

Owoce pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) źródłem substancji biologicznie aktywnych

Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Biotechnologii Roślin, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu
Kierownik Katedry i Zakładu: dr hab. Barbara Thiem

FRUITS OF JAPANESE QUINCE (*CHAENOMELES JAPONICA* (THUNB.) LINDL. EX SPACH) AS A SOURCE OF BIOACTIVE COMPOUNDS

SUMMARY

Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach (Japanese quince) is a source of edible aroma fruits containing several bioactive compounds. *Chaenomeles* fruits have been widely used in traditional Chinese medicine. Polyphenols, such as flavonoids (flavonols, flavones, flavanols, anthocyanins and proanthocyanidins), phenolic acids, vitamin C, two triterpenes (oleanolic acid and ursolic acid) and the high content of dietary fiber and pectin in the fruit makes *C. japonica* a potential effective medicinal plant. Due to its composition and antioxidant properties, Japanese quince fruits are considered a potential source of valuable ingredients for medicinal and cosmetic uses and the interesting ingredients for the food industry

KEY WORDS: *CHAENOMELES JAPONICA* – TAXONOMY – MORPHOLOGY – CHEMICAL COMPOSITION – BIOLOGICAL PROPERTIES – HEALTH PROMOTING ACTIVITY

Wstęp

Gatunki z rodzaju *Chaenomeles* znane są w Chinach od tysięcy lat a ich owoce, zwane *Mugua*, stosowane są w tradycyjnej medycynie chińskiej (1). Zainteresowanie owocami ponownie wzrosło w ostatnich dwudziestu latach z uwagi na możliwość uprawy w Europie, głównie w krajach nadbałtyckich, różnych gatunków i odmian tych roślin pochodzących z Chin i Japonii. Metody hodowli i uprawy wysokiej jakości odmian, głównie pigwowca japońskiego, zostały opracowane w ramach specjalnego programu hodowlanego realizowanego w Szwecji, na Litwie i na Łotwie od 1992 roku (2, 3). Badania nad rodzajem *Chaenomeles* prowadzone były także w Mołdawii, na Ukrainie i w Finlandii. W Polsce, szerokie badania nad *C. japonica* i *C. speciosa*, skupione na składzie biochemicznym i możliwościach wykorzystania owoców w przetwórstwie spożywczym, prowadziła od 1978 r. Lesińska (4-7). O dużym potencjale owoców

pigwowca japońskiego jako surowca przemysłowego stanowią: charakterystyczny, atrakcyjny aromat i ich znaczne wartości odżywcze: duża zawartość kwasów organicznych, polifenoli, błonnika, witaminy C oraz składników mineralnych (8).

Owoce pigwowców doceniano w Chinach i szeroko stosowano w medycynie chińskiej w leczeniu różnych chorób, jak reumatyzm, astma, niedobór witaminy C i przeziębienie (9). Według Farmakopei Chińskiej Republiki Ludowej z 2010 r. źródłem surowca leczniczego *Mugua* są owoce *C. speciosa*, ale owoce pozostałych trzech gatunków *Chaenomeles* są często stosowane jako substytut. W Europie owoce znalazły wiele zastosowań w przemyśle spożywczym. Najnowsze badania wskazują również na właściwości lecznicze ekstraktów z owoców i oleju z nasion pigwowca japońskiego (9, 10).

Przynależność systematyczna i taksonomia

Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. ex Spach należy do rodziny Różowatych (*Rosaceae*), podrodziny Jabłkowych (*Pomoideae*). Ma wiele synonimów: *Cydonia japonica* (Thunb.) Pers., *Cydonia lagenaria* Loisel, *Pyrus japonica* Thunb. Nazwy pospolite stosowane w języku angielskim: Japanese quince, Japanese flowering quince, dwarf quince (11).

Nazwa rodzajowa *Chaenomeles* związana jest z anatomią owocu, pochodzi od greckich słów *chainein* (dzielić, otwierać się) oraz *melon* (jabłko). Ze względu na kolor kwiatów pigwowiec japoński nazywany jest także „ognistym krzewem” (12, 13).

Przynależność systematyczna i nazewnictwo pigwowieców było do niedawna nieuporządkowane (2). Obecnie do rodzaju *Chaenomeles* zaliczane są cztery gatunki: *C. cathayensis* (Hemsl.) Schneider (pigwowiec chiński), *C. japonica* (Thunb.) Lindl. (pigwowiec japoński), *C. speciosa* (Sweet) Nakai (pigwowiec okazały, p. właściwy) i *C. thibetica* Yu (pigwowiec tybetański) (13, 14). Owoce pigwowca często są mylone z pigwą (*Cydonia oblonga*), należąca do rodzaju

Pseudocydonia, która różni się budową i składem chemicznym owoców (7). Pigwowce łatwo się krzyżują w obrębie rodzaju. *C. japonica* często tworzy mieszańce z pigwowcem okazałym (*C. speciosa*), dając *C. superba* Fran (pigwowiec pośredni) (15).

C. japonica to endemiczny gatunek pochodzący z Japonii; do Europy sprowadzony został w 1869 r. Przez krzyżowanie gatunków pigwowców otrzymano ponad 500 odmian ozdobnych. Gatunek *C. thibetica* opisany w 1963 roku, stosunkowo niedawno wprowadzony do Europy, nie został wykorzystany do hodowli (16). W Polsce popularna jest także odmiana *C. x superba*, rzadko owocująca (17).

Opis botaniczny i biologia gatunku

C. japonica jest powszechnie znany jako krzew ozdobny. Pochodzi z centralnej i południowej Japonii, gdzie rośnie na wysokości 100-2100 m, na zboczach oraz brzegach rzek i jezior (14). Po introdukcji do Europy gatunek pojawił się w większości krajów jako roślina ozdobna ze względu na swoje walory dekoracyjne; rozpowszechniona jako element parków i ogrodów. Duży potencjał użytkowy owoców pigwowca sprawił, że obecnie uprawiany jest w całej strefie umiarkowanej z uwagi na swoje właściwości ozdobne oraz jadalne owoce.

Pigwowiec japoński jest krzewem o wysokości ok. 1 m, silnie rozłożystym, gęstym, z licznymi pędami ciernistymi, rozgałęzionymi od samej nasady rośliny (ryc. 1).

Omawiana roślina ma liście odwrotnie jajowate, piłkowane, ciemnozielone, lśniące, nieco skórzaste, o dużych, trwałych przylistkach. Liście o długości do 5 cm, opadają na zimę nie zmieniając koloru. Kwiaty są ceglastoczerwone, pięciokrotne i pięciopłatkowe,

z 1 słupkiem, powstałym ze zrośnięcia 5 owocolistków i licznymi pręcikami (40-60), o średnicy do 3 cm, rosnące w pęczkach po 1-6, głównie w dolnej części krzewu. Kwitną w kwietniu, czasem także jesienią razem z owocami. Kwiaty pozostałych 3 gatunków mogą mieć kolor biały, pomarańczowy, różowy lub są dwukolorowe. Owoce są kuliste, o nieregularnym kształcie i zróżnicowanej wielkości, budowie małych jabłek, o średnicy do 5 cm i masie nie przekraczającej 50 g (ryc. 2). Niedojrzałe są zielone i nagie, a gdy dojrzeją – żółkną i pokrywają się warstwą woskowej kutikuli (17). Owoce są bogate w nasiona (5-9% świeżej masy). W bardzo dużej komorze nasiennej, o skórzastej wyściółce, rozwija się ok. 50-80 nasion. Nasiona nie są ze sobą pozlepiane galaretowatą masą, co ma miejsce u pigw (12, 15, 19).

Wszystkie pigwowce są roślinami diploidalnymi o jednakowej liczbie chromosomów ($2n = 34$). Pigwowiec japoński należy do roślin zapylnych krzyżowo i wyposażony jest w silny system zabezpieczający przed samozapyleniem (20). Rośliny rozmnażane z nasion są mocno heterogenne. Rozmnażanie klonalne, wybierane najczęściej w celu zachowania odmiany, polega na stosowaniu półdREWNIĄTYCH sadzonek pobranych z tegorocznych pędów lub z odkładów z matecznej rośliny, które często pojawiają się przy uprawie tego krzewu. Dla *C. japonica* opracowano również metody mikropropagacji i hodowli komórkowych w warunkach *in vitro* (21, 22). Pigwowce owocują 3-4 lata po posadzeniu. Dobrze rosną na stanowiskach słonecznych i półcienistych, na glebie bogatej w wapń, raczej suchej. Krzew nie ma specjalnych wymagań glebowych. *C. japonica* jest najbardziej mrozoodpornym krzewem z pigwowców, odpornym również na inne czynniki środowiskowe (17).



Ryc. 1. Pokrój krzewu *C. japonica* (fot. B. Thiem).



Ryc. 2. Owoce *C. japonica* (18).

Skład chemiczny owoców

Informacje o składzie chemicznym owoców pigwowców są ograniczone. Badania fitochemiczne owoców pigwowca japońskiego wskazują na bardzo dużą zawartość kwasów organicznych. W soku owoców wykryto głównie kwas jabłkowy (ryc. 3) oraz kwas bursztynowy i chinowy, przy braku innych kwasów organicznych, zwykle występujących w owocach (23).

Ich kwasowość ogólna, w przeliczeniu na kwas jabłkowy, wynosi średnio 3,5%. Owoce pigwowca charakteryzują się także wysoką zawartością kwasu askorbinowego (ryc. 3) i jego dużą trwałością podczas przechowywania i przetwarzania. Zawartość witaminy C wynosi od 55-92 mg/100 g owoców, a jej aktywność jest wysoka z uwagi na obecność w owocach pigwowca bioflawonoidów (7).

Owoce pigwowca i uzyskany z nich sok mają stosunkowo dużą zawartość witaminy C. Średnio wynosi ona 59 mg na 100 ml soku. Jest to wartość porównywalna z zawartością witaminy C w owocach cytrusowych (23). W owocach zawartość witaminy C waha się w granicach 100 mg na 100 g s.m. (24).

Owoce pigwowca japońskiego zawierają 20 związków fenolowych. Są to kwasy fenolowe i flawonoidy. Fronc i Oszmiański (7) stwierdzili dużą zawartość związków fenolowych w owocach (645 mg/100 g sumy polifenoli). Analizy innych autorów z użyciem HPLC-DAD/ESI-MS/MS, wykazały w owocni obecność flawan-3-oli, włączając katechinę, epikatechinę i oligomery procyanidyn, które stanowią ok. 95% sumy polifenoli. Świadczy to, że głównymi związkami fenolowymi w owocach są proantocyjanidyny (25).

Pozostałe polifenole w owocni to kwas chlorogenowy i glukozidy kwercetyny (25, 26). Badania zawartości w owocach reprezentatywnych związków polifenolowych (kwas chlorogenowy, katechina, procyanidyna B₁, epikatechina i procyanidyna B₂) wskazały na duże ilości epikatechiny i proantocyjanidyny B₂ (25). Wzory chemiczne głównych związków polifenolowych obecnych w owocach *C. japonica* przedstawiono na rycinie 4.

Stwierdzono obecność polifenoli zidentyfikowanych jako monomery, dimery, trimery i pentamery procyanidyn. Chemiczne analizy owoców pigwowców

wykazały u *C. japonica* także obecność dwóch triterpenów: kwasu oleanolowego i kwasu ursolowego (25) (ryc. 5, tab. 1).

W owocni i nasionach zidentyfikowano metodą dwukierunkowej chromatografii cienkowarstwowej (2D-TLC) oraz wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) czternaście fenolokwasów. Dominującymi związkami były: kwas kawowy, protokatechowy, galusowy, p-hydroksybenzoesowy, p-kumarowy, syryngowy i wanilinowy (27). Owoce pigwowca japońskiego zalicza się do grupy ubogich w cukry proste, o dobrych proporcjach fruktozy i glukozy (8).

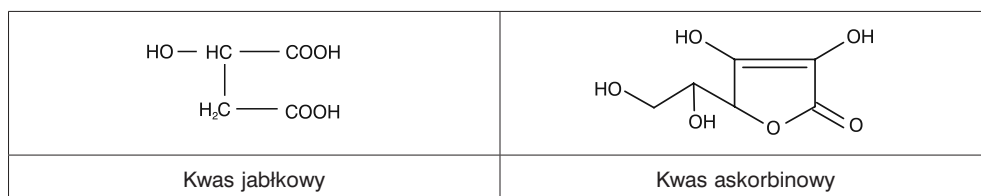
W porównaniu z innymi owocami pigwowiec japoński wytwarza owoce bogate w składniki mineralne. Są to głównie żelazo i molibden, pod względem których owoce pigwowca należą do najzasobniejszych. Na uwagę zasługuje także duża zawartość magnezu, sodu, miedzi, cynku i fosforu (28).

W owocach pigwowca japońskiego wykazano znaczne ilości cennego błonnika pokarmowego (32 g/100 g suchych owoców). Jego zawartość w mięszu owoców wynosi aż 53 g/100 g całkowitego błonnika wyizolowanego z rośliny. Pektyny obecne w owocach zlokalizowane są głównie w mięszu owoców; średnia zawartość to 11 g pektyn/100 g suchych owoców i 1,4 g/100 g świeżych owoców, co stawia je na równi z jabłkami. Natomiast skórka bogata jest w związki białkowe oraz lipidowe (29-31).

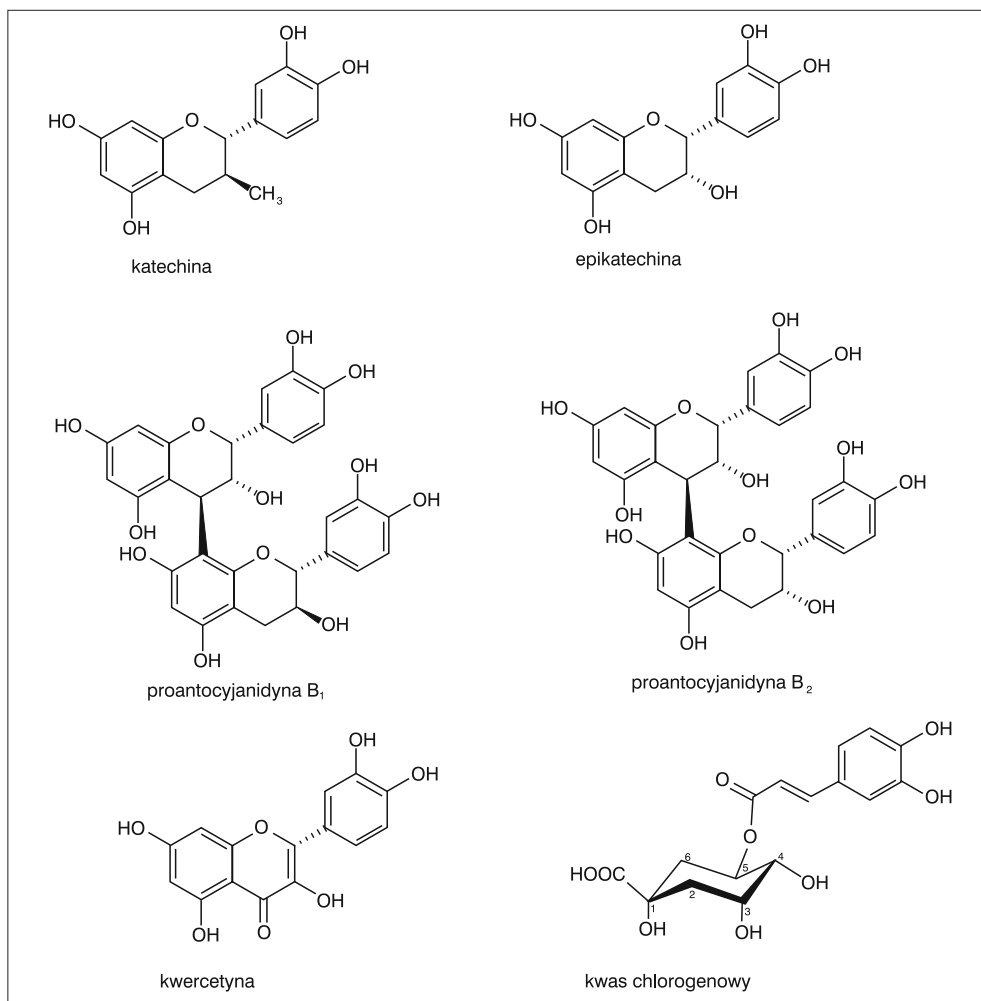
Duże ilości polisacharydów w ścianach komórkowych owoców (celulozy, pektyn i hemicelulozy) czyni je potencjalnym źródłem pokarmowego błonnika i pektyn, których jest ok. 2-krotnie więcej niż w jabłkach. Źródłem pektyn są przede wszystkim niedojrzałe owoce (0,85-1,28%), ponieważ podczas dojrzewania owoców pektyny ulegają częściowej degradacji do monosacharydów (7, 32).

Badano również lotne związki zapachowe owoców *C. japonica*. Metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas oznaczono 21 związków lotnych (estry, alkohole, terpeny) i dwa nielotne – mannitol i sorbitol. Stwierdzono, że estry i alkohole są odpowiedzialne za owocowy aromat pigwowca japońskiego (33, 34).

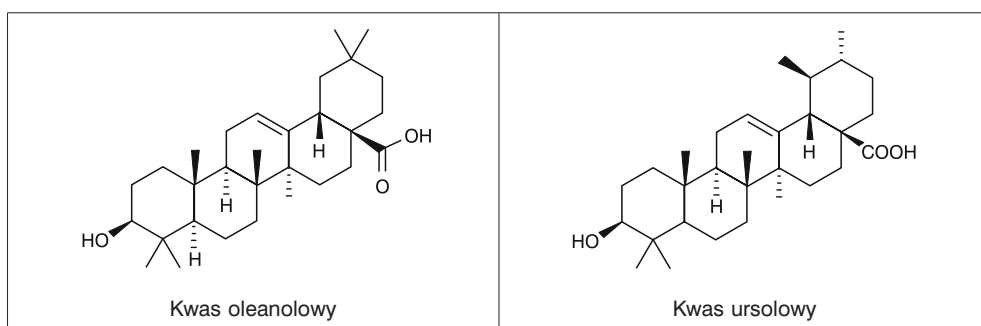
W badaniach wykazano, że zawartość soku w świeżych owocach jest stosunkowo wysoka i waha się



Ryc. 3. Wzory strukturalne kwasu jabłkowego i askorbinowego.



Ryc. 4. Główne związki polifenolowe obecne w owocach *C. japonica*.



Ryc. 5. Wzory strukturalne kwasu oleanolowego i kwasu ursolowego.

Tabela 1. Zawartość kwasu oleanolowego i ursolowego w owocach pigwoców w świeżej masie (ś.m.) (25).

Nazwa rośliny	Kwas oleanolowy (µg/g ś.m.)	Kwas ursolowy (µg/g ś.m.)	Razem (µg/g ś.m.)
<i>C. japonica</i>	88,3	223,7	312,0
<i>C. speciosa</i>	69,7	93,9	162,7
<i>C. thibetica</i>	106,3	272,7	379,0
<i>C. cathayensis</i>	338,7	47,0	386,0

w przedziale 41-52% masy owoców. Sok charakteryzuje się silną kwasowością, niskim pH i wysoką zawartością witaminy C (59 mg/100 g soku) oraz związków fenolowych (23).

Granados i wsp. (35) w pracy opisującej skład oleju z nasion pigwowca japońskiego donoszą, że nasiona zawierają olej (8,2% suchej masy) charakteryzujący się wysokim indeksem jodowym (98) i niskim indeksem kwasowym (2,3%). Z dziewięciu wykrytych kwasów tłuszczowych, główne to kwasy: linolowy (C 18:2), oleinowy (C 18:1) i palmitynowy (C 16:0). Olej jest bogaty w kwasy nienasycone (89%). Stosunek kwasów nasyconych do nienasyconych jest bardzo niski (0,1) i wg wymienionych autorów olej z nasion pigwowca japońskiego może znaleźć zastosowanie w przemyśle spożywczym. Badania Górnasia i wsp. (36) wskazują, że w oleju z nasion pigwowca japońskiego występuje 13 kwasów tłuszczowych (tab. 2), z trzema dominującymi: oleinowym, linolowym i palmitynowym. Nasiona w zarodku zawierają amidaliny, a w epidermie śluzu (22%) (35, 36, 37). W nasionach obecne są również fitosterole (0,015%) i α -tokoferol (0,1%) (36).

Aktywność biologiczna i zastosowanie lecznicze

Zainteresowanie gatunkami z rodzaju *Chaenomeles* i ich właściwościami leczniczymi wzięło początek z tradycyjnej medycyny chińskiej, w której wykorzystywano głównie suche owoce, zwane Mugua. Surowiec ten szeroko stosowano od tysięcy lat w medycynie tradycyjnej Dalekiego Wschodu jako lek w różnych dolegliwościach oraz jako źródło zdrowej żywności. Farmakopea Chińskiej Republiki Ludowej (2010 r.) opisuje *Fructus Chaenomelis speciosa*, jako źródło surowca leczniczego, ale owoce pozostałych trzech gatunków także wykazują właściwości, które częściowo weryfikują tradycyjne zastosowanie (25). Owocom przypisywano właściwości przeciwrheumatyczne, przeciwbiegunkowe i przeciwwymiotne oraz łagodzące objawy choroby beri-beri, czerwonki, cholery i zapalenia jelit.

Współczesne badania farmakologiczne potwierdziły, że *C. speciosa* jest rośliną leczniczą wykazującą wiele właściwości biologicznych i farmakologicz-

nych (26). Pozostałe gatunki pigwowców charakteryzują się podobnym profilem metabolitów wtórnych, chociaż różniącym się ilościowo, i wykazują podobne właściwości lecznicze (25). Badania wykazały ich właściwości przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwskurczowe, antyoksydacyjne, immunoregulujące, przeciwbakteryjne, antynocycyptywne. Działają one ochronnie na wątrobę i stosowane są w chorobie Parkinsona (9). Owoce *C. japonica* stosowane były także jako środek ściągający oraz w chorobach żołądka (38).

Współczesne badania pigwowca japońskiego wykazały, że ekstrakt z owoców, zawierający oligomery procyjanidyn, hamuje aktywność metaloproteinaz macierzy MMP-2 i MMP-9. Enzymy z tej grupy uczestniczą w wielu procesach fizjologicznych ale biorą też udział w rozwoju nowotworów (10). Autorzy sugerują możliwość zastosowania frakcji polifenolowej w chemoprewencji nowotworów. Przetworzone owoce mogą być zastosowane jako bogate źródło dietetycznych proantocyjanidyn, gwarantujących prozdrowotną aktywność.

Gorlach i wsp. (39) udowodnili, że proantocyjanidyny ekstrahowane z owoców pigwowca japońskiego indukują apoptozę komórek raka jelita grubego Caco-2 i komórek raka okrężnicy HT-29. Frakcje bogate w wyższe oligomery proantocyjanidynowe wykazywały większą aktywność proapoptotyczną.

Najnowsze badania donoszą o hamującym działaniu preparatu zawierającego flawonole z owoców pigwowca japońskiego na linie ludzkich komórek nowotworowych – raka prostaty i raka sutka. Flawonole wykazują potencjalne działanie antyproliferacyjne przeciwko komórkom nowotworowym, hamując ich inwazyjność i zmniejszając poziom ekspresji szeregu genów zaangażowanych w apoptozę, angiogenezę i metastazę (39, 40).

Owoce pigwowca japońskiego odznaczają się stosunkowo wysoką zawartością polifenoli (284 mg/100 g) i witaminy C (59 mg/100 g) oraz silną aktywnością antyoksydacyjną, w porównaniu z innymi owocami krajowymi (8). Właściwości przeciwutleniające wyłoków z owoców pigwowca japońskiego określono także jako wysokie, co może być tłumaczone dużą zawartością antocyjanów i polifenoli w skórkach owoców. Oznaczono siłę wiązania rodników (DPPH), aktywność

Tabela 2. Skład kwasów tłuszczowych w oleju z nasion pigwowca japońskiego (36).

Kwasy tłuszczowe (%)												
C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0
0,03	0,06	10,07	0,10	0,07	0,06	1,04	34,55	52,35	0,54	0,61	0,45	0,07

przeciwutleniającą metodą ABTS i siłą redukującą ekstraktów (FRAP) (41).

Śluzy obecne w nasionach pigwowców są bogate w polisacharydy zbudowane z arabinozy, ksylozy i kwasów uronowych. Nasiona w postaci nierozdrobnionej stosuje się jako środek przeczyszczający (42).

Zastosowanie kosmetyczne

Śluzy i pektyny występujące w owocach pigwowców znalazły zastosowanie w kosmetyce. Śluzowaty macerat z nierozdrobnionych nasion używa się do przemywania twarzy podrażnionej nadmiernym opalaniem, do oczyszczania skóry trądzikowej, do okładów zmiękczających przy czyrakach, a także w stanach zapalnych skóry. Służy on także do wyrobu emulsji, kremów nawilżających i przeciwzmarszczkowych oraz balsamów do ciała, łagodzących podrażnienia skóry atopowej (32). Ekstrakt i olejek z owoców znalazły także zastosowanie w kosmetyce i perfumerii. Do celów kosmetycznych stosuje się również olej otrzymany z nasion. Ostatnio zaobserwowano, że olej ten absorbuje promienie UV-B i UV-C. Ta cecha wskazuje na jego potencjalne działanie ochronne przed szkodliwym działaniem promieni słonecznych (43).

Zastosowanie w przemyśle spożywczym

W Europie owoce pigwowca do niedawna były w niewielkim stopniu wykorzystywane w gospodarstwach domowych. Obecnie coraz częściej znajdują zastosowanie w przetwórstwie owocowo-warzywnym. Surowiec stanowią głównie owoce, które są niezwykle odporne na czynniki zewnętrzne. Chociaż pokryte są cienką skórką, dobrze znoszą przechowywanie i transport. Po zerwaniu długo zachowują świeżość; mogą być przechowywane w chłodnym miejscu nawet przez kilka miesięcy. O ich dojrzałości świadczą brązowe nasiona oraz delikatnie lepka skórka. Ogromną zaletą owoców jest ich silny i trwały aromat. Dojrzałe owoce są twarde, o smaku cierpko-kwaśnym. Te cechy nie pozwalają na ich spożywanie w stanie surowym, dlatego przed spożyciem muszą być przetwarzane.

Owoce używane są w przemyśle spożywczym do produkcji mieszanych dżemów, konfitur, soków, nalewek i win. Wykazano również możliwość zastosowania soku z owoców pigwowca do produkcji bezalkoholowych napojów niskokalorycznych (5) oraz wyrobów cukierniczych (6). Sok z owoców pigwowca jest bardzo kwaśny i może być stosowany jako składnik zakwaszający, zastępujący cytryny. Kwasowość owoców jest wysoka i wynosi 4,11% (8). Sok znalazł zastosowanie do produkcji galare-

tek owocowych z uwagi na dużą zawartość pektyn. Owoce przetworzone mogą być z powodzeniem stosowane do polepszania smaku różnorodnych produktów owocowych i warzywnych, a także do aromatyzowania różnych przetworów. Suszone owoce są cennym surowcem w produkcji herbat owocowych, wzbogacając ich aromat i kwasowość (7, 8). Stosowane mogą być również wytloki owocowe pozostałe po produkcji soku, będące dobrym źródłem pektyn.

Surowcem są także nasiona. Można z nich sporządzić napar pomocny w leczeniu stanów zapalnych gardła, chrypki, nieżytów przewodu pokarmowego, a także stosować zewnętrznie jako okłady na suche rany, czy podrażnioną lub poparzoną skórę. Spożywanie nalewek z owoców doskonale wpływa na trawienie oraz na obniżenie ciśnienia tętniczego krwi.

W przyszłości owoce z tego gatunku mogą stać się składnikiem żywności dietetycznej lub suplementów diety, dzięki dużej zawartości pektyn i błonnika (44). Wykazano, że ilość błonnika jest różna dla poszczególnych części tej rośliny. Najwięcej tego cennego składnika znajduje się w miąższu owocu, bo aż 53 g/100 g wyizolowanego błonnika z całej rośliny. Zawartość pektyn w owocach *C. japonica* jest dwukrotnie większa niż w jabłkach i pozostaje w większości w miąższu, a proantocyjanidyn kilkakrotnie wyższa niż w owocach drzew i krzewów sadowniczych. Charakterystyczna jest natomiast mała zawartość cukrów, zwłaszcza cukrów prostych i dwucukrów. Skórka owoców charakteryzuje się natomiast obecnością substancji białkowych i lipidowych (4, 45).

W ostatnich latach wzrosła liczba projektów mających na celu poszukiwanie nowych źródeł wartościowych olejów z dotąd nieznanymi surowców roślinnych. Jednym z obiecujących źródeł są nasiona pigwowca japońskiego, które są materiałem odpadowym w przetwórstwie owoców. W pracy Górnasia i wsp. (36) wykazano, że olej z nasion *C. japonica* wykazuje wysoką wartość odżywczą. W porównaniu z innymi znanymi olejami (migdałowym, sezamowym, makowym, z orzechów włoskich i laskowych, słonecznikowym, lnianym, dyniowym), olej z nasion pigwowca tłoczony na zimno ma najwyższą zawartość tokoferoli, β -karotenu i polifenoli, jak również najmniejszą zawartość chlorofilu (tab. 3). Ponadto, brak obecności toksycznej amygdaliny w oleju oraz jego przyjemny aromat i smak, oznaczają możliwość zastosowania tego oleju w przemyśle spożywczym. Tokoferole, karotenoidy i związki fenolowe wykazują aktywność antyoksydacyjną, przy czym ich główną rolą jest ochrona przeciwko utlenianiu nienasyconych kwasów tłuszczowych obecnych w oleju (36).

Tabela 3. Całkowita zawartość fenoli, β -karotenu, chlorofilu, tokoferoli i tokotrienoli oraz aktywność przeciwutleniająca badanych olejów tłoczonych na zimno (DPPH %) (36).

Źródło oleju	Całkowita zawartość fenoli (mg/kg)	Zawartość β -karotenu (mg/kg)	Zawartość chlorofilu (mg/kg)	DPPH (%)	Tokoferole i tokotrienole
Migdały	6,03	0,49	0,45	58,95	45,36
Siemię lniane	17,67	1,87	0,35	47,78	42,57
Orzechy laskowe	19,92	2,74	1,38	44,47	33,98
Pigwowiec japoński	64,03	10,77	0,12	84,49	72,62
Orzechy ziemne	6,01	1,21	0,69	42,65	40,18
Mak	13,28	1,04	0,17	28,96	22,8
Dynia	24,71	6,84	6,04	52,91	56,37
Sezam	28,06	0,37	0,12	39,68	38,83
Słonecznik	12,27	1,19	1,73	65,45	58,16
Orzech włoski	9,53	2,16	3,97	44,81	41,90

Podsumowanie

Chaenomeles japonica, jeden z czterech gatunków pigwowców, wytwarza owoce o dużej zawartości składników korzystnych z leczniczego, spożywczego i kosmetycznego punktu widzenia. W przyszłości owoce tego gatunku mogą stać się składnikiem żywności dietetycznej. Miąższ owoców bogaty w polifenole, głównie proantocyjanidyny, a także pektyny i błonnik oraz jego aktywność antyoksydacyjna i właściwości proapoptotyczne stwarzają możliwość zastosowania go jako źródła związków o znaczeniu leczniczym bądź prozdrowotnym. Natomiast nasiona pigwowca japońskiego, wytwarzane jako agro-przemysłowy produkt uboczny, mogą być stosowane jako wartościowe źródło oleju o wysokiej zawartości kwasu linolowego i oleinowego oraz naturalnych antyoksydantów (kwasy fenolowe i α -tokoferol).

Pigwowiec japoński bardzo dobrze znosi uprawę w krajowych warunkach klimatycznych, dlatego też zainteresowanie tą rośliną jako krzewem ozdobnym, ale także jako gatunkiem dostarczającym aromatycznych owoców o właściwościach prozdrowotnych, jest warte większej uwagi. Owoce i ich przetwory do tej pory znalazły zastosowanie w przemyśle spożywczym i kosmetycznym. Wyniki najnowszych badań świadczą, że olej z nasion pigwowca, bogaty w prozdrowotne składniki, z powodzeniem może być stosowany w przemyśle spożywczym.

Piśmiennictwo

1. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (PPRC 2010). 2. Rumpunen K. *Chaenomeles*: potential new fruit crop for northern Europe. W: Trends in new crops and new uses (red. Janick J, Whipkey A), ASHA Press, Alexandria 2002; 385.

3. Kviklys D, Ruisa S, Rumpunen K. Management of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) orchards. W: Japanese quince – Potential fruit crop for Northern Europe (red. Rumpunen K) 2003; 93. 4. Lesińska E. Porównawcza charakterystyka owoców pigwy i pigwowców pod względem cech istotnych dla przetwórstwa. Przem Spoż 1982; 36(2):56-8. 5. Lesińska E, Kempieńska W. Zastosowanie soku z owoców pigwowca do produkcji bezalkoholowych napojów niskokalorycznych. Zesz Nauk AR w Krakowie, Technol Żywn 2 1987; 213:61-73. 6. Lesińska E. Zastosowanie owoców i przecieru pigwowcowego do produkcji wyrobów cukierkowych. Przegl Piek Cuk 1990; 6:14-18. 7. Fronc A, Oszmiański J. Pigwowiec i aronia – surowce do produkcji herbat owocowych. Wiad Ziel 1994; 1:19-20. 8. Tarko T, Duda-Chodak A, Pogoń P. Charakterystyka owoców pigwowca japońskiego i derenia jadalnego. Żywn Nauka Technol Jakość 2010; 6(73):100-8. 9. Zhang SY, Han LY, Zhang H i wsp. *Chaenomeles speciosa*: A review of chemistry and pharmacology. Biomed Rep 2014; 2(1):12-18. 10. Streck M, Gorlach S, Podsedek A i wsp. Procyanidin oligomers from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit inhibit activity of MMP-2 and MMP-9 metalloproteinases. J Agric Food Chem. 2007; 55(16):6447-52. 11. www.ars-grin.gov (GRIN Taxonomy for plants). 12. Nowiński M. Dzieje roślin i upraw ogrodniczych. PWRiL, Warszawa: 1977; 196. 13. Philipps JB, Robertson KR, Smith PG i wsp. A checklist of the subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). Can J Bot 1990; 68:2209-69. 14. Weber C. The genus *Chaenomeles* (*Rosaceae*). J Arnold Arbor 1964; 45:161-205, 302-45. 15. Seneta W, Dolatowski J. Dendrologia. PWN, Warszawa 2003; 240. 16. Weber C. Cultivars in the genus *Chaenomeles*. J Arnold Arbor 1963; 23(3):17-75. 17. Lesińska E, Kraus D. Charakterystyka morfologiczna owoców pigwowca. Zesz Nauk AR w Krakowie, Ogrodnictwo 20 1987; 17:47-58. 18. www.plantsgallery.blogspot.com. 19. Andersone D, Kaufmane E. Flowering and fruit set in Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). W: Japanese quince – potential fruit crop for Northern Europe (red. Rumpunen K.) 2003; 29. 20. Garkava LP, Rumpunen K, Bartish IV. Genetic relationships in *Chaenomeles* (*Rosaceae*) revealed by isozyme analysis. Sci Horticult 2000; 85:21-35. 21. Kauppinen S, Kviklys D, Rumpunen K i wsp. Propagation of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) plants. W: Japanese quince – Potential fruit crop for Northern Europe (red. Rumpunen K) 2003; 81. 22. Thiem B,

- Nahorska A. Roślinne kultury komórkowe i ich potencjalne kosmetyczne zastosowanie – kultura kalusowa *Chaenomeles japonica* L. Mat Konf, 56 Zjazd PTB, Olsztyn 2013; 24. **23.** Ros JM, Laencina J, Hellin P i wsp. Characterization of juice in fruits of different *Chaenomeles* species. Lebens-Wissen Technol 2004; 37:301-7. **24.** Golubev VN, Kolechik AA, Rigavs UA. Carbohydrate complex of the fruit of *Chaenomeles maulei*. Chem Nat Comp 1991; 26(4):387-90. **25.** Du H, Wu J, Li H. Polyphenols and triterpenes from *Chaenomeles* fruits: Chemical analysis and antioxidant activities assessment. Food Chem 2013; 141:4260-8. **26.** Zhang L, Cheng YX, Liu AL i wsp. Antioxidant, anti-inflammatory and anti-influenza properties of components from *Chaenomeles speciosa*. Molecules 2010; 15(11):8507-17. **27.** Sokołowska-Woźniak A, Szewczyk K, Nowak R. Phenolic acids from *Cydonia japonica* Pers. Herba Pol 2002; 48(8):214-8. **28.** Lesińska E. Zawartość składników mineralnych w owocach pigwowca. Zesz Nauk AR w Krakowie, Rolnictwo 25 1985; 192:175-83. **29.** Thomas M, Thibault JF. Cell wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*): extraction and preliminary characterisation. Carbohydr Polym 2002; 49:345-55. **30.** Thomas M, Guillemin F, Guillon F i wsp. Pectins in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). Carbohydr Polym 2003; 53(4) 361-72. **31.** Thomas M, Crepeau MJ, Rumpunen K i wsp. Dietary fibre and cell-wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*). Lebens-Wissen Technol 2000; 33:124-31. **32.** Lamer-Zarawska E, Chwała C, Gwardys A. Rośliny w kosmetyce i kosmologii przeciwstarzeniowej. PZWL, Warszawa 2012; 126. **33.** Lesińska E, Przybylski R, Eskin M. Some volatile and nonvolatile flavor components of the Dwarf Quince (*Chaenomeles japonica*). J Food Sci 1988; 53(3):854-6. **34.** Jordan MJ, Vila R, Hellin P i wsp. Volatile compounds associated with the fragrance and flavour of *Chaenomeles* juice. W: Japanese Quince-potential fruit crop for Northern Europe (red. Rumpunen K) 2003; 149. **35.** Granados MV, Vila R, Laencina J i wsp. Characteristics and composition of *Chaenomeles* seed oil. W: Japanese quince - potential fruit crop for Northern Europe (red. Rumpunen K) 2003; 159. **36.** Górnaś P, Siger A, Juhnevic A i wsp. Cold – pressed Japanese quince (*Chaenomeles japonica* (Thumb.) Lindl. Ex Spach) seed oil as a rich source of α -tocopherol, carotenoids and phenolics: A comparison of the composition and antioxidant activity with nine other plant oils. Eur J Lipid Sci Technol 2014; 116:563-70. **37.** Mierina I, Serzane R, Strele M i wsp. Extracts of Japanese quince seeds – potential source of antioxidants. 6 th Baltic Conf on Food Sci Technol 2011; 98. **38.** Bae KH. The medicinal plants of Korea. Kyo-Hah Publ Co, Seoul 2000; 213. **39.** Gorchach S, Wagner W, Podsedek A i wsp. Procyanidins from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit induce apoptosis in human colon cancer caco-2 cells in a degree of polymerization-dependent manner. Nutr Cancer 2011; 63(8):1348-60. **40.** Lewandowska U, Szewczyk K, Owczarek K i wsp. Flavanols from Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) fruit inhibit human prostate and breast cancer cell line invasiveness and cause favorable changes in bax/bcl-2 mRNA ratio. Nutrit Cancer 2013; 65(2):273-85. **41.** Zawirska-Olszańska A, Kucharska AZ, Sokół-Lętowska i wsp. Ocena jakości dżemów z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami. Żywn Nauka Techn Jakość 2010; 1(68):40-8. **42.** Czerpak R, Jabłońska-Trypuć A. Roślinne surowce kosmetyczne. MedPharm, Wrocław 2008; 128. **43.** Góra J, Kurowska A. Skład chemiczny oleju z nasion pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* Lindl.). Herba Pol 1979; 25:53-56. **44.** Lista roślin z których surowce lub ich przetwory mogą być składnikami suplementów diety. Lista opracowana przez zespół ekspertów Polskiego Komitetu Zielarskiego oraz Katedry i Zakładu Farmakognozji Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Post Fitoter 2013; 2:146-56. **45.** Przybylak-Zdanowicz M. ABC kosmetyki naturalnej. Tom I, Owoce. Eko Media, Bydgoszcz 2013.

otrzymano/received: 30.10.2014
zaakceptowano/accepted: 12.11.2014

Adres/address:
*dr hab. Barbara Thiem
Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej
i Biotechnologii Roślin
Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny
im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu
tel. +48 (61) 66-87-847, fax (61) 66-87-861
e-mail: bthiem@ump.edu.pl