

# Charakterystyka wartości odżywczej i właściwości prozdrowotnych szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.)

Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie  
Kierownik Centrum: prof. dr hab. inż. Ewa Cieślík

*NUTRITIONAL VALUE AND PRO-HEALTHY PROPERTIES OF ASPARAGUS (ASPARAGUS OFFICINALIS L.)*

## SUMMARY

*Asparagus belongs to the family Asteraceae. This vegetable is very popular in China, Peru, the United States, Germany and Spain. Asparagus is a vegetable, characterized by a low energy value, while ensuring a high content of nutrients, including biologically active compounds. In addition to vitamins (A, C, E, carotenes – as provitamine A and B group) asparagus spears also contains easily digestible proteins, carbohydrates (including neoinulin type fructan with a major degree of polymerization – DP ≥ 5), minerals (K, P, J, Ca, Mg, Fe, Zn). Among all the bioactive compounds present in asparagus spears, important role have steroidal saponins (including a significant amount of protodioscin), hydroxycinnamic acids (including a significant amount of ferulic acid), flavonoids (including a significant amount of rutin), phytosterols (including a significant amount of β-sitosterol) with antioxidant activities. Consumption of this vegetables or supplemented food products (with extracts from the commercial asparagus spears processing-by-products) may therefore help treat digestive disorders, cardiovascular diseases and slow the aging process.*

**KEY WORDS:** ASPARAGUS BOTANICAL CHARACTERISTICS – CHEMICAL COMPOSITION – PRO-HEALTHY PROPERTIES

## Wstęp

W krajach wysokoprzemysłowych zaburzenia pracy przewodu pokarmowego, tj. owrzodzenie dwunastnicy, zapalenie wyrostka robaczkowego, zaparcia, hemoroidy, rak jelita grubego, a także metaboliczne choroby dietozależne – cukrzyca, otyłość, choroby układu krążenia, występują rzadziej u osób spożywających duże ilości włókna pokarmowego. Kluczem do uzyskania zalecanego poziomu spożycia błonnika pokarmowego zarówno przez osoby dorosłe, jak i dzieci, w tym szczególnie w społeczeństwach zachodnich, jest dostępność żywności o jego wysokiej podaży. Obecnie za główne źródło włókna w diecie uważane są zboża. Jednakże coraz częściej odnotowywany jest wzrost

popytu na produkty funkcjonalne pozyskiwane z warzyw i owoców jako źródła błonnika, ponieważ błonnik pozyskany z tych źródeł odznacza się większą wartością odżywczą, ze względu na większą zawartość włókna ogólnego i rozpuszczalnego, niższą kaloryczność, większą zdolność przeciwutleniającą oraz wyższy poziom fermentacji i zatrzymywania wody w organizmie (1). Wśród warzyw powszechnie spożywanych w Stanach Zjednoczonych i Europie, znaczny udział mają szparagi, które są wciąż niedocenianym źródłem błonnika w diecie człowieka, pomimo że uznawane są za jedno z najbogatszych źródeł pod względem łącznej ilości i jakości substancji o właściwościach przeciwutleniających (2, 3). Jednakże podczas przemysłowego przetwórstwa – obróbki wstępnej, około połowa długości każdego pędu szparaga jest odrzucana, co powoduje duże straty tego surowca. Z kolei procesy ich przetwarzania i suszenia mogą powodować nieodwracalne zmiany w obecnym błonniku (poprzez zmianę jego pierwotnej struktury) oraz substancjach o właściwościach przeciwutleniających. Zakładając jednak, że produkty uboczne mają podobny skład do ich jadalnych części, mogą być one także wykorzystane jako składnik do przygotowywania suplementowanych produktów żywnościowych (4).

Obecnie największymi producentami szparagów są kolejno: Chiny, Peru, USA, Niemcy i Hiszpania (5). W Polsce szparagi uprawia się na areale około 1700 ha, co pozwala rocznie wyprodukować około 4000 ton tych warzyw. W większości są one jednak eksportowane zarówno w stanie świeżym, jak i przetworzonym. Około 65% towaru trafia do Niemiec, pozostała część do Holandii, Francji i Belgii (6).

Krajowy rejestr obejmuje obecnie 9 odmian, natomiast w uprawie znajduje się większa ich liczba. Można je podzielić na dwie grupy. Do pierwszej zalicza się odmiany całkowicie męskie. Natomiast do drugiej należą odmiany dwupienne (odmiany wytwarzające cienkie wypustki, o wyższej żywotności roślin) oraz tetraploidalne dwupienne (odmiany

wytwarzające grube wypustki, a zarazem o mniejszej żywotności roślin) (7).

Odmiany męskie, wcześniejsze i plenniejsze oraz niezachwaszczające plantacji trudnymi do zwalczania siewkami szparaga, mają jednak większe od dwupiennych wymagania glebowe, zaś ich nasiona i karpki są droższe. Z tej grupy odmian w naszym kraju zarejestrowane są dwie holenderskie – Franklim i Gynlim – wyjątkowo plenne, ale wymagające bardzo dobrych stanowisk (zwłaszcza odmiana Gynlim o wypustkach doskonałej jakości, ale niezbyt grubych).

Z odmian całkowicie męskich spotyka się też w uprawie odmiany niezarejestrowane: Backlim, Boonlim, Carlim, Horlim, Grolim i Thielim. Odmiany niemieckie: HuchelsAlpha, SchwetzingMeisterschuss i Eposs są dwupienne. HuchelsAlpha jest następczynią znanej u nas Huchel'sLeistungsauslese, która wraz z SchwetzingMeisterschuss należy do najstarszych uprawianych odmian. Są one o 20-30% mniej plenne niż holenderskie odmiany całkowicie męskie, ale mają dobrej jakości wypustki i są mniej wymagające pod względem warunków uprawy, ponieważ udają się również na bardzo słabych glebach i są mało wymagające w stosunku do nawożenia i nawadniania. Eposs jest nowszą odmianą, dającą duży plon dobrej jakości wypustek. Z kolei z trzech zarejestrowanych odmian francuskich, Dartagnan jest całkowicie męska, a Dariana i Cipres – dwupienne. Wszystkie są bardzo wczesne i bardzo plenne. Ich wadą jest gorsza jakość wypustek w okresach wysokiej temperatury oraz większa wrażliwość na choroby, ze względu na gęsty pokrój części nadziemnej roślin (8).

Szparagi podlegają także podziałowi w zależności od sposobu ich uprawy. Dzieli się je na bielone, których wypustki rosną w ziemi bez dostępu światła oraz zielone, hodowane na świetle, wskutek czego podlegają one procesowi fotosyntezy. Niemniej jednak, szparagi zielone, produkowane na masową skalę w wielu krajach, w Polsce są mniej popularne, pomimo że ich hodowla odznacza się mniejszą pracochłonnością uprawy, większą możliwością jej zmechanizowania, jak również wyższą wartością odżywczą, a zielone wypustki są bardziej zasobne w witaminy, i zarazem uboższe w saponiny. Zjawisko to wytłumaczyć można ich wadą, jaką jest mniejsza trwałość w obrocie, aniżeli szparagów bielonych (7).

### **Charakterystyka botaniczna i wymagania uprawowe rośliny**

Szparag jest w uprawie rośliną dwupienną, wieloletnią, zielną. Jest gatunkiem byliny z rodziny szparagowatych (*Asparagus*). Jako warzywo szparag

znany był już w starożytnym Egipcie 5000 lat temu, a w Grecji i Rzymie w II w. p.n.e. W Europie Północnej upowszechnił się w uprawie w XVI w. Część podziemną, tzw. karpkę, stanowi krótkie, rozgałęzione i zdrewniałe kłącze, rozrastające się corocznie w górę i na boki. Z dolnej części karpki i z boków wyrastają następnie korzenie mięsiste i włókniste. Korzenie mięsiste odpowiedzialne są za pobieranie, a zarazem magazynowanie składników pokarmowych. Z kolei korzenie włókniste, których jedyną rolą jest pobieranie składników pokarmowych, wyrastają corocznie z korzeni mięsistych i jesienią zamierają. Natomiast z pączków znajdujących się w górnej części karpki, co roku na wiosnę wyrastają młode pędy, tzw. wypustki, stanowiące część jadalną szparagów. Nie zebrane w odpowiednim terminie stają się jednak zdrewniałe, łukowate, a tym samym nienadające się do spożycia (6-9).

Wartym uwagi jest fakt, że szparag jest rośliną klimatu umiarkowanego, wskutek czego karpki znajdujące się w ziemi dobrze wytrzymują niskie temperatury i jedynie przy bardzo mroźnych oraz bezśnieżnych zimach mogą być uszkodzane poprzez mróz, czego konsekwencją jest opóźnione wyrastanie wypustek i obniżka plonu. Teren pod szparagarnię powinien być więc dobrze nasłoneczniony i osłonięty od silnych wiatrów, które mogą być przyczyną wyłamania pędów, zwłaszcza w glebach lekkich i przy płytkim sadzeniu karpki. Wymagań tych nie spełniają w naszym kraju rejony nadmorskie i podgórskie (6, 7, 9, 10).

Zaletą uprawy szparaga są także jego nieduże wymagania wodne, gdyż ma on głęboki i silnie rozwinięty system korzeniowy. Jednakże długotrwała susza może skutkować niższym i gorszym jakościowo plonem. Optymalny poziom wody gruntowej wynosi 80-100 cm. Jednak niedobór opadów, w szczególności w lipcu i sierpniu, może być przyczyną spadku plonu w roku następnym, ze względu na ograniczenie wzrostu pędów i mniejsze nagromadzenie materiałów zapasowych w karpce (6, 7, 9, 10).

Do uprawy szparaga bielonego nadają się gleby lżejsze, szybko obsychające i nagrzewające się na wiosnę, na których łatwiejsze jest usypywanie wałów i zbiór wypustek, zaś plon i jego jakość są wyższe. Najbardziej przydatne do tego celu są zasobne w próchnicę gleby gliniasto-piaszczyste i piaszczysto-gliniaste, a także piaszczyste z podłożem gliniastym do głębokości nie mniejszej niż 50 cm. Z kolei, plantacje szparagów zielonych mogą być zakładane na glebach związlejszych, ale również przepuszczalnych. Nieprzydatne są gleby ciężkie, podmokłe i kamieniste. Odczyn gleby powinien być zbliżony do obojętnego (pH 6,0-7,5).

**Tabela 1.** Skład i wartość odżywcza 100 g części jadalnych surowego szparaga (57).

Wartość odżywcza surowego szparaga	Zawartość w 100 g części jadalnych
Woda	93,7 g
Białko ogółem, w tym wyłącznie białko roślinne.	1,9 g
Zawartość poszczególnych aminokwasów na poziomie:	
izoleucyna	60 mg
leucyna	105 mg
lizyna	105 mg
metionina	31 mg
cystyna	21 mg
fenyloalanina	60 mg
tyrozyna	49 mg
treonina	65 mg
tryptofan	27 mg
walina	86 mg
arginina	91 mg
histydyna	37 mg
alanina	133 mg
kwas asparaginowy	253 mg
kwas glutaminowy	489 mg
glicyna	79 mg
prolina	133 mg
seryna	75 mg
Tłuszcz ogółem, w tym:	0,2 g
kwasy tłuszczowe nasycone ogółem, a wśród nich:	0,05 g
C16:0	0,04 g
C18:0	0,01 g
kwasy tłuszczowe jednonienasycone ogółem:	0 g
kwasy tłuszczowe wielonienasycone ogółem, a wśród nich:	0,11 g
C18:2	0,1 g
C18:3	0,01 g
Węglowodany ogółem, w tym:	3,7 g
sacharoza	0,1 g
skrobia	0,1 g
błonnik pokarmowy	1,5 g
Popiół ogółem, w tym:	0,5 g
Na	2 mg
K	300 mg
Ca	22 mg
P	52 mg
Mg	18 mg
Fe	0,7 mg
Zn	0,9 mg
Cu	0,08 mg
Mn	0,20 mg
J	7,0 µg
Witaminy, w tym:	
witamina A (jako ekwiwalent retinolu)	707 µg
β-karoten	4243 µg
witamina E	1,88 mg
tiamina	0,106 mg
ryboflawina	0,192 mg
niacyna	0,58 mg
witamina B6	0,28 mg
foliany	193 µg
witamina C	67,8 mg

Gleby kwařne wapnuje się na dwa lata przed założeńiem plantacji, a jeřli zachodzi potrzeba – takżę dodatkowo w roku poprzedzającym. Szparag często nazywany jest więc „złotem piaszczystych gleb” (6, 7, 9, 10).

### Włařciwořci prozdrowotne i wartořć żywniowa szparaga lekarskiego

Rořlina ta jest zasobna w biologicznie czynne związki, jednak jej spożycie uwarunkowane jest takżę warunkami smakowymi i niską wartořcią energetyczną (tab. 1). Korzenie i kłęczę zawierają m.in. asparaginę, saponiny sterydowe (pochodne sarsasapogeniny i diosgeniny), kumarynę, koniferynę, wanilinę, rutynę, fruktany, lotne olejki, karotenoidy (fizaminę, kapsantynę). W ziele stwierdzono m.in. glikozyd koniferynę, kwas chelidonowy, saponiny oraz znaczne ilořci aminokwasu asparaginy wraz z tyrozyną, arginina i metylosulfoniową pochodną metioniny. W owocach wyodrębniono m.in. kapsantynę, fizaminę i znikome ilořci alkaloidów (11).

Fruktany obecne w szparagach należą do grupy neo-inulin, przy czym w korzeniach występują one w ilořci 1-1,5 g/100 g (12), zař w świeżęj masie pędów znajduje się 1,8 g/100 g (w tym 1,0 g o DP 3-10, 0,8 g o DP > 10) (13). Zawartořć i rodzaj fruktanów znajdujących się w korzeniach szparagów determinowana jest takżę ich odmianą. W oparciu o wyniki badania Cairns (14) (tab. 2) poziom fruktanów u 7 odmian szparaga lekarskiego kształtuje się odpowiednio na poziomie 81-98%

Badanie to dowiodło więc, że fruktany o DP  $\geq 5$  stanowią dominującą część fruktanów we wszystkich odmianach korzenia szparaga lekarskiego (stanowiąc 81-98% obecnych fruktanów), zař oligosacharydy o DP 3 i 4 wykazują niski udział wśród ogółu fruktanów obecnych w korzeniach szparaga lekarskiego, stano-

wiąc 2-19% ogółu fruktanów. Wyniki te potwierdzają rezultaty poprzednich badań (15-20) z udziałem korzeni szparaga lekarskiego, które dowodziły obecnořci fruktanów o DP mieszczącym się w przedziale od 5 do 12. Natomiast badanie Fuentes-Alventosa i wsp. (21) wykazało obecnořć fruktanów takżę w produktach ubocznych przemysłowej obróbki szparagów, przy czym ich ilořć uzaleźniona była od zastosowanej metody ich przetwarzania i kształtowała się na poziomie od 0,02 do 0,14 g/100 g suchej masy pędów. Najwyższą zawartořć fruktanów odnotowano po intensywnej obróbce produktów ubocznych z udziałem etanolu, przy czym były to głównie fruktooligosacharydy (FOS), a nie inulina jak uprzednio wykazali Shiomi i wsp. (22). Zawartořć FOS w produktach ubocznych uzyskanych w trakcie przemysłowej obróbki pędów szparagów wynosiła około 0,4 g/100 g suchej masy pędów, przy czym dalszy proces ich obróbki skutkował zmniejszeniem zawartořci FOS o 25-95%, co wynika z wysokiej rozpuszczalnořci FOS w mieszaninie wody i etanolu, nawet w temperaturze pokojowej.

Wśród saponin zaliczanych do steroidowych glikozydów, szparagi są dobrym źródłem protodioscyny. Działalnořć tego związku została opisana w licznych badaniach, jednakże jego szczególne znaczenie wynika z cytotoksycznořci wobec komórek ludzkiego raka (23-26) oraz stymulacji pracy systemu immunologicznego (27-30). Z kolei Fuentes-Alventosa i wsp. (21) w swym dořwiadczeniu wykazali, że saponiny te są równieź obecne w handlowym preparacie (proszku) pozyskanym z produktów ubocznych – dolnych części pędów szparagów. Te bioaktywne związki występują w ilořci od 0,21 do 0,36 g/100 g suchej masy pędów. Jednakże w trakcie ich dalszej intensywnej obróbki, próbki traktowane etanolem odznaczały się wyższą

**Tabela 2.** Zawartořć fruktanów o DP  $\geq 5$ /100 g świeżęj masy korzeni oraz procentowa zawartořć ogółu fruktanów w świeżęj masie korzeni u 7 badanych odmian szparaga lekarskiego (14).

Odmiana	Zawartořć fruktanów o DP $\geq 5$ /100 g świeżęj masy korzeni	Procent ogółu fruktanów w świeżęj masie korzeni
Franklin	0,149 $\pm$ 0,012 g	96
Geynlim	0,91 $\pm$ 0,015 g	88
Venlim	0,125 $\pm$ 0,022 g	89
Boonlim	0,97 $\pm$ 0,029 g	84
Connover `sColossal	0,163 $\pm$ 0,025 g	90
Cito	0,63 $\pm$ 0,08 g	81
Lucellus	0,112 $\pm$ 0,06 g	98

DP – stopieñ polimeryzacji, czyli liczba jednostek  $\beta$ -D-fruktofuranozy w łańcuchu.

ich zawartością, aniżeli próbki traktowane wodą. Poza tym zastosowanie łagodnych zabiegów ich obróbki skutkowało prawie taką samą zawartością saponin we wszystkich próbkach. Na ogół próbki produktów ubocznych pozyskanych z dolnych części pędów szparaga poddane łagodnym zabiegom, wykazywały statystycznie niższą zawartość saponin, aniżeli próbki poddane intensywnym zabiegom. Prawdopodobnie był to skutek wyższej rozpuszczalności saponin, zawartych w materiale poddawany łagodnym zabiegom aniżeli zabiegom intensywnym. Wyniki te są zgodne z rezultatami wcześniejszych badań, w tym m.in. Wanga i wsp. (25), według których 100 g świeżych pędów szparaga zawiera 0,025 g protodioscyny.

Z kolei flawonoidy będące związkami fenolowymi o wysokim stopniu aktywności przeciwutleniającej, wykazują przeciwnowotworowe i antybiotyczne działanie na organizm człowieka, dzięki czemu przypisuje się im właściwości zapobiegania chorobom układu krążenia (31-33). Rutyna oraz kwercetyna są najczęściej występującymi flawonoidami w szparagach, oprócz innych, które zostały niedawno opisane (34). Badanie Bor-Sen'a i wsp. (35) wykazało, że zielone pędy szparagów zawierają odpowiednio 3,07 i 2,84 mg/100 g świeżej masy rutyny i kwercetyny. Flawonoidy są odpowiedzialne za antyoksydacyjne właściwości szparagów, czego dowiodło wielu autorów m.wsp. (35-37). Kolejne badanie Fuentes-Alventosa i wsp. (21) wykazało jednak, iż tylko trzy z przebadanych próbek zawierają statystycznie znaczące ilości flawonoidów. Były to próbki poddane intensywnej obróbce z udziałem etanolu oraz delikatnej obróbce z udziałem wody. Prawdopodobnie był to wynik procesu hydrolizy, który nastąpił w ciągu 60 min obróbki pozostałych próbek badanego materiału, co spowodowało obniżenie ich zawartości aż o 43,9%. Ważne jest więc zoptymalizowanie procesu obróbki produktów ubocznych pozyskanych z dolnych części pędów szparagów, aby w jak największym stopniu zniwelować straty flawonoidów.

Kwasy hydroksycynamonowe, w tym zwłaszcza kwas ferulowy, również wykazują silne właściwości przeciwutleniające. Tak więc, kwas ferulowy może być korzystny w zapobieganiu zaburzeń związanych ze stresem oksydacyjnym, w tym choroby Alzheimera, cukrzycy, nowotworom, nadciśnieniu tętniczemu, miażdżycy, chorobom o podłożu zapalnym i innym (39-41). Związanie kwasu ferulowego z błonnikiem powoduje jego deestryfikację w świetle jelita, co może zapewnić jego powolne uwalnianie. To z kolei może skutkować wydłużeniem jego korzystnego efektu fizjologicznego (42).

Hydroksycynamonowymi kwasami występującymi w zielonych pędach szparagów są głównie kwas kumarowy, kwas ferulowy oraz jego dimery, przy czym

dolne i środkowe części tych pędów są ich bogatszym źródłem aniżeli górne części, szczególnie po zakończeniu okresu przechowywania (43). W bogatym w błonnik proszku (21), zawartość kwasu hydroksycynamonowego (HCA) wahała się od 0,23 do 0,49 g/100 g, zaś zawartość pochodnych kwasu ferulowego (FAD) wynosiła od 0,08 do 0,18 g/100 g.

Wśród wszystkich przebadanych próbek, istotne znaczenie w zawartości kwasów hydroksycynamonowych w finalnym produkcie, tj. bogatym w błonnik proszku, odegrał wybór systemu ich suszenia. Proszek o wyższej zawartości HCA uzyskano dzięki sublimacyjnemu wysuszeniu próbek w porównaniu z próbkami suszonymi w piecu. Uzyskane wyniki były wyższe niż otrzymane przez Rodrígueza i wsp. (43), którzy w swym badaniu wykorzystali zielone pędy szparagów, a zarazem niższe niż stwierdzono w badaniu Jaramillo i wsp. (44) z udziałem białych pędów szparagów. Ważne jest, aby uwzględnić fakt, że autorzy ci, podczas swych badań analizowali wyłącznie górną, jadalną, handlową część pędu. Ponadto, Rodríguez-Arcos i wsp. (45) dowiedli, że proces przechowywania szparagów również skutkuje przyrostem zawartości kwasów HCA i FAD oraz jego monomerów, dimerów i trimerów poprzez utwardzanie (sieciovanie) polimerów ściany komórek roślinnych. Oznacza to, że produkty uboczne przemysłowej obróbki szparagów są twardsze i bardziej włókniste aniżeli ich części jadalne, dlatego też zawartość HCA i FAD jest w nich większa.

Szparag jest także źródłem roślinnych steroli. Rola żywieniowa fitosteroli związana jest z ich zdolnością do obniżania poziomu cholesterolu we krwi oraz z kompetencyjnym hamowaniem wychwytu cholesterolu jelitowego (46-49).  $\beta$ -Sitosterol jest najczęściej występującym związkiem w grupie fitoskładników obecnych w pędach szparagów, a co za tym idzie w ich produktach ubocznych. W proszku bogatym w błonnik, ilość analizowanych fitosteroli wahała się pomiędzy 0,06 i 0,10 g/100 g. Ilość ta zmieniała się w zależności od rodzaju zastosowanego rozpuszczalnika oraz intensywności przemysłowej obróbki produktów ubocznych pędów szparaga, w przeciwieństwie do systemu suszenia, który nie wywierał żadnego wpływu. Tym samym, próbki poddane działaniu etanolu, a zwłaszcza delikatnej obróbce, odznaczały się większą zawartością steroli niż próbki poddane działaniu wody, a w szczególności intensywnej obróbce (21).

Pomimo że owoce szparagu lekarskiego nie są jadalne, są one źródłem wartościowych karotenoidów, ponieważ wykazują właściwości przeciwutleniające. Deli i wsp. (50), wykazali, że zarówno dojrzałe, jak i niedojrzałe owoce szparagów zawierają kapsantynę, kapsorubinę, kapsantynę 5,6-epoksydową, anteraksan-

tynę, wiolaksantynę, neoksantynę, epimery mutatok-santyny, zeaksantynę, luteinę,  $\beta$ -ksantynę,  $\beta$ -karoten oraz izomery cis karotenoidów. Jest to podstawa do próby wyizolowania i wykorzystania tych związków podczas produkcji suplementowanych produktów żywnościowych.

Szparag lekarski jest również cennym źródłem składników mineralnych, jednakże jak wykazało badanie Moreno-Rojas i wsp. (51) wraz ze spadkiem średnicy pędów świeżych szparagów ich stężenie obniża się, co szczególnie było widoczne u pędów o średnicy mniejszej niż 9 mm. Ponadto odnotowano istotne statystycznie zróżnicowanie stężenia składników mineralnych, w zależności od badanej części rośliny. Najwyższe stężenie występowało w szczytowych częściach pędów szparagów. Analogiczne wyniki uzyskali także López i wsp. (52). Na stężenie składników mineralnych wpływ mają także warunki uprawy szparagów, wskutek czego odmiany zielone odznaczają się większym stężeniem tkankowym N, K, P, S, Na i Zn, podobnym Fe, Al, Cu, w porównaniu z odmianami białymi, a także sposób uprawy, ponieważ wykazano, że hodowla sposobem szklarniowym z wykorzystaniem tworzyw sztucznych lub trocin jako materiału budulcowego poprawia akumulację składników mineralnych przez mięsiste korzenie szparagów. Dowodem tego jest większa zawartość wymienionych składników mineralnych w odmianach białych hodowanych tym sposobem, aniżeli hodowanych w naturalny sposób (53).

Proces dojrzewania jest kolejnym czynnikiem determinującym stężenie składników mineralnych w pędach szparaga, gdyż wraz z jego wydłużaniem następuje wzmożona akumulacja Ca, Mg i P, a zarazem osłabiona Na u białych szparagów (czego nie odnotowano w przypadku odmian zielonych) (52). Wzrost ten jest również zauważalny wraz z trwaniem cyklu wegetacyjnego owych roślin, przy czym jest on szczególnie widoczny w częściach wierzchołkowych pędów szparagów (54). Procesy handlowe również mają swoje odzwierciedlenie w stężeniu składników mineralnych, a co za tym idzie ich biodostępności. I tak na przykład proces płukania istotnie statystycznie obniża stężenie Fe i Mg, z kolei blanszowanie powoduje nieznaczny ubytek Fe i Ca, zaś puszkowanie (konserwowanie) powoduje wymywanie Cu, Mn, Fe, Mg, a szczególnie Ca, Fe, Mn, wobec których odnotowano istotne statystycznie różnice między grupami (55). Kluczową rolę odgrywa także proces mrożenia, który w istotny statystycznie sposób obniża zawartość w surowych szparagach składników mineralnych, tj. Cu, Fe, Zn, Mn i K (56) oraz wyżej wspomnianych znaczących dla procesów fizjologicznych zachodzących w organizmie związków, tj. saponin i flawonoidów (57).

## Podsumowanie

Szparag lekarski jest warzywem charakteryzującym się niską wartością energetyczną, przy równoczesnej wysokiej zawartości składników odżywczych, w tym biologicznie czynnych związków. Oprócz witamin (A, C, E, karotenoidów oraz z grupy B) pędy szparagów zawierają także łatwostrawne białka, cukry (w tym fruktany typu neoinulin, głównie o stopniu polimeryzacji –  $DP \geq 5$ ), składniki mineralne (fosfor, potas, jod, wapń, magnez, żelazo, cynk). Z kolei wśród swoistych substancji bioaktywnych kluczową rolę odgrywają saponiny sterydowe (w tym znaczna ilość protodioscyny), kwasy hydroksycynamonowe (w tym znaczna ilość kwasu ferulowego), flawonoidy (w tym znaczna ilość rutyny), fitosterole (w tym znaczna ilość  $\beta$ -sitosterolu) o właściwościach przeciwutleniających. Spożywanie tego warzywa bądź suplementowanych produktów żywnościowych (z udziałem wyciągów z produktów ubocznych handlowego przetwarzania pędów szparaga) może więc wspomagać leczenie zaburzeń trawiennych, chorób sercowo-naczyniowych, a także opóźniać procesy starzenia.

## Piśmiennictwo

- Rodríguez R, Jiménez A, Fernandez-Bolaños J i wsp. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends Food Sci Technol* 2006; 17:3-15.
- Vinson JA, Hao Y, Su X. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *J Agric Food Chem* 1998; 46:3630-4.
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B i wsp. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different *in vitro* assays. *J Nutr* 2003; 133:2812-9.
- Nindo CI, Sun T, Wang SW i wsp. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus. *Eur Food Res Technol* 2003; 36:507-16.
- Fuentes-Alventosa JM, Rodríguez-Gutiérrez G, Jaramillo-Carmona S i wsp. Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food Chem* 2009; 113:665-71.
- Podymiak M. Wielkopolskie szparagi. *Hasło Ogr* 2005; Nr 8.
- Orłowski M, Kołota E, Biesiada A. (red.). Szparag (*Asparagus officinalis* L.). W: *Warzywnictwo*. Wyd Uniw Przyrod, Wrocław, 2008; 427-37.
- Knaflewski M. Uprawa szparagów coraz bardziej atrakcyjna. *Hasło Ogr* 2000; 10.
- Stępka G. Rarbar, szpinak, szparagi – warzywa mniej powszechne w produkcji. *Hasło Ogr* 2005; 5.
- Knaflewski M. Zakładanie i prowadzenie szparagarni. *Hasło Ogr* 2000; 11. <http://www.ho.haslo.pl/article.php?id=589>.
- Korszikow BM. Lecznicze właściwości roślin uprawnych. PWRiL, Warszawa 1991.
- Kocsisova L, Praznik W, Cieřlik E. Fructan content in cereals and vegetables cultivated under conventional and organic conditions. 9th Seminar on Inul in. Budapest 2002; 26.
- Praznik W, Huber A, Löppert R. Characterization of carbohydrates and occurrence and potential of fructan plants. *Renewable Biomaterials Ghent* 2002; 72.
- Cairns AJ. A reconsideration of fructan biosynthesis in storage roots of *Asparagus officinalis* L. *New Phytologist* 1992; 120:463-73.
- Shiomi N, Yamada J, Izawa M. Isolation and identification of fructooligosaccharides in roots of *Asparagus officinalis* L. *Agricult Biol Chem* 1976; 40:567-75.
- Shiomi N, Onodera S, Chatterton NJ i wsp. Separation of fructooligosaccharide isomers by anion exchange chromatography. *Agricult Biol Chem* 1991; 55:1427-8.
- Shelton DR, Lacy ML. Effect of harvest duration

- on yield and on depletion of storage carbohydrates in *Asparagus* roots. *J Am Soc Horticult Sci* 1980; 105:332-5. **18.** Shiomi N. Properties of fructosyltransferases involved in the synthesis of fructan in Liliaceous plants. *J Plant Physiol* 1989; 134:151-5. **19.** Bancal P, Gaudillere JP. Oligofructan separation and quantification by high performance liquid chromatography. Application to *Asparagus officinalis* L. and *Triticum aestivum* L. *Plant Physiol Biochem* 1989; 11:745-50. **20.** Forsythe KL, Feather MS, Gracz H i wsp. Detection of kestoses and kestose-related oligosaccharides in extracts of *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* and *Asparagus officinalis* L. root cultures and invertase by  $^{13}\text{C}$  and  $^1\text{H}$  nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Plant Physiol* 1990; 92:1014-20. **21.** Fuentes-Alventosa JM, Jaramillo-Carmona S, Rodríguez-Gutiérrez G i wsp. Effect of extraction method on phytochemical composition and antioxidant activity of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food Chem* 2009; 116:484-90. **22.** Shiomi N, Benkeblia N, Onodera S i wsp. Saccharide and fructooligosaccharide contents, and invertase, 1-KHE, 1-SST, 1-FFT and 6G-FFT activities in green asparagus spears during storage: Effects of temperature and spear portion. *J Appl Glycosci* 2007; 54:187-94. **23.** Shao Y, Poobrasert O, Kennelly EJ i wsp. Steroidal saponins from *Asparagus officinalis* and their cytotoxic activity. *Planta Med* 1997; 63:258-62. **24.** Hibasami H, Moteki H, Ishikawa K i wsp. Protodioscin isolated from fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) induces cell death and morphological change indicative of apoptosis in leukemic cell line H-60, but not in gastric cancer cell line KATO III. *Int J Molec Med* 2003; 11:23-6. **25.** Wang M, Tadmor Y, Wu Q-L i wsp. Quantification of protodioscin and rutin in asparagus shoots by LC/MS and HPLC methods. *J Agric Food Chem* 2003; 51:6132-6. **26.** Chin CK. Functional elements from asparagus for human health. In Proceedings of the XI International asparagus symposium in Acta Horticult 2006. **27.** Dong-Hua L, Rui-Rong Y, Yan S i wsp. Preliminary experimental results on the anticancer and immunostimulation effects with the extract of *Asparagus officinalis* L. *The Chinese J Clin Pharmacol* 1988; 1. **28.** Qin Y. The Effects of *Asparagus officinalis* L. on NK activity of human peripheral blood lymphocytes. *J Guiyang Med Coll* 1992; 3. **29.** Qin Y. The effects of *Asparagus officinalis* L. on cellular immunity in mice. *J Guiyang Med Coll* 1992. **30.** Bing G. The effect of Asparagus and its extract on phagocytic function of macrophages in mice. *J Guiyang Med Coll* 1995; 4. **31.** Nijveldt RJ, VanNood E, VanHoorn DE i wsp. Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr* 2001; 74:418-25. **32.** Tang XH, Gao J. Inhibitory effects of juice from *Asparagus officinalis* L. on cyclophosphamide (CTX)-induced mutagenic activities in mice. Nanjing University (Natural Sciences) 2001; 37:569-73. **33.** Cushine T, Lamb AJ. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents* 2005; 26:343-56. **34.** Fuentes-Alventosa JM, Rodríguez G, Cermeño P i wsp. Identification of flavonoid diglycosides in several genotypes of asparagus from the Huétor-Tájar population variety. *J Agric Food Chem* 2007; 55:10028-35. **35.** Bor-Sen W, Lee-Wen Ch, Horng-Cherng W i wsp. Antioxidant and antityrosinase activity of aqueous extracts of green asparagus. *Food Chem* 2011; 127:141-146. **36.** Guillén R, Rodríguez R, Jaramillo S i wsp. Antioxidant from asparagus spear: Phenolics. *Acta Horticult* 2008; 776:247-54. **37.** Makris DP, Rossiter JT. Domestic processing of onion bulbs (*Allium cepa*) and asparagus spears (*Asparagus officinalis*): Effect on flavonol content and antioxidant status. *J Agric Food Chem* 2001; 49:3216-22. **38.** Rodríguez R, Jaramillo S, Rodríguez G i wsp. Antioxidant activity of ethanolic extracts from several asparagus cultivars. *J Agric Food Chem* 2005; 53:5212-7. **39.** Shimoyamada M, Suzuki M, Sonta H i wsp. Antifungal activity of the saponin fraction obtained from *Asparagus officinalis* L. and its active principle. *Agric Biol Chem* 1990; 54:2553-7. **40.** Jang DS, Cuendet M, Fong HHS i wsp. Constituents of *Asparagus officinalis* evaluated for inhibitory activity against cyclooxygenase-2. *J Agric Food Chem* 2004; 52:2218-22. **41.** Zhao Z, Moghadasian MH. Chemistry, natural sources, dietary intake and pharmacokinetic properties of ferulic acid: A review. *Food Chem* 2008; 109:691-702. **42.** Plate AYA, Gallaher DD. The potential health benefits of corn components and products. *Cereal Foods World* 2005; 50:30514. **43.** Rodríguez R, Jaramillo S, Guillén R i wsp. Cell wall phenolics of white and green asparagus. *J Sci Food Agric* 2005; 85:971-8. **44.** Jaramillo S, Rodríguez R, Jiménez A i wsp. Effects of storage conditions on the accumulation of ferulic acid derivatives in white asparagus cell wall. *J Sci Food Agric* 2007; 87: 286-96. **45.** Rodríguez-Arcos R, Smith AC, Waldron KW. Ferulic acid cross-links in asparagus cell wall in relation to texture. *J Agric Food Chem* 2004; 52:4740-50. **46.** Huisheng M. The effects by feeding Asparagus spears on cholesterol levels of mice blood and liver. *Acta Sci Nat Univ Pekinesis* 1989; 2. **47.** Huisheng M. The effects by eating Asparagus spears on blood-lipid levels of human body. *Acta Sci Nat Univ Pekinesis* 1990; 3. **48.** Jingda S, Zhimin Ch, Keji L i wsp. The therapeutic effect of asparagus and lentinus juice on hyperlipidemia. *Acta Nutrimentasin.* 1998; 1. **49.** Jiménez-Escrig A, Santos-Hidalgo AB, Saura-Calixto F. Common sources and estimated intake of plant sterols in the Spanish diet. *J Agric Food Chem* 2006; 54:3462-71. **50.** Deli J, Matus Z, Tóth G. Carotenoid composition in the fruits of *Asparagus officinalis*. *J Agric Food Chem* 2000; 48(7):2793-6. **51.** Moreno-Rojas R, Zurera-Cosano G, Amaro-López MA. Mineral elements distribution in fresh asparagus. *J Food Comp Anal* 1992; 5(2):168-71. **52.** López MA, Cosano GZ, Rojas RM i wsp. Mineral content modifications during ripening of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Plant Food Human Nutr* 1996; 49(1):13-26. **53.** Makus DJ. Mineral nutrient composition of green and white asparagus spears. *Hort Science: a publication of the Am Soc Horticult Sci* 1994; 29(12):1468-9. **54.** Amaro-López MA, Zurera-Cosano G, Moreno-Rojas R i wsp. Influence of vegetative cycle of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) on copper, iron, zinc and manganese content. *Plant Food Human Nutr* 1995; 47(4):349-55. **55.** López G, Periago M, Ortuno J i wsp. Modifications in the mineral content of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) during development and processing (blanching and canning). *J Food Qual* 1997; 20(5):461-9. **56.** Amaro MA, Zurera G, Moreno R. Nutritional estimation of changes in mineral content during frozen storage of white asparagus. *J Food Qual* 1998; 21(6):445-58. **57.** Xiong G, Zhou M, Ye L i wsp. The change of functional components in *Asparagus officinalis* during storage period. *Food Sci* 2005; 26(9):537-9. **58.** Kunachowicz H, Nadolna I, Przygoda B, Iwanow K (red.). Szparag (*Asparagus officinalis* L.). W: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd PZW, Warszawa 2005.

otrzymano/received: 14.10.2011  
zaakceptowano/accepted: 20.10.2011

Adres/address:  
\*prof. dr hab. inż. Ewa Cieślik  
Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji,  
Wydział Technologii Żywności,  
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja  
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków  
tel.: (12) 662-48-26  
e-mail: rrciesli@cyf-kr.edu.pl