

Prunus padus L. – chemizm i działanie farmakologiczne

Prunus padus L. – chemistry and pharmacological effects

¹Centrum Zaawansowanych Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Dyrektor Centrum: prof. dr hab. n. chem. Artur Stefankiewicz

²Katedra i Zakład Farmakognozji i Biomateriałów,
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. farm. Judyta Cielecka-Piontek

SUMMARY

Prunus padus L. (Bird cherry) is a species rich in secondary metabolites, including flavonoids, anthocyanins, phenolic acids, tannins, and cyanogenic glycosides, which contribute to its wide range of biological activities. The aim of this study was to summarize current knowledge on the phytochemical composition and pharmacological properties of extracts obtained from various plant organs. Experimental data indicate that *P. padus* exhibits strong anti-inflammatory effects by inhibiting iNOS, COX-2, and NF-κB, as confirmed in both cellular and animal models. Extracts from branches and leaves show notable antibacterial activity and potent inhibition of α-glucosidase, suggesting antidiabetic potential. In behavioral assays, methanolic fractions demonstrated analgesic properties, partially dependent on the opioid pathway. The highest levels of phenolic compounds are found in leaves and bark, whereas fruits are characterized by high anthocyanin content and strong antioxidant capacity. Additionally, bark extracts inhibit elastase and tyrosinase, supporting their potential application in cosmetic formulations. Due to the presence of cyanogenic glycosides, proper processing and safety considerations remain essential. The collected evidence indicates that *Prunus padus* is a valuable yet underexplored species with significant phytotherapeutic potential, warranting further research into its phytochemicals, pharmacology, and toxicology.

Keywords: *Prunus padus*, common bird cherry, secondary metabolites, pharmacological effects

STRESZCZENIE

Prunus padus L. (Czeremcha zwyczajna) jest gatunkiem bogatym w metabolity wtórne, obejmujące: flawonoidy, antocyjany, kwasy fenolowe, garbniki i glikozydy cyjanogenne, które warunkują jej szerokie spektrum aktywności biologicznych. Celem pracy było przedstawienie aktualnej wiedzy dotyczącej składu fitochemicznego oraz właściwości farmakologicznych ekstraktów pozyskiwanych z różnych organów rośliny. Analiza doniesień doświadczalnych wskazuje, że *P. padus* wykazuje silne działanie przeciwzapalne, związane z hamowaniem iNOS, COX-2 i transkrypcyjnego czynnika NF-κB, co potwierdzono zarówno w modelach komórkowych, jak i zwierzęcych. Ekstrakty z gałązek i liści charakteryzują się znaczną aktywnością przeciwbakteryjną oraz zdolnością do hamowania α-glukozydazy, co sugeruje ich potencjał przeciwcukrzycowy. W testach behawioralnych frakcje metanolowe wykazywały efekt przeciwbólowy, częściowo zależny od szlaku opioidowego. Najwyższą zawartość związków fenolowych odnotowano w liściach i korze, natomiast owoce cechują się dużą zawartością antocyjanów i silną aktywnością antyoksydacyjną. Dodatkowo ekstrakty z kory wykazują właściwości hamujące elastazę i tyrozinazę, co potwierdza ich potencjalne zastosowanie kosmetyczne. Ze względu na obecność glikozydów cyjanogennych istotne pozostają zagadnienia bezpieczeństwa i odpowiednie przetwarzanie surowca. Zebrane dane wskazują, że *Prunus padus* stanowi wartościowy, lecz nadal niedostatecznie poznany, surowiec o potencjale fitoterapeutycznym.

Słowa kluczowe: *Prunus padus*, czeremcha zwyczajna, metabolity wtórne, działanie farmakologiczne

Wstęp

Rośliny stanowią bogate źródło związków biologicznie aktywnych od wieków wykorzystywanych

w leczeniu i łagodzeniu przebiegu wielu chorób. Mimo rozwoju współczesnej farmakoterapii ich znaczenie w medycynie pozostaje istotne, a liczne, prowadzone

obecnie badania mają na celu wyjaśnienie mechanizmów działania surowców roślinnych oraz identyfikację związków odpowiedzialnych za ich aktywność farmakologiczną.

Czeremcha zwyczajna (*Prunus padus* L.) jest gatunkiem zawierającym różnorodne grupy metabolitów wtórnych, spośród których najważniejsze stanowią związki fenolowe: flawonoidy oraz antocyjany. Dotychczasowe badania naukowe potwierdziły jedynie część przypisywanych jej właściwości leczniczych. Działanie przeciwzapalne udokumentowano zarówno w modelach *in vitro*, jak i *in vivo*, natomiast działanie przeciwbólowe wykazano jedynie w badaniach *in vivo*. Wyniki uzyskane w modelach *in vitro* potwierdziły również obecność aktywności przeciwbakteryjnej oraz przeciwcukrzycowej surowców pochodzących z tego gatunku. Wskazuje to na potencjalne zastosowanie *Prunus padus* w schorzeniach obejmujących m.in. bóle głowy, zapalenie jelit czy zapalenie wątroby.

Za szczególnie cenny surowiec zielarski uznaje się owoc czeremchy, tradycyjnie wykorzystywany ze względu na właściwości ściągające oraz fitoestrogenowe, choć działania te nie zostały dotychczas jednoznacznie potwierdzone badaniami eksperymentalnymi. W medycynie ludowej roślina była stosowana także w terapii kaszlu oraz dolegliwości kardiologicznych. Doniesienia etnofarmakologiczne wskazują ponadto na korzystny wpływ czeremchy w udarze mózgu i nerwobólach, a niektóre źródła wspominają o jej umiarkowanej aktywności cytotoksycznej oraz działaniu łagodzącym objawy towarzyszące chorobom nowotworowym.

Chociaż czeremcha zwyczajna nie należy do szeroko stosowanych surowców fitoterapeutycznych, dostępne dane sugerują, że posiada ona potencjał do zwiększenia swojego znaczenia w nowoczesnej fitoterapii.

Charakterystyka botaniczna

Nazwa *Padus avium* Mill. jest obecnie traktowana jako synonim obowiązującej i powszechnie akceptowanej nazwy *Prunus padus* L. (czeremcha zwyczajna). Relację tę potwierdzają współczesne bazy taksonomiczne, m.in. Plants of the World Online (POWO) oraz World Flora Online (WFO). Podobną klasyfikację przyjmują również Global Biodiversity Information Facility (GBIF) oraz The International Plant Names Index (IPNI).

Systematyka i znaczenie rodziny Rosaceae

Prunus padus L. należy do rodziny *Rosaceae* (Różowate), jednej z największych i ekonomicznie najistotniejszych rodzin roślin okrytonasiennych. Liczebność rodziny szacowana jest na 90-120 rodzajów oraz od 2500 do 4800 gatunków (1, 2). W obrębie *Rosaceae* znajdują się liczne rośliny sadownicze

o znaczeniu gospodarczym, m.in.: jabłonie, grusze, śliwy (*Prunus domestica*, *P. cerasifera*), morele (*P. armeniaca*), czereśnie i wiśnie (*P. avium*, *P. serrulata*), brzoskwinie (*P. persica*), pigwy, maliny i truskawki oraz migdały (*P. communis*) (3-7).

Do rodziny tej należą również gatunki wykorzystywane w zielarstwie i fitoterapii, takie jak: *Rosa canina*, *Crataegus monogyna*, *Rubus fruticosus* czy *Prunus africana* (8).

Dodatkowo wiele gatunków *Rosaceae* znajduje szerokie zastosowanie jako rośliny ozdobne, np. *Prunus mume* (morela japońska), *Physocarpus opulifolius* (pęcherznica kalinolistna) czy różne gatunki jarzębów (*Sorbus* spp.) (1).

Nowe dane taksonomiczne wskazują na rewizję wielu gatunków w obrębie rodzaju *Prunus*, co odzwierciedlają nowsze badania genomowe (9, 10).

Historia nazwy i zasięg geograficzny

Gatunek *Prunus padus* został opisany przez Karola Linneusza w 1743 roku. Nazwa *Prunus* wywodzi się z łaciny i oznacza śliwę, natomiast *padus* pochodzi z prac Teofrastosa, który opisywał tę roślinę już w starożytności. W Europie gatunek znany jest głównie jako *Prunus padus*, podczas gdy w Rosji tradycyjnie stosowana była nazwa *Padus avium* Mill. (11).

Czeremcha zwyczajna występuje naturalnie niemal w całej Europie – od północnej Skandynawii i europejskiej części Rosji po Pireneje. Stwierdzana jest także w Szkocji, północnej Anglii, Walii, północno-zachodnich Włoszech, Chorwacji i Bułgarii. Jej zasięg obejmuje również Azję Mniejszą, Syberię, Kaukaz i rejony Himalajów (2).

Dane z ostatnich dekad wskazują na poszerzenie zasięgu i inwazyjność lokalną w Ameryce Północnej i Skandynawii, gdzie gatunek ten wprowadzono jako roślinę ozdobną (12, 13).

Morfologia

Prunus padus jest gatunkiem występującym zarówno w formie drzewa, jak i krzewu (14). Dorosłe osobniki osiągają zwykle 3-15 m wysokości. Najniższe osobniki odnotowano w północnej Rosji – zaledwie 0,6 m. Podgatunki *P. padus borealis* i *P. padus petraea* są zwykle niskimi krzewami, rzadko przekraczającymi 3 m wysokości.

Korona młodych roślin jest rozłożysta, stożkowata, z wzniesionymi gałęziami. W miarę starzenia konary ulegają obniżeniu, a korona przyjmuje kształt kulisty lub wydłużony. Kora jest gładka, ciemna, błyszcząca, o charakterystycznym zapachu garbników. Młode pędy mają barwę czerwonobrazową, w cieniu – purpurową. Pąki mają długość 2-10 mm oraz ok. 2 mm średnicy.

Liście mierzą 5-10 cm długości i 3-6 cm szerokości; są eliptyczne lub jajowate, ostro piłkowane, na ogół matowe, skórzaste; górna strona liścia jest ciemnozielona, dolna – jasnozielona lub lekko owłosiona.

Kwiatostany to zwisające grona zbudowane z 10-35 (czasem do 40) białych lub bladoloróżowych kwiatów. Każdy kwiat posiada 5 płatków oraz 20-30 pręcików – dłuższych od płatków, lecz krótszych od działek kielicha.

Owoce to pestkowce o średnicy 6-8 mm, prawie kuliste, czarne lub ciemnofioletowe (2, 11). W literaturze nowszej zwraca się uwagę na dużą zmienność wielkości owoców oraz zawartości metabolitów wtórnych zależnie od położenia geograficznego i warunków siedliskowych (15, 16).

Związki chemiczne występujące w *Prunus padus* L.

Prunus padus jest bogatym źródłem związków wtórnych o potwierdzonej aktywności farmakologicznej. Do najważniejszych grup fitochemicznych występujących w tej roślinie należą: flawonoidy, antocyjany oraz związki fenolowe. Ponadto w poszczególnych organach rośliny stwierdza się obecność glikozydów cyjanogennych, garbników, olejku eterycznego, kwasów organicznych oraz cukrów prostych i wielocukrów.

Związki fenolowe

Związki fenolowe stanowią obszerną grupę związków zawierających pierścień aromatyczny z grupą hydroksylową. W *Prunus padus* pełnią one zarówno funkcje metaboliczne, jak i ochronne. Wykazują właściwości przeciwutleniające, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, przeciwzapalne oraz immunomodulujące (8, 17).

Analizy wykonane na materiale z Puszczy Noteckiej (liście, kwiaty, owoce, młode gałązki) potwierdziły najwyższą sumę polifenoli i aktywność antyoksydacyjną w liściach (metody DPPH/FRAP) oraz obecność rutyny/hiperozydu i kwasów: chlorogenowego, kawowego, ferulowego (18).

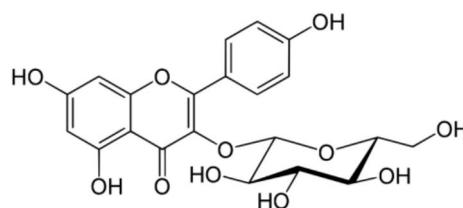
Flawonoidy

Liście

Obecność flawonoidów stwierdzono w liściach, kwiatkach, owocach oraz korze czeremchy (11). W liściach głównymi przedstawicielami tej grupy są rutozyd oraz hiperozyd, zaliczane do pochodnych kwercetyny. W rutozydzie część cukrową stanowi rutynoza (L-ramnoza + glukoza), natomiast hiperozyd zawiera galaktozę.

W liściach opisano także liczne inne glikozydy kwercetyny, m.in. 3-O- β -ksylopiranozylo-(1 \rightarrow 2)- β -galaktopiranozyd oraz 3-O- β -ksylopiranozylo-(1 \rightarrow 2)- β -glukopiranozyd kwercetyny (8, 11, 19).

Oprócz pochodnych kwercetyny liście zawierają również astragalinę (ryc. 1), czyli 3-O- β -D-glukozyd kemferolu, oraz liczne inne flawonoidy: pochodne izoramnetyny, dihydroflawonole (np. aromadendryna, taksyfolina), flawony (luteolina, apigenina), chalkony (dihydrowogonina) i flawonony (naryngenina, eriodictyol, hesperetyna) (11, 19). Badania chromatograficzne przeprowadzone w ostatniej dekadzie potwierdziły również obecność pinobanksyny, pinocembryny i chryzyny (20, 21).



Ryc. 1. Astragalina

Kwiaty

Kwiaty czeremchy zawierają kwercetynę i izokwercetynę wraz z ich pochodnymi, takimi jak hiperozyd oraz astragalina. Występują również tri-glikozydy kwercetyny, w których część cukrową stanowią galaktoza, ksyloza i glukoza (22).

Nowsze badania wykazują także obecność kemferolu, izoramnetyny oraz niewielkie ilości mirycetyny (12, 19).

Owoce

W owocach obecne są liczne flawonoidy, m.in.: epikatechina, rutyna, hiperozyd, pochodne kemferolu oraz 3-rutynozyd izoramnetyny. Ponadto wykryto ramnozyd apigeniny oraz dihydrochalkon – florydzyne (23, 24). Dodatkowe analizy metabolomiczne wskazują na obecność procyanidyn typu B2 i B4 oraz niewielkich ilości katechiny (19).

Antocyjany

Antocyjany to barwne związki polifenolowe o charakterystycznej strukturze zbudowanej z 15-węglowego szkieletu C6-C3-C6 (układ 1,3-difenylopropan-1-owy). W roślinach występują głównie w formie glikozydów, gdzie cząsteczka cukru (glukoza, galaktoza, ksyloza, disacharydy lub trisacharydy) jest najczęściej podstawiona w pozycji C-3 (25).

W *Prunus padus* antocyjany odpowiadają za barwę owoców, przy czym dominującymi związkami są pochodne cyjanidyny, wykrywane w owocach i liściach (8, 26).

Owoce

W owocach zidentyfikowano następujące antocyjany: cyjanidyno-3-O-glukozyd, cyjanidyno-3-O-rutynozyd, cyjanidyno-3-O-galaktozyd, cyjanidyno-3-O-ramnozyloheksocyd (23, 27, 28).

Galaktozyd cyjanidyny został opisany w owocach *Padus avium* prawdopodobnie po raz pierwszy w przytoczonych publikacjach. Nowe badania wykazały również obecność pelargonidyno-3-O-glukozydu w śladowych ilościach (27).

Kwasy fenolowe

Liście

W liściach wykryto kwasy fenolowe będące pochodnymi: kwasu cynamonowego – kwas p-kumarowy, kawowy, ferulowy, synapinowy; kwasu benzoowego – kwas p-hydroksybenzoowy, wainilinowy (11).

Zidentyfikowano również kwas chlorogenowy (5-kawoilochinowy) (8, 19), a nowsze badania potwierdziły także obecność kwasu neochlorogenowego i kryptochlorogenowego (29, 30).

Owoce

W owocach dominują pochodne kwasu cynamonowego, w tym: kwas p-kawoilochinowy, heksozy kwasu kawowego, heksozy kwasu p-kumarowego, kwas 5-kawoilochinowy, kwas dikawoilochinowy (23).

Odnotowano obecność kwasu syringowego i protokatechowego (31).

Witaminy

Owoce czeremchy są źródłem witamin o właściwościach antyoksydacyjnych, przede wszystkim witaminy C (kwasu askorbinowego). Jej zawartość w świeżych owocach jest zmienna i zależy od warunków środowiskowych oraz stopnia dojrzałości, jednak według dostępnych danych może wynosić od kilku do kilkunastu mg/100 g świeżej masy (32, 33). Witamina C odgrywa istotną rolę w neutralizacji reaktywnych form tlenu oraz wspiera funkcjonowanie układu odpornościowego.

W surowcach z *P. padus* identyfikowano również obecność witamin z grupy B, w tym tiaminy (B_1), ryboflawiny (B_2) oraz niacyny (B_3), choć ich zawartości są relatywnie niewielkie i nie stanowią głównego źródła tych składników w diecie (33). Niemniej jednak ich obecność może mieć znaczenie uzupełniające, szczególnie w dietach opartych na produktach naturalnych.

Dodatkowo wskazuje się na obecność prowitaminy A (karotenoidów), które pełnią funkcję

antyoksydacyjną oraz są prekursorami retinolu niezbędnego dla prawidłowego funkcjonowania narządu wzroku i układu odpornościowego (34).

Składniki mineralne

Owoce *Prunus padus* charakteryzują się umiarkowaną zawartością składników mineralnych. Wśród najważniejszych pierwiastków wymienia się: potas, wapń, magnez i żelazo. Potas odgrywa kluczową rolę w regulacji gospodarki elektrolitowej i ciśnienia krwi, natomiast wapń i magnez są istotne dla funkcjonowania układu kostnego i nerwowego (32, 35).

Wartość odżywcza surowców z *Prunus padus*

Surowce pozyskiwane z czeremchy zwyczajnej, w szczególności owoce, rzadziej kwiaty i liście, stanowią interesujące źródło składników odżywczych o potencjalnym znaczeniu dietetycznym. W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie ich składem chemicznym, zwłaszcza w kontekście obecności witamin, związków mineralnych oraz wtórnych metabolitów roślinnych (32, 36).

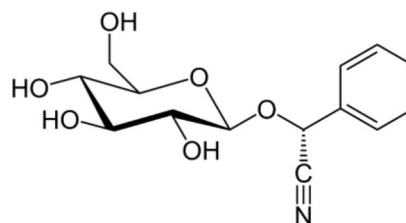
Pod względem makroskładników owoce czeremchy zawierają przede wszystkim węglowodany, głównie w postaci cukrów prostych (glukozy i fruktozy), co nadaje im słodko-cierpki smak (33). Zawartość białka i tłuszczu jest niewielka. Istotnym składnikiem jest natomiast błonnik pokarmowy, który wspiera funkcjonowanie przewodu pokarmowego i może wpływać na obniżenie poziomu cholesterolu (35).

Ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej jest jednak ograniczone przez obecność glikozydów cyjanogennych w nasionach, co wymaga odpowiedniej obróbki technologicznej (34).

Inne związki

Liście

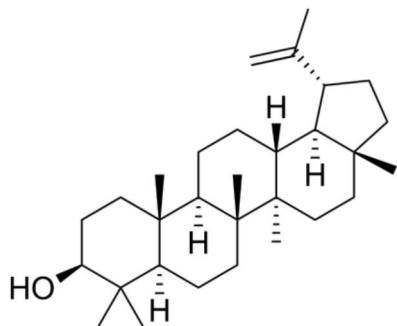
W niedojrzałych liściach stwierdzono obecność glikozydu cyjanogennego – prunazyny (ryc. 2) (11).



Ryc. 2. Prunazyna

Kwiaty

Kwiaty zawierają olejek eteryczny, którego głównymi składnikami są lupeol (ryc. 3), a także niewielkie ilości aldehydów i amin (amoniak, trietyloamina).



Ryc. 3. Lupeol

Obecne są również glikozydy cyjanogenne, m.in. amigdalina, β -sitosterol oraz kampesterol (11, 37).

Owoce

Owoce są bogate w: garbniki, sole mineralne (Mg, Ca, P, Fe), cukry: glukozę, fruktozę, sorbitol, karotenoidy (α - i β -karoten, luteina), tokoferole (α , γ , δ), kwasy organiczne: jabłkowy, cytrynowy, chinowy, szikimowy, fumarowy (11, 23, 38).

W niedojrzałych owocach wykazano także glikozydy cyjanogenne: prunazyne i prulaurazyne (11).

Kora

Z kory *Padus avium* wyizolowano glikozydy cyjanogenne: prunazyne i prulaurazyne (11). Dodatkowo współczesne badania wskazują na obecność triterpenów (kwas ursolowy, kwas oleanolowy) (39).

Działanie farmakologiczne i zastosowanie *Prunus padus* L.

Czeremcha zwyczajna była od dawna wykorzystywana w medycynie ludowej Europy i Azji do łagodzenia dolegliwości przewodu pokarmowego (działanie ściągające i „wzmacniające żołądek”), w kaszlu i przeziębieniach, bólach głowy oraz jako środek uspokajający. Wskazania te odnotowano w licznych opracowaniach etnobotanicznych i przeglądowych. Jednocześnie surowiec (głównie owoce, kora, liście, kwiaty) jest źródłem związków fenolowych (flawonoidy, proantocyjanidyny, kwasy fenolowe), witaminy C i terpenów, którym przypisuje się aktywność przeciwutleniającą, przeciwzapalną, przeciwbakteryjną i potencjalnie hipoglikemizującą (38, 40).

W badaniach fitochemicznych owoce *P. padus* (cv. ‘Colorata’) zawierały istotne ilości związków fenolowych (TPC [ang. total phenolic content] ok. 194 mg GAE/100 g świeżej masy) (ang. *gallic acid equivalents* – GAE), w tym m.in. kwercytrynę i kwercetynę; wykazano także znaczną zdolność antyoksydacyjną (FRAP \sim 17,8 mmol Fe²⁺/kg [ang. *ferric reducing*

antioxidant power]). Liście i kora charakteryzują się wysoką zawartością kwasów fenolowych (np. ferulowego, p-kumarowego) i aktywnością antyoksydacyjną oraz przeciwdrobnoustrojową *in vitro* (12, 20, 31, 41).

W nasionach, korze i pąkach liściowych *P. padus* występują glikozydy cyjanogenne (np. prunazyne/prulaurazyne; w pestkach – amigdalina), których hydroliza może uwalniać cyjanowodor – aspekt istotny w kontekście technologii surowca i fitotoksykologii. Współczesne przeglądy i opracowania taksonomiczno-botaniczne podkreślają ten element bezpieczeństwa (40, 42, 43).

W literaturze eksperymentalnej (*in vitro/in vivo*) najczęściej dokumentowane są: działanie przeciwzapalne, przeciwbólowe (antynocyceptywne), przeciwbakteryjne oraz hamowanie α -glukozydazy (potencjał przeciwcukrzycowy).

Działanie przeciwzapalne

Fracja chlorku metylenu z *P. padus* (ang. *methylene chloride fraction of Prunus padus* – MPP) silnie hamowała w makrofagach otrzewnowych myszy (IFN- γ /LPS, ang. *interferon gamma/lipopolysaccharide*) produkcję NO (ang. *nitric oxide*), aktywność i ekspresję iNOS (ang. *inducible nitric oxide synthase*) oraz ekspresję COX-2 (ang. *cyclooxygenase-2*); ograniczała także translokację NF- κ B (ang. *nuclear factor kappa B*) do jądra. W modelu *in vivo* (obrzęk łapy indukowany trypsyną) MPP w dawkach 250-500 mg/kg zmniejszała nasilenie obrzęku (44-46).

Etanolowy wyciąg z kwiatów *P. padus* (ang. *Prunus padus flower extract* – PPFE) charakteryzował się wysoką zawartością fenoli i wykazywał działanie przeciwzapalne *ex vivo* (przesunięcie fenotypu M1 \rightarrow M2 w BMDM [ang. *bone marrow-derived macrophage*]), spadek wydzielania IL-6 [ang. *interleukin-6*]), a w testach *in vitro* działania antyoksydacyjne i antykolagenazowe (47, 48).

Wyniki te spójnie wspierają tradycyjne zastosowania „przeciwzapalne” czeremchy oraz wskazują fenolowe markery aktywności (m.in. pochodne kwasu chlorogenowego, kwercetyny) (41).

Działanie przeciwbólowe (antynocyceptywne)

W testach: zanurzania ogona (ang. *tail-immersion test*) polegającego na zanurzeniu końcówki ogona gryzonia w wodzie o stałej temperaturze (ok. 50-55°C) mierzeniu czasu latencji do cofnięcia ogona, gorącej płytki (ang. *hot plate test*) polegającego na umieszczeniu zwierzęcia na rozgrzanej powierzchni (\sim 50-55°C) i rejestracji czasu do reakcji: lizania łap, podskoków, ucieczki „skręcania” indukowanego kwasem octowym (ang. *acetic acid writhing test*) polegającego na dootrzewnowym podaniu kwasu octowego, który

wywołuje ból zapalny i charakterystyczne „skręcanie” (*writhing*), a następnie liczeniu skurczów brzucha oraz w teście formalinowym MPP działała istotnie przeciwbólowo zarówno na bodźce termiczne, jak i chemiczne; częściowa redukcja efektu po naloksonie sugeruje komponent opioidowy (agonizm częściowy) (45, 46, 49).

Działanie przeciwbakteryjne

Metanolowe wyciągi z gałązek *P. padus* wykazywały aktywność wobec wielu drobnoustrojów Gram-dodatnich i części Gram-ujemnych; największą wrażliwość odnotowano dla *Kocuria rhizophila* (MIC \approx 125 μ g/mL) (50). Z kolei ekstrakty z liści/kory/owoców różniły się profilem fenoli i siłą hamowania wzrostu wybranych bakterii – zwykle najwyższą aktywność obserwowano dla frakcji z liści lub kory (badania porównawcze i elektrochemiczne) (41, 50).

Działanie przeciwcukrzycowe (hamowanie α -glukozydazy)

W badaniach *in vitro* metanolowy ekstrakt z gałązek *P. padus* wykazał bardzo silne hamowanie α -glukozydazy (IC₅₀ \approx 1,0 \pm 0,1 μ g/mL), przewyższające aktywność ekstraktów z liści w tym teście (50). Enzym ten odpowiada za rozkład węglowodanów do glukozy w jelicie cienkim. Jego inhibicja prowadzi do: spowolnienia wchłaniania glukozy, obniżenia glikemii poposiłkowej, poprawy kontroli metabolicznej w cukrzycy typu 2. W badaniach wykazano, że: ekstrakty z kory wykazują silniejsze działanie hamujące niż ekstrakty z owoców, aktywność ta zależy od stężenia oraz składu polifenoli, choć skuteczność była niższa niż syntetycznego inhibitora (akarbozy), wykazano istotny potencjał terapeutyczny (51).

Działanie antyoksydacyjne

Surowce z czeremchy (owoce i kora) wykazują silne właściwości antyoksydacyjne, wynikające przede wszystkim z wysokiej zawartości związków polifenolowych, takich jak: katechiny, kwercetyna, kwas ferulowy i kwas galusowy.

Aktywność przeciwutleniająca została potwierdzona w testach ABTS, DPPH oraz FRAP, przy czym jej poziom zależał od rodzaju surowca oraz zastosowanego rozpuszczalnika ekstrakcyjnego. Ekstrakty etanolowe owoców oraz acetonowo-wodne ekstrakty

kory charakteryzowały się najwyższą zdolnością neutralizacji wolnych rodników.

Wysoka aktywność antyoksydacyjna sugeruje potencjalne zastosowanie czeremchy w profilaktyce chorób związanych ze stresem oksydacyjnym, takich jak cukrzyca typu 2 czy choroby sercowo-naczyniowe (51).

Aspekty technologiczne i kosmetyczne

Ekstrakt z kory *P. padus* (woda) wykazał wysoką zawartość polifenoli, silne właściwości antyoksydacyjne (DPPH \sim 71% przy 350 μ g/mL), hamowanie elastazy i tyrozynazy oraz dobrą stabilność w formułacji W/O/W (1% w/w) przez 28 dni, co przemawia za jego zastosowaniem jako naturalny składnik kosmetyczny (52).

Bezpieczeństwo i toksykologia

W surowcach *P. padus* (zwłaszcza pestki, kora, młode liście/pąki) obecne są glikozydy cyjanogenne, których hydroliza może uwalniać HCN. W procesowaniu surowca należy unikać rozdrabniania pestek i kontrolować parametry technologiczne (pH/enzymy), co podkreślają przeglądy i opracowania botaniczne (40, 44).

Podsumowanie

Czeremcha zwyczajna (*Prunus padus*) jest rośliną bogatą w metabolity wtórne, zwłaszcza związki fenolowe, flawonoidy i antocyjany, którym przypisuje się szereg właściwości farmakologicznych. Dostępne dane eksperymentalne potwierdzają przede wszystkim działanie przeciwpalne, przeciwbólowe, przeciwbakteryjne oraz hamujące aktywność α -glukozydazy, co wskazuje na potencjalne zastosowanie w schorzeniach zapalnych, bólowych oraz w zaburzeniach gospodarki węglowodanowej. Najwyższą zawartość polifenoli i aktywność antyoksydacyjną obserwuje się w liściach, natomiast owoce są cenione za obecność antocyjanów i kwasów organicznych. Tradycyjne wykorzystanie obejmowało m.in. łagodzenie dolegliwości żołądkowych, kaszlu czy bólów głowy. Pomimo relatywnie ograniczonego współczesnego zastosowania w fitoterapii roślina wykazuje znaczny potencjał praktyczny, również w obszarze kosmetyki. Należy jednak uwzględnić obecność glikozydów cyjanogennych w niektórych organach rośliny, co stanowi istotny aspekt bezpieczeństwa podczas jej przetwarzania i stosowania.

Piśmiennictwo

- Hummer KE, Janick J. *Rosaceae*. Taxonomy, Economic Importance, Genomics. In: Foltá KM, Gardiner SE (eds.). *Genetics and Genomics of Rosaceae*. New York: Springer 2009; 1-17.
- Leather SR. *Prunus padus* L. (Biological Flora of the British Isles). *J Ecology* 1996; 84(1):125-32.
- Depypere L, Chaerle P, Vander Mijnsbrugge K i wsp. Stony endocarp dimension and shape variation in *Prunus* section *Prunus*. *Ann Bot* 2007; 100(7):1585-97.
- Shi S, Li J, Sun J i wsp. Phylogeny and classification of *Prunus sensu lato (Rosaceae)*. *J Integr Plant Biol* 2013; 55(11):1069-79.

5. Janick J. The origins of fruits, fruit growing, and fruit breeding. *Plant Breed Rev* 2005; 25:255-320.
6. Shulaev V, Korban SS, Sosinski B i wsp. Multiple models for *Rosaceae* genomics. *Plant Physiol* 2008; 147(3):985-1003.
7. Yamamoto T, Terakami S. Genomics of pear and other *Rosaceae* fruit trees. *Breeding Sci* 2016; 66(1):148-59.
8. Maławska I (red.). *Farmakognozja. Podręcznik dla studentów farmacji*. Wyd Nauk UM im. K. Marcinkowskiego, Poznań 2008. Wyd III.
9. Su NS, Liu B, Wang J i wsp. On the species delimitation of the *Maddenia* group of *Prunus* (*Rosaceae*): Evidence from plastome and nuclear sequences and morphology. *Frontiers Plant Sci* 2021; 12.
10. Jung M, Lewis M, Fritz S i wsp. The global exposure of species ranges and protected areas to forest management. *Divers Distrib* 2022; 28:1487-96.
11. Uusitalo M. European bird cherry (*Prunus padus* L.) – a biodiverse wild plant for horticulture. *MTT Agrifood Res Finland* 2004.
12. Donno D, Mellano MG, De Biaggi M i wsp. New findings in *Prunus padus* L. fruits as a source of natural compounds: characterization of metabolite profiles and antioxidant activity. *Molecul* 2018; 23(4):725.
13. Opalko O, Derevi'anko N, Opalko A. Bird Cherry (*Prunus padus* L.) in history and culture of Ukrainian and other ethnicities. *J Native Alien Plant Studies* 2021; 17.
14. Leather SR. Does the bird cherry have its 'fair share' of insect pests? An appraisal of the species-area relationships of the phytophagous insects associated with British *Prunus* species. *Ecol Entomol* 1985; 10(1):43-56.
15. Nestby RDJ. The Status of *Prunus padus* L. (Bird Cherry) in Forest Communities throughout Europe and Asia. *Forest* 2020; 11(5):497.
16. Petrova N, Todinova S, Petrov P i wsp. Foliar application of Pluronic P85-grafted single-walled carbon nanotubes induces thylakoid membrane structural remodeling. *Acta Physiol Plant* 2023; 45, artykuł 133.
17. Foss K, Przybyłowicz KE, Sawicki T. Antioxidant activity and profile of phenolic compounds in selected herbal plants. *Plant Foods Hum Nutri* 2022; 77:383-9.
18. Szymański M, Turczynowicz P, Szymański A. Badania wyciągów z liści, kwiatów, owoców i gałązek *Padus avium* Mill. *Post Fitoter* 2021; 22(2):89-96.
19. Olszewska MA, Kwapisz A. Metabolite profiling and antioxidant activity of *Prunus padus* L. flowers and leaves. *Natural Product Res* 2011; 25(12):1115-31.
20. Telichowska A, Kobus Cisowska J, Stuper Szablewska K i wsp. Exploring antimicrobial and antioxidant properties of phytochemicals from different anatomical parts of *Prunus padus* L. *Int J Food Prop* 2020; 23(1):2097-109.
21. Nunes AR, Gonçalves AC, Alves G i wsp. Valorisation of *Prunus avium* L. by products: Phenolic composition and effect on Caco-2 cells viability. *Foods* 2021; 10(6):1185.
22. Ostrowska B, Kowalewski Z. Flavonoidglycoside aus den Blüten von *Padus avium*. *Planta Med* 1971; 20(3):263-71.
23. Mikulic-Petkovsek M, Stampar F, Veberic R i wsp. Wild *Prunus* fruit species as a rich source of bioactive compounds. *J Food Sci* 2016; 81(8):C1928-37.
24. Beketov EV, Pakhomov VP, Nesterova OV. Improved method of flavonoid extraction from bird cherry fruits. *Pharm Chem J* 2005; 39(6):316-8.
25. Kalt W. Anthocyanins and their C6-C3-C6 metabolites in humans and animals. *Molecules* 2019; 24(22):4024.
26. Liu W, Zhang X, Siems WF i wsp. Rapid profiling and identification of anthocyanins in fruits with Hadamard transform ion mobility mass spectrometry. *Food Chem* 2015; 177:225-32.
27. Feng C, Su S, Wang L i wsp. Antioxidant capacities and anthocyanin characteristics of the black-red wild berries obtained in Northeast China. *Food Chem* 2016; 204:150-8.
28. Deineka VI, Grigor'ev AM, Borzenko ON i wsp. HPLC analysis of anthocyanins: cyanidine glycosides from fruits of plants of the *Prunus* genus. *Pharm Chem J* 2004; 38(8):437-40.
29. Nakatani N, Kayano S, Kikuzaki H i wsp. Identification, quantitative determination, and antioxidative activities of chlorogenic acid isomers in prune (*Prunus domestica* L.). *J Agric Food Chem* 2000; 48(11):5512-6.
30. Clifford MN, Jaganath IB, Ludwig IA i wsp. Chlorogenic acids and the acyl quinic acids: discovery, biosynthesis, bioavailability and bioactivity. *Nat Prod Rep* 2017; 34:1391-421.
31. Telichowska A, Kobus-Cisowska J, Szulc P. Phytopharmacological possibilities of Bird Cherry (*Prunus padus* L.) and *Prunus serotina* L. species and their bioactive phytochemicals. *Nutrients* 2020; 12(7):1966.
32. Olas B. The beneficial health aspects of *Prunus padus* L. (bird cherry). *Food Chem Toxicol* 2018; 111: 424-431.
33. USDA National Nutrient Database; dane dotyczące owoców dziko rosnących.
34. Kołodziejczyk-Czepas J. Naturalne związki fenolowe jako antyoksydanty. *Post Fitoter* 2013; 14(2):100-8.
35. Gawęcki J (red.). *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. PWN 2010.
36. Olszewska MA. Skład chemiczny i właściwości biologiczne roślin z rodzaju *Prunus*. *Post Fitoter* 2012; 13(3):200-10.
37. Wolbiś M, Olszewska M, Wesołowski W. Triterpenes and sterols in the flowers and leaves of *Prunus spinosa* L. (*Rosaceae*). *Acta Pol Pharm* 2001; 58(6):459-62.
38. Kucharska AZ, Oszmiański J. Anthocyanins in fruits of *Prunus padus* (bird cherry). *J Sci Food Agric* 2002; 82(13):1483-6.
39. Magiera A, Marchelak A, Michel P i wsp. Lipophilic extracts from leaves, inflorescences and fruits of *Prunus padus* L. as potential sources of corosolic, ursolic and oleanolic acids with anti-inflammatory activity. *Nat Prod Res* 2021; 35(13):2263-8.
40. Lenchyk LV, Kotov AG, Kyslychenko VS i wsp. Development of method of qualitative analysis of bird cherry fruit for inclusion in the monograph of State Pharmacopoeia of Ukraine. *AMI* 2016; 2:50-3.
41. Telichowska A, Kobus-Cisowska J, Ligaj M i wsp. Polyphenol content and antioxidant activities of *Prunus padus* L. and *Prunus serotina* L. leaves: Electrochemical and spectrophotometric approach and their antimicrobial properties. *Open Chem* 2020; 18(1):1125-35.
42. Yulvianti M, Zidorn C. Chemical diversity of plant cyanogenic glycosides: An overview of reported natural products. *Molecules* 2021; 26(3):719.
43. <https://atlas.roslin.pl/plant/7687>.
44. Kumarasamy Y, Cox PJ, Jaspars M i wsp. Comparative studies on biological activities of *Prunus padus* and *P. spinosa*. *Fitoterapia* 2004; 75(1):77-80.
45. Choi JH, Cha DS, Jeon H. Anti-inflammatory and anti-nociceptive properties of *Prunus padus*. *J Ethnopharmacol* 2012; 144(2):379-86.
46. Le Bars D, Gozariu M, Cadden SW. Animal models of nociception. *Pharmacol Rev* 2001; 53(4):597-652.
47. Stle I, Vidēja M, Makrečka-Kūka M i wsp. Chemical composition, antiradical, anti-collagenase, and anti-inflammatory activities of *Prunus padus* L. flower extract. *Oral presentation* 2021.

48. Sile I, Vidējā M, Makrečka-Kūka M i wsp. Chemical composition of *Prunus padus* L. flower extract and its anti-inflammatory activities in primary bone marrow-derived macrophages. *J Ethnopharmacol* 2021; 25(268):113678.
49. Ali A, Nasir A, Shah SWA i wsp. Evaluation of antinociceptive activity of *Ilex dipyrrena* Wall. in mice. *BMC Complement Med Ther* 2021; 21(1):184.
50. Hyun TK, Kim HC, Kim JS. In vitro screening for antioxidant, antimicrobial, and antidiabetic properties of some Korean native plants on Mt. Halla, Jeju Island. *Indian J Pharm Sci* 2015; 77(6):668-74.
51. Telichowska A, Kobus-Cisowska J, Cielecka-Piontek J i wsp. *Prunus padus* L. as a source of functional compounds – antioxidant activity and antidiabetic effect. *Emir J Food Agric* 2022; 34(2): 135-43.
52. Hwang D, Kim H, Shin H i wsp. Cosmetic effects of *Prunus padus* bark extract. *Korean J Chem Eng* 2014; 31(12):2280-5.

Konflikt interesów

Conflict of interest

Brak konfliktu interesów

None

otrzymano/received: 03.07.2025

zaakceptowano/accepted: 24.07.2025

Adres/address:

*dr n. rol. Marcin Szymański

Centrum Zaawansowanych Technologii UAM

ul. Uniwersytetu Poznańskiego 10, 61-614 Poznań

e-mail: marcin.szymanski@amu.edu.pl