40,1
Jednonienasycone/wielonienasycone kwasy tłuszczowe	52,7
Błonnik pokarmowy	8,5

Właściwości prozdrowotne korzenia macy są zdeterminowane obecnością składników biologicznie aktywnych, takich jak związki polifenolowe (flawonoidy, antocyjany) (Lee i in., 2005), garbniki, saponiny, prostaglandyny (Valerio i Gonzales, 2005), alkaloidy (Cui i in., 2003), sterole (β -sitosterol, kampesterol, stygmasterol) (Dini i in., 1994) oraz amidy wielonienasyconych kwasów tłuszczowych – makaeny (0,09–0,45% suchej masy) i makamidy (0,06–0,52% suchej masy), które według aktualnych danych literaturowych wpływają korzystnie na usprawnienie funkcji seksualnych (Ganzera i in., 2002). Maca stanowi także źródło glukozyzolanów oraz ich pochodnych, stanowiących 1% świeżego korzenia, wykazujących działanie przeciwnowotworowe (Dini i in., 2002; Li i in., 2001; Yábar i in., 2011).

Wpływ na poprawę funkcji seksualnych i płodność

Lepidium meyenii według tradycyjnych wierzeń wpływa na poprawę funkcji seksualnych, dlatego też gatunek nazywany jest „peruwiańskim żeń-szeniem”. Wykonano szereg badań, których celem było określenie wpływu macy na funkcje seksualne i płodność. Lentz i in. (2007) udowodnili, iż podawanie wodnego roztworu z korzenia *L. meyenii* ma nieznaczny wpływ na zachowania seksualne samców szczurów. Szczury otrzymywały roztwór w dawce 25 lub 100 mg/kg masy ciała przez 30 dni. Po 7 dniach eksperymentu w grupie badanej zaobserwowano poprawę funkcji seksualnych w porównaniu z grupą otrzymującą placebo, jednak po 21 dniach obserwacji już takiego efektu nie odnotowano – maca nie wpłynęła istotnie na zachowania seksualne samców szczurów w porównaniu z grupą kontrolną. Badania Gonzalesa i in. (2002) z udziałem 57 zdrowych mężczyzn wykazały poprawę popędu seksualnego już po 8 tygodniach przyjmowania macy w dawce 1500–3000 mg dziennie. Udowodniono, że suplementacja wpływa bezpośrednio na poprawę popędu seksualnego, nie zmieniając jednocześnie poziomu testosteronu ani estradiolu w surowicy krwi. Zenico i in. (2009) leczyli mężczyzn z łagodnymi zaburzeniami erekcji, podając 2400 mg sproszkowanego korzenia macy na dobę przez 12 tygodni. Zarówno w grupie otrzymującej macę, jak i w grupie z placebo zaobserwowali wzrost wartości Międzynarodowego Wskaźnika Funkcji Erekcyjnej IIEF (ang. *International Index of Erectile Function*), jednakże w grupie badanej wzrost był większy, a równocześnie nastąpiła znaczna poprawa sprawności psychofizycznej. Suplementacja macą nie miała wpływu na poziom hormonów w surowicy krwi badanych osób. Wśród pacjentów cierpiących na zakłócenia funkcji seksualnych indukowanych depresją (17 kobiet, 3 mężczyzn) Dording i in. (2008) zaobserwowali znaczną poprawę libido po zastosowaniu macy w dawce 1,5–3,0 g na dobę przez 12 tygodni. Podobnie jak w badaniach, które wykonali Zenico i in. (2009), suplementacja *L. meyenii* nie spowodowała zmian w stężeniu testosteronu ani estradiolu w surowicy, co potwierdzają także badania *in vitro* Boganiego i in. (2006) i *in vivo* Gonzalesa i in. (2003).

W doświadczeniu mającym na celu ocenę wpływu różnych odmian macy (czerwona, żółta i czarna) na proces spermatogenezy u samców szczurów podczas krótko- i długoterminowego leczenia udowodniono, iż odmiana czarna ma najkorzystniejszy wpływ na liczbę i ruchliwość plemników (Gonzales i in., 2006). Liczebność oraz ruchliwość plemników istotnie wzrosły w grupie leczonej długoterminowo (42 dni) odmianą czarną, jednocześnie w grupie leczonej długoterminowo odmianą czerwoną zmniejszyła się istotnie masa prostaty (Gonzales i in., 2007). Trwające 7 dni leczenie w przypadku żadnej z odmian macy nie wpływało istotnie na parametry jakościowo-ilościowe ejakulatu (Gonzales i in., 2006). Podobne badania wykonali Gasco i in. (2007), potwierdzając, że podawanie nie tylko czarnej, lecz także żółtej odmiany macy przez 84 dni istotnie zwiększało liczbę plemników w najądrzach samców szczurów. Każda z odmian wpływała na zwiększenie ilości spermy w nasieniowodach, bez jednoczesnego wpływu na wielkość dziennej produkcji spermy. Największy wzrost liczby plemników w najądrzach szczurów zaobserwowano po 7 dniach przyjmowania ekstraktu z macy w ilości 1,0 g/kg masy ciała. Przy dawce 0,1 g/kg poziom testosteronu w surowicy krwi oraz stosunek estradiolu do testosteronu uległ istotnemu zmniejszeniu w porównaniu z grupami otrzymującymi 0,01, 1,0, 5,0 g/kg ekstraktu oraz z grupą kontrolną (Chung i in., 2005). W innych badaniach na zwierzętach stwierdzono, że 23-tygodniowa suplementa-

cja diety byków hodowlanych wysuszonym hipokotylem macy w dawce 233 mg/kg masy ciała dziennie nie wpłynęła na zwiększenie popędu seksualnego ani na wielkość jąder, jednak po 10 tygodniach zaobserwowano istotny wzrost liczby plemników w ejakulacie oraz ich znacznie zwiększoną ruchliwość (Clément i in., 2010). Poprawę parametrów nasienia zanotowano także wśród zdrowych mężczyzn. Niezależnie od otrzymywanej dawki *L. meyenii* zaobserwowano zwiększenie objętości nasienia, liczby plemników ogółem w ejakulacie, liczby ruchliwych plemników oraz ich ruchliwości (Gonzales i in., 2001). Uchiyama i in. (2014) zauważyli korzystny wpływ suplementacji macą na płodność również u samic szczurów. Wykazali jednoznaczny związek 7-tygodniowego spożywania karmy z dodatkiem 5, 25 oraz 50% sproszkowanego korzenia macy ze zwiększeniem stężenia hormonów przysadki mózgowej w fazie folikularnej cyklu samic szczurów. Wśród samic spożywających karmę z 50-procentowym dodatkiem macy zaobserwowano 4,5-krotny wzrost stężenia hormonu luteinizującego (LH) oraz 19-krotny wzrost stężenia hormonu folikulotropowego (FSH) w surowicy krwi (Uchiyama i in., 2014). Badania z udziałem samic myszy suplementowanych ekstraktem z żółtej odmiany macy dowiodły, że wpływa ona na zwiększenie wielkości miotu oraz masy macicy samic (Ruiz-Luna i in., 2005).

Wyniki badań dotyczących wpływu macy na zwiększenie popędu seksualnego są rozbieżne, jednoznaczne są natomiast wyniki badań nad wpływem poszczególnych odmian macy na parametry jakościowo-ilościowe spermy i plemników samców oraz czynniki zwiększające płodność samic zwierząt. Suplementacja *L. meyenii* nie wpływa jednocześnie na poziom androgenów ani estrogenów w surowicy krwi (Bogani i in., 2006; Gonzalez i in., 2003).

Aktywność przeciwutleniająca i działanie przeciwnowotworowe

Ocena właściwości przeciwutleniających *L. meyenii* była przedmiotem wielu badań. W doświadczeniu Sandovala i in. (2002) związki przeciwutleniające zawarte w wodnym ekstrakcie z *L. meyenii* powodowały zmniejszenie okresu półtrwania nadtlenoazotynu, powstającego fizjologicznie podczas przewlekłego stanu zapalnego organizmu. Według wspomnianych autorów mechanizm ten pełni istotną rolę w ochronie DNA przed uszkodzeniami indukowanymi wolnymi rodnikami. Udowodniono także, że maca wykazuje zdolność zmiatania wolnych rodników i hamowania powstawania nadtlenczków, które pełnią istotną rolę w procesie utleniania lipidów. Zha i in. (2014) wykazali, że polisacharydy pochodzące z *L. meyenii*, składające się z ramnozy, arabozy, glukozy i galaktozy, mają zdolność neutralizowania wolnych rodników oraz wykazują działanie cytoprotekcyjne w warunkach zwiększonego stresu oksydacyjnego. Właściwości przeciwutleniające macy potwierdzono także w badaniach z udziałem szczurów (Večeřa i in., 2007).

W doświadczeniach z udziałem myszy oraz szczurów wykazano, że ekstrakt z *L. meyenii* przeciwdziała uszkodzeniom skóry wywołanym promieniowaniem ultrafioletowym (UVA/UVB). Najlepsze właściwości absorpcyjne UVA/UVB oraz największą aktywność przeciwutleniającą wykazała czerwona odmiana macy z uwagi na największą zawartość związków biologicznie czynnych – polifenoli oraz glukozyzolanów (Gonzales-Castañeda i Gonzales, 2008; Gonzales-Castañeda i in., 2011).

Badania wykonane na ludzkich liniach komórek nowotworowych wyizolowanych z gruczołka jelita grubego, na liniach komórek białaczki szpikowej oraz nowotworów wątroby wykazały, iż związki aktywne z *L. meyenii*, jak flawonolignany, flawonoidy oraz glukozynolany, charakteryzują się działaniem chemoprewencyjnym i przeciwzapalnym (Bai i in., 2015).

Wykonano ponadto szereg badań nad wpływem ekstraktu z macy na wielkość gruczołu krokowego zwierząt. Dowiedziono, że podaż ekstraktu z *L. meyenii* istotnie zmniejsza rozmiar prostaty u szczurów i myszy z rozrostem tego gruczołu wywołanym enantanem testosteronu, a najkorzystniejszy efekt uzyskano po zastosowaniu ekstraktu z czerwonej odmiany macy (Gasco i in., 2007; Gonzales i in., 2005, 2007).

Wykonane do tej pory badania jednoznacznie dowodzą, że maca może pełnić istotną rolę w utrzymaniu równowagi oksydoredukcyjnej, wykazując tym samym działanie antykancerogenne.

Wpływ na tkankę kostną

Dotychczasowy stan wiedzy wskazuje, że *L. meyenii* może mieć korzystny wpływ na układ kostny, zapobiegając powstawaniu zmian osteoporotycznych. Zhang i in. (2006) w doświadczeniu wykonanym na modelu zwierzęcym po owariotomii oceniali wpływ suplementacji macą na gospodarkę wapnia. W trakcie 28-tygodniowej terapii podawano szczurom etanolowy ekstrakt z *L. meyenii* w dawce 0,096 i 0,24 g/kg. Grupa kontrolna otrzymywała wodę destylowaną. W grupie suplementowanej dawką 0,24 g ekstraktu na 1 kg masy ciała nastąpił istotny statystycznie wzrost gęstości kości w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, w porównaniu z grupą otrzymującą mniejszą dawkę oraz z grupą kontrolną. Zaobserwowano także istotny wzrost zawartości wapnia w kości udowej samic otrzymujących największe dawki ekstraktu. Działanie przeciwosteoporotyczne *L. meyenii* potwierdzono w badaniach z udziałem populacji tradycyjnie spożywającej korzeń macy (Gonzales, 2010). Gonzales i in. (2010) w badaniach z udziałem samic szczurów poddanych owariotomii udowodnili, iż najsilniejsze działanie ochronne na architekturę kości wykazują odmiany Macy czerwona oraz czarna. Po 4-tygodniowej terapii powierzchnia istoty gąbczastej drugiego kręgu lędźwiowego istotnie się zwiększyła w porównaniu z grupą otrzymującą odmianę żółtą. Liu i in. (2015) dowiedli, że obecny w *L. meyenii* N-benzylpalmitamid pobudza proliferację osteoblastów, różnicowanie komórek kostnych i mineralizację, zwiększając jednocześnie ekspresję genów odpowiedzialnych za osteogenezę.

Działanie neuroprotecyjne

Wykonane w ostatnich latach badania *in vitro* oraz *in vivo* potwierdzają właściwości neuroprotecyjne *L. meyenii* (Pino-Figueroa i in., 2010). Udowodniono, że maca może mieć korzystny wpływ na funkcje poznawcze. Rubio i in. (2006) oceniali wpływ różnych odmian *L. meyenii* (czarna, czerwona i żółta) na funkcje poznawcze i objawy depresji u myszy po owariotomii. Dowiedli, iż najkorzystniejszy wpływ na zdolność

uczenia się wywiera odmiana czarna, jednak działanie przeciwdepresyjne potwierdzono w przypadku każdej odmiany. Określono także wpływ wodnego i wodno-alkoholowego wyciągu z czarnej odmiany *L. meyenii* na zaburzenia pamięci wywołane skopolaminą u samców oraz upośledzenie pamięci u samic myszy po owariektomii. Zarówno wodny, jak i wodno-alkoholowy ekstrakt istotnie łagodził wywołaną u myszy utratę pamięci, hamując aktywność hydrolazy acetyloholinowej (Liu i in., 2015; Rubio i in., 2007). Podobne doświadczenie wykonano u myszy z zaburzeniami pamięci wywołanymi etanolem. Wodno-alkoholowy ekstrakt z czarnej odmiany macy znacząco hamował efekt wywołany przez alkohol. Działanie ochronne ekstraktu może być związane z dużą zawartością polifenoli, takich jak kwercetyna i antocyjany (Rubio i in., 2011). Ai i in. (2014) po wykonaniu doświadczenia na myszach narażonych na przewlekły, łagodny stres stwierdzili, że ekstrakt z macy wykazywał działanie przeciwdepresyjne, które wiązało się z aktywacją zarówno układu noradrenergicznego, jak i dopaminergicznego. Działanie łagodzące objawy depresji udowodniono także w badaniach wykonanych z udziałem kobiet. Silniejszy efekt zaobserwowano u kobiet po menopauzie niż u tych przed menopauzą (Dording i in., 2008; Stojanovska i in., 2015). Jednocześnie podanie ekstraktu z *L. meyenii* spowodowało obniżenie ciśnienia tętniczego krwi u badanych osób (Stojanovska i in., 2015).

Inne właściwości

Wyniki badań Gonzalesa i in. (2013) potwierdzają, że spożywanie *L. meyenii* w codziennej diecie wpływa na poprawę parametrów, takich jak: skurczowe ciśnienie krwi, stosunek testosteronu do estradiolu w surowicy krwi, poziom interleukiny-6 w surowicy, podmiotowe i przedmiotowe objawy przewlekłej choroby wysokogórskiej, stężenie estradiolu, ogólny stan zdrowia.

Wykonano również badania nad zastosowaniem korzenia macy jako suplementu diety dla sportowców. Dwutygodniowa suplementacja masą u kolarzy wpłynęła istotnie na skrócenie czasu przejazdu 40-kilometrowej trasy w porównaniu z czasem przejazdu przed suplementacją: z 57,6 do 56,6 min ($p \leq 0,01$) (Stone i in., 2009). W doświadczeniu z udziałem szczurów dowiedziono ponadto, że suplementacja ekstraktem z *L. meyenii* zwiększa wytrzymałość i wydolność fizyczną, co częściowo jest związane ze zmniejszeniem stresu oksydacyjnego indukowanego intensywnym wysiłkiem fizycznym (Choi i in., 2012).

W badaniach *in vitro* ekstrakt z macy wykazywał także działanie przeciwwirusowe w stosunku do ludzkiego wirusa grypy (del Valle Mendoza i in., 2014).

Bezpieczeństwo spożycia

Zainteresowanie gatunkiem *L. meyenii* stale wzrasta, dlatego istotny jest także aspekt jego szkodliwego wpływu na organizm człowieka. W badaniach z udziałem szczurów nie wykazano toksyczności ani skutków ubocznych po spożyciu 1 i 17 g suszonego hipokotyli *L. meyenii* na kilogram masy ciała (Gasco i in., 2007; Valerio

i Gonzales, 2005). Wydaje się, iż spożycie macy jest bezpieczne także wśród osób dorosłych oraz kobiet w wieku postmenopauzalnym. W trwających 12 tygodni randomizowanych badaniach z podwójnie ślepą próbą z udziałem 193 zdrowych kobiet i mężczyzn nie zaobserwowano skutków ubocznych ani toksyczności przy dobowym spożyciu 3 g ekstraktu z czerwonej i czarnej odmiany macy (Gonzales-Arimborgo i in., 2016). Doświadczeń nad bezpieczeństwem spożycia *L. meyenii* wśród różnych grup ludności, zwłaszcza wśród dzieci, wciąż jest jednak niewiele (Pino-Figueroa i in., 2011) i wiedza na ten temat niewątpliwie wymaga potwierdzenia w dalszych badaniach.

Podsumowanie

Lepidium meyenii od setek lat był zwyczajowo spożywany przez ludność zamieszkującą tereny Ameryki Południowej. Spożycie tej rośliny wiązano głównie z poprawą popędu seksualnego oraz płodności. Wyniki aktualnych badań potwierdzają jej ogromny potencjał prozdrowotny. W doświadczeniach *in vitro* oraz *in vivo* udowodniono jej korzystny wpływ na parametry nasienia zwierząt i ludzi, co skutkuje zwiększeniem płodności, bez jednoczesnej zmiany poziomu hormonów płciowych w surowicy krwi. Ponadto dowiedziono, że korzeń macy cechuje się bardzo dużym potencjałem przeciwutleniającym, działaniem przeciwnowotworowym, przeciwosteoporotycznym i neuroprotekcijnym. Może także zwiększać wydolność fizyczną oraz sprzyjać poprawie ogólnego stanu zdrowia. Udowodniony potencjał terapeutyczny *L. meyenii* wynika z obecności w jego składzie licznych związków biologicznie aktywnych.

Literatura

- Ai, Z., Cheng, A.-F., Yu, Y.-T., Yu, L.-J., Jin, W. (2014). Antidepressant-like behavioral, anatomical, and biochemical effects of petroleum ether extract from maca (*Lepidium meyenii*) in mice exposed to chronic unpredictable mild stress. *J. Med. Food*, 17, 5, 535–542. <http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2013.2950>
- Bai, N., He, K., Roller, M., Lai, Ch.-Sh., Bai, L., Pan, M.-H. (2015). Flavonolignans and other constituents from *Lepidium meyenii* with activities in anti-inflammation and human cancer cell lines. *J. Agric. Food Chem.*, 63, 9, 2458–2463. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00219>
- Bogani, P., Simonini, F., Iriti, M., Rossoni, M., Faoro, F., Poletti, A., Visioli, F. (2006). *Lepidium meyenii* (maca) does not exert direct androgenic activities. *J. Ethnopharmacol.*, 104, 3, 415–417. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.09.028>
- Choi, E. H., Kang, J. I., Cho, J. Y., Lee, S. H., Kim, T. S., Yeo, I. H., Chun, H. S. (2012). Supplementation of standardized lipid-soluble extract from maca (*Lepidium meyenii*) increases swimming endurance capacity in rats. *J. Funct. Foods*, 4, 2, 568–573. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2012.03.002>
- Chung, F., Rubio, J., Gonzales, C., Gasco, M., Gonzales, G. F. (2005). Dose-response effects of *Lepidium meyenii* (maca) aqueous extract on testicular function and weight of different organs in adult rats. *J. Ethnopharmacol.*, 98, 1–2, 143–147. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.01.028>
- Clément, C., Kneubühler, J., Urwyler, A., Witschi, U., Kreuzer, M. (2010). Effect of maca supplementation on bovine sperm quantity and quality followed over two spermatogenic cycles. *Theriogenology*, 74, 2, 173–183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.01.028>

Grdeń, M., Gramza-Michałowska, A. (2017). Maca (*Lepidium meyenii*) – właściwości prozdrowotne. *Nauka Przym. Technol.*, 11, 1, 33–44. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00188>

- Cui, B., Zheng, B. L., He, K., Zheng, Q. Y. (2003). Imidazole alkaloids from *Lepidium meyenii*. *J. Nat. Prod.*, 66, 8, 1101–1103. <http://dx.doi.org/10.1021/np030031i>
- Dini, A., Migliuolo, G., Rastrelli, L., Saturnino, P., Schettino, O. (1994). Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food Chem.*, 49, 4, 347–349. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90003-5](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(94)90003-5)
- Dini, I., Tenore, G. C., Dini, A. (2002). Glucosinolates from maca (*Lepidium meyenii*). *Biochem. Syst. Ecol.*, 30, 11, 1087–1090. [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-1978\(02\)00058-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-1978(02)00058-3)
- Dording, Ch. M., Fisher, L., Papakostas, G., Farabaugh, A., Sonawalla, Sh., Fava, M., Mischoulon, D. (2008). A double-blind, randomized, pilot dose-finding study of maca root (*L. meyenii*) for the management of SSRI-induced sexual dysfunction. *CNS Neurosci. Ther.*, 14, 3, 182–191. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-5949.2008.00052.x>
- Ganzer, M., Zhao, J., Muhammad, I., Khan, I. A. (2002). Chemical profiling and standardization of *Lepidium meyenii* (maca) by reversed phase high performance liquid chromatography. *Chem. Pharm. Bull.*, 50, 7, 988–991. <http://dx.doi.org/10.1248/cpb.50.988>
- Gasco, M., Aguilar, J., Gonzales, G. F. (2007). Effect of chronic treatment with three varieties of *Lepidium meyenii* (maca) on reproductive parameters and DNA quantification in adult male rats. *Andrologia*, 39, 4, 151–158. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0272.2007.00783.x>
- Gonzales, C., Cárdenas-Valencia, I., Leiva-Revilla, J., Anza-Ramírez, C., Rubio, J., Gonzales, G. F. (2010). Effects of different varieties of maca (*Lepidium meyenii*) on bone structure in ovariectomized rats. *Complement. Med. Res.*, 17, 3, 137–143. <http://dx.doi.org/10.1159/000315214>
- Gonzales, C., Rubio, J., Gasco, M., Nieto, J., Yucra, S., Gonzales, G. F. (2006). Effect of short-term and long-term treatments with three ecotypes of *Lepidium meyenii* (maca) on spermatogenesis in rats. *J. Ethnopharmacol.*, 103, 3, 448–454. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.08.035>
- Gonzales, G. F. (2010). Maca: del alimento perdido de los Incas al milagro de los Andes. *Estudio de seguridad alimentaria y nutricional. Segur. Aliment. Nutr.*, 17, 1, 16–36.
- Gonzales, G. F. (2012). Ethnobiology and ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (maca), a plant from the Peruvian highlands. *Evid.-Based Complement. Altern. Med.*, 2012, ID 193496. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/193496>
- Gonzales, G. F., Cordova, A., Gonzales, C., Chung, A., Vega, K., Villena, A. (2001). *Lepidium meyenii* (maca) improved semen parameters in adult men. *Asian J. Androl.*, 3, 4, 301–303.
- Gonzalez, G. F., Córdova, A., Vega, K., Chung, A., Villena, A., Góñez, C. (2003). Effect of *Lepidium meyenii* (maca), a root with aphrodisiac and fertility-enhancing properties, on serum reproductive hormone levels in adult healthy men. *J. Endocrinol.*, 176, 1, 163–168. <http://dx.doi.org/10.1677/joe.0.1760163>
- Gonzales, G. F., Córdova, A., Vega, K., Chung, A., Villena, A., Góñez, C., Castillo, S. (2002). Effect of *Lepidium meyenii* (maca) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *Andrologia*, 34, 6, 367–372. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0272.2002.00519.x>
- Gonzales, G. F., Gasco, M., Lozada-Requena, I. (2013). Role of maca (*Lepidium meyenii*) consumption on serum interleukin-6 levels and health status in populations living in the Peruvian Central Andes over 4000 m of altitude. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 68, 4, 347–351. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-013-0378-5>
- Gonzales, G. F., Miranda, S., Nieto, J., Fernández, G., Yucra, S., Rubio, J., Yi, P., Gasco, M. (2005). Red maca (*Lepidium meyenii*) reduced prostate size in rats. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 3: 5. <http://dx.doi.org/10.1186/1477-7827-3-5>
- Gonzales, G. F., Vasquez, V., Rodriguez, D., Maldonado, C., Mormontoy, J., Portella, J., Pajuelo, M., Villegas, L., Gasco, M. (2007). Effect of two different extracts of red maca in male rats with testosterone-induced prostatic hyperplasia. *Asian J. Androl.*, 9, 2, 245–251. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-7262.2007.00228.x>
- Gonzales-Arimborgo, C., Yupanqui, I., Montero, E., Alarcón-Yaquetto, D. E., Zevallos-Concha, A., Caballero, L., Gasco, M., Zhao, J., Khan, I. A., Gonzales G. F. (2016). Acceptability, safety,

- and efficacy of oral administration of extracts of black or red maca (*Lepidium meyenii*) in adult human subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Pharmaceuticals*, 9, 3: 49. <http://dx.doi.org/10.3390/ph9030049>
- Gonzales-Castañeda, C., Gonzales, G. F. (2008). Hypocotyls of *Lepidium meyenii* (maca), a plant of the Peruvian highlands, prevent ultraviolet A-, B-, and C-induced skin damage in rats. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.*, 24, 1, 24–31. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0781.2008.00330.x>
- Gonzales-Castañeda, C., Rivera, V., Chirinos, A. L., Evelson, P., Gonzales, G. F. (2011). Photo-protection against the UVB-induced oxidative stress and epidermal damage in mice using leaves of three different varieties of *Lepidium meyenii* (maca). *Int. J. Dermatol.*, 50, 8, 928–938. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-4632.2010.04793.x>
- Lee, K.-J., Dabrowski, K., Sandoval, M., Miller, M. J. S. (2005). Activity-guided fractionation of phytochemicals of maca meal, their antioxidant activities and effects on growth, feed utilization, and survival in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. *Aquaculture*, 244, 1–4, 293–301. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.12.006>
- Lentz, A., Gravitt, K., Carson, C. C., Marson, L. (2007). Acute and chronic dosing of *Lepidium meyenii* (maca) on male rat sexual behavior. *J. Sex. Med.*, 4, 2, 332–340. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1743-6109.2007.00437.x>
- Li, G., Ammermann, U., Quirós, C. F. (2001). Glucosinolate contents in maca (*Lepidium peruvianum* Chacón) seeds, sprouts, mature plants and several derived commercial products. *Econ. Bot.*, 55, 2, 255–262. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02864563>
- Liu, H., Jin, W., Fu, Ch., Dai, P., Yu, Y., Huo, Q., Yu, L. (2015). Discovering anti-osteoporosis constituents of maca (*Lepidium meyenii*) by combined virtual screening and activity verification. *Food Res. Int.*, 77, 2, 215–220. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.06.028>
- Pino-Figueroa, A., Böhlke, M., Maher, T. (2011). *Lepidium meyenii* (maca): a review on its phytochemical and pharmacological profile. W: A. S. Awaad, G. Kaushik, J. N. Govil (red.), *Recent Progress in Medicinal Plants*, Vol. 31: Mechanism of action of phytoconstituents (s. 9–27). New Delhi: Studium Press.
- Pino-Figueroa, A., Nguyen, D., Maher, T. J. (2010). Neuroprotective effects of *Lepidium meyenii* (maca). *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1199, 77–85. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.05174.x>
- Rubio, J., Caldas, M., Dávila, S., Gasco, M., Gonzales, G. F. (2006). Effect of three different cultivars of *Lepidium meyenii* (maca) on learning and depression in ovariectomized mice. *BMC Complement. Altern. Med.*, 6: 23. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-6-23>
- Rubio, J., Dang, H., Gong, M., Liu, X., Chen, Sh.-l., Gonzales, G. F. (2007). Aqueous and hydroalcoholic extracts of black maca (*Lepidium meyenii*) improve scopolamine-induced memory impairment in mice. *Food Chem. Toxicol.*, 45, 10, 1882–1890. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2007.04.002>
- Rubio, J., Yucra, S., Gasco, M., Gonzales, G. F. (2011). Dose-response effect of black maca (*Lepidium meyenii*) in mice with memory impairment induced by ethanol. *Toxicol. Mech. Methods*, 21, 8, 628–634. <http://dx.doi.org/10.3109/15376516.2011.583294>
- Ruiz-Luna, A. C., Salazar, S., Aspajo, N. J., Rubio, J., Gasco, M., Gonzales, G. F. (2005). *Lepidium meyenii* (maca) increases litter size in normal adult female mice. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 3: 16. <http://dx.doi.org/10.1186/1477-7827-3-16>
- Sandoval, M., Okuhama, N. N., Angeles, F. M., Melchor, V. V., Condezo, L. A., Lao, J., Miller, M. J. S. (2002). Antioxidant activity of the cruciferous vegetable maca (*Lepidium meyenii*). *Food Chem.*, 79, 2, 207–213. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00133-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00133-4)
- Shin, B.-Ch., Lee, M. S., Yang, E. J., Lim, H.-S., Ernst, E. (2010). Maca (*L. meyenii*) for improving sexual function: a systematic review. *BMC Complement. Altern. Med.*, 10: 44. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6882-10-44>

Grdeń, M., Gramza-Michałowska, A. (2017). Maca (*Lepidium meyenii*) – właściwości prozdrowotne. *Nauka Przyr. Technol.*, 11, 1, 33–44. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00188>

- Stojanovska, L., Law, C., Lai, B., Chung, T., Nelson, K., Day, S., Apostolopoulos, V., Haines, C. (2015). Maca reduces blood pressure and depression, in a pilot study in postmenopausal women. *Climacteric*, 18, 1, 69–78. <http://dx.doi.org/10.3109/13697137.2014.929649>
- Stone, M., Ibarra, A., Roller, M., Zangara, A., Stevenson, E. (2009). A pilot investigation into the effect of maca supplementation on physical activity and sexual desire in sportsmen. *J. Ethnopharmacol.*, 126, 3, 574–576. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2009.09.012>
- Uchiyama, F., Jikyo, T., Takeda, R., Ogata, M. (2014). *Lepidium meyenii* (maca) enhances the serum levels of luteinising hormone in female rats. *J. Ethnopharmacol.*, 151, 2, 897–902. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2013.11.058>
- Valerio, Jr, L. G., Gonzales, G. F. (2005). Toxicological aspects of the South American herbs cat's claw (*Uncaria tomentosa*) and maca (*Lepidium meyenii*): a critical synopsis. *Toxicol. Rev.*, 24, 1, 11–35. <http://dx.doi.org/10.2165/00139709-200524010-00002>
- del Valle Mendoza, J., Pumarola, T., Gonzales, L. A., del Valle, L. J. (2014). Antiviral activity of maca (*Lepidium meyenii*) against human influenza virus. *Asian Pac. J. Trop. Med.*, 7, S1, S415–S420. [http://dx.doi.org/10.1016/S1995-7645\(14\)60268-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1995-7645(14)60268-6)
- Večeřa, R., Orolin, J., Škottová, N., Kazdová, L., Oliyarnik, O., Ulrichová, J., Šimánek, V. (2007). The influence of maca (*Lepidium meyenii*) on antioxidant status, lipid and glucose metabolism in rat. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 62, 2, 59–63. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-007-0042-z>
- Yábar, E., Pedreschi, R., Chirinos, R., Campos, D. (2011). Glucosinolate content and myrosinase activity evolution in three maca (*Lepidium meyenii* Walp.) ecotypes during preharvest, harvest and postharvest drying. *Food Chem.*, 127, 4, 1576–1583. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.021>
- Zenico, T., Cicero, A. F. G., Valmorri, L., Mercuriali, M., Bercovich, E. (2009). Subjective effects of *Lepidium meyenii* (maca) extract on well-being and sexual performances in patients with mild erectile dysfunction: a randomised, double-blind clinical trial. *Andrologia*, 41, 2, 95–99. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0272.2008.00892.x>
- Zha, Sh., Zhao, Q., Chen, J., Wang, L., Zhang, G., Zhang, H., Zhao, B. (2014). Extraction, purification and antioxidant activities of the polysaccharides from maca (*Lepidium meyenii*). *Carbohydr. Polym.*, 111, 584–587. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.05.017>
- Zhang, Y., Yu, L., Ao, M., Jin, W. (2006). Effect of ethanol extract of *Lepidium meyenii* Walp. on osteoporosis in ovariectomized rat. *J. Ethnopharmacol.*, 105, 1–2, 274–279. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2005.12.013>
- Zhao, J., Avula, B., Chan, M., Clément, C., Kreuzer, M., Khan, I. A. (2012). Metabolomic differentiation of maca (*Lepidium meyenii*) accessions cultivated under different conditions using NMR and chemometric analysis. *Planta Med.*, 78, 1, 90–101. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1280117>
- Zhao, J., Muhammad, I., Dunbar, D. Ch., Mustafa, J., Khan, I. A. (2005). New alkamides from maca (*Lepidium meyenii*). *J. Agric. Food Chem.*, 53, 3, 690–693. <http://dx.doi.org/10.1021/jf048529t>

MACA (*LEPIDIUM MEYENII*) – HEALTH BENEFITS

Abstract

Maca (*Lepidium meyenii*) is a biennial plant of the crucifer family (Brassicaceae), cultivated on the Andean plateaus of Peru. According to traditional beliefs, maca is considered to be an aphrodisiac, also known as ‘Peruvian ginseng’. The edible parts of the plant are the bulbous root and hypocotyl, which have health-promoting properties. The analysis of the chemical composition

showed that *L. meyenii* had a high nutritional value and contained biologically active compounds such as: polyphenols (flavonoids, anthocyanins), tannins, saponins, prostaglandins and alkaloids. Furthermore, the plant is a source of polyunsaturated fatty acids, sterols (β -sitosterol, campesterol, stigmasterol) and glucosinolates, which are valuable dietary components. According to the available literature, maca is currently the only known plant that contains macamides – components improving sexual functions. The results of studies have confirmed its impact on fertility, physical performance and health improvement in animals and humans. Moreover, maca also shows anti-cancer, anti-osteoporosis and neuroprotective potential.

Keywords: maca, health benefits, sexual functions

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Marzena Grdeń, Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31/33, 60-624 Poznań, Poland, e-mail: marzena.grden@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

31.03.2017

Do cytowania – For citation:

Grdeń, M., Gramza-Michałowska, A. (2017). Maca (*Lepidium meyenii*) – właściwości prozdrowotne. *Nauka Przyr. Technol.*, 11, 1, 33–44. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00188>