

MAGDALENA MATYSIAK, KATARZYNA GAWEL-BĘBEN,
KAMILA RYBCZYŃSKA, JAN GMIŃSKI, STANISŁAW SURMA

PORÓWNANIE WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNYCH CZOSNKU (*ALLIUM SATIVUM* L.) POCHODZĄCEGO Z POLSKI I CHIN

Streszczenie

Mimo licznych publikacji naukowych potwierdzających korzystne dla zdrowia działanie czosnku i jego preparatów, w literaturze niewiele jest danych dotyczących właściwości tego surowca w zależności od kraju pochodzenia. W niniejszej pracy porównano wybrane właściwości wodnych ekstraktów czosnku pochodzącego z Polski (odmiana 'Harnaś') oraz z Chin (odmiana nieznana), ze względu na powszechne występowanie chińskiego czosnku na polskim rynku. Wodny ekstrakt z czosnku chińskiego charakteryzował się wyższą zdolnością do neutralizacji wolnego rodnika DPPH•, kationorodnika ABTS•+ i chelatowania jonów miedzi(II) niż ekstrakt z czosnku polskiego. Natomiast substancje zawarte w wodnym ekstrakcie z czosnku polskiego znacznie skuteczniej chelatowały jony żelaza(II). W ocenie właściwości przeciwgrzybiczych w stosunku do drożdży *Saccharomyces cerevisiae* wykazano, że wodny ekstrakt z czosnku chińskiego znacznie silniej hamował wzrost drożdży niż ekstrakt z odmiany polskiej. Podsumowując można stwierdzić, że oceniane próbki czosnku charakteryzowały się zróżnicowanym działaniem przeciwutleniającym i przeciwgrzybiczym.

Słowa kluczowe: czosnek, *Saccharomyces cerevisiae*, antyoksydanty, chelatowanie jonów

Wprowadzenie

Czosnek pospolity (*Allium sativum* L.) jest jedną z najstarszych roślin uprawianych przez człowieka, popularną ze względu na właściwości przyprawowe, jak i szerokie spektrum właściwości prozdrowotnych [15]. Czosnek działa silnie bakterioobójczo na liczne drobnoustroje Gram-dodatnie i Gram-ujemne, łącznie ze szczepami antybiotykoopornymi. W literaturze szeroko opisano antywirusowe, przeciwgrzybicze

Mgr M. Matysiak, dr K. Gawel-Bęben, prof. dr hab. J. Gmiński, Katedra Zdrowia Publicznego, Dietetyki i Chorób Cywilizacyjnych, dr K. Rybczyńska, Katedra Kosmetologii, S. Surma, Wydz. Medyczny, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania, ul. Sucharskiego 2, 35-225 Rzeszów.
Kontakt: mmatysiak@wsiz.rzeszow.pl

oraz przeciwpasożytnicze właściwości czosnku i jego preparatów. Ponadto wzmacnia on odporność organizmu, stymuluje układ immunologiczny oraz wykazuje silne właściwości przeciwutleniające [16]. Wzrosło zainteresowanie działaniem przeciwnowotworowym tego cennego surowca. Powszechnie znany jest także dobroczynny wpływ czosnku na układ sercowo-naczyniowy, m.in. poprzez utrzymanie prawidłowego poziomu cholesterolu i lipidów we krwi, działanie fibrynolityczne i zmniejszające agregację płytek krwi [10].

Świeże ząbki czosnku składają się głównie z wody, węglowodanów i białek, zawierają także witaminy, wśród których najwięcej jest witaminy C oraz witamin z grupy B. Spośród licznych składników mineralnych na uwagę zasługuje zawartość potasu, fosforu, żelaza, seleniu i manganu. W skład ząbków czosnku wchodzi ponadto związki przeciwutleniające, jak flawonoidy i kwasy fenolowe, a przede wszystkim organiczne związki siarki, takie jak allicyna [21], nadająca ząbkom charakterystyczny, ostry zapach i decydująca o większości jego prozdrowotnych właściwości [23]. Istotny udział polifenoli w mechanizmie przeciwutleniającym czosnku potwierdzono w licznych badaniach [2, 3, 5, 9, 20]. Potencjał przeciwutleniający tych związków jest związany z ich budową chemiczną – występowaniem grup hydroksylowych, połączonych z pierścieniem aromatycznym [18].

Czosnek jest uprawiany w wielu strefach klimatycznych, a jego wzrost zależy od czynników środowiskowych. W zależności od nich, przedstawiciele tego samego gatunku *Allium sativum* mogą różnić się między sobą nie tylko morfologią, ale także zawartością substancji biologicznie czynnych [24]. Według danych Organizacji do spraw Wyżywienia i Rolnictwa ONZ największym producentem czosnku na świecie są Chiny [19]. Są one jednym z głównych eksporterów czosnku na rynek polski. Jak podaje GUS [8], w 2012 roku do Polski sprowadzono z Chin ponad 1500 ton tego surowca.

Celem badań było porównanie potencjału przeciwutleniającego, właściwości przeciwgrzybiczych i cytotoksyczności czosnku (*Allium sativum L.*) pochodzącego z Chin oraz rodzimej odmiany 'Harnaś'.

Materialy i metody badań

Przygotowanie wodnych ekstraktów z czosnku polskiego i chińskiego

Polski czosnek odmiany 'Harnaś' oraz czosnek pochodzący z Chin otrzymano z Firmy Produkcyjno-Handlowo-Usługowej "MARKIE-POL" w Dąbrówce Wielkiej. Świeże obrane ząbki czosnku w ilości 10 g zalewano 100 ml wody destylowanej i rozdrabniano w łaźni lodowej, przy użyciu blendera firmy Bosch. Otrzymaną zawiesinę inkubowano w temp. 4 °C przez 30 min, po czym wirowano 10 min przy prędkości 3900 g. Uzyskany supernatant filtrowano przez sterylny filtr strzykawkowy o średnicy

porów równej 0,22 μm (Millipore) [17]. Ekstrakt z każdej odmiany czosnku wykonywano co najmniej trzykrotnie.

Za zdolności przeciwutleniające mogą odpowiadać różne mechanizmy, dlatego dokonana analiza powinna być kompleksowa [1].

Zawartość związków fenolowych

Zawartość związków fenolowych ogółem w badanych ekstraktach oznaczano spektrofotometrycznie, stosując odczynnik Folina-Ciocalteu'a (Sigma-Aldrich), zgodnie z metodą opisaną przez Fukumota i Mazzę [7], w modyfikacji Bozina i wsp. [3]. Do 300 μl wodnego ekstraktu z czosnku (100 mg/ml) dodawano 1,5 ml odczynnika Folina-Ciocalteu'a (1 : 10). Po 6 min dodawano 7,5 % Na_2CO_3 i inkubowano przez 2 h w temp. 20 ± 2 °C. Absorbancję prób mierzono przy długości fali $\lambda = 740$ nm. Zawartość związków fenolowych wyrażano w μg kwasu galusowego (GA) na g świeżej masy czosnku (ś.m.) użytego do sporządzenia ekstraktu.

Wygaszanie stabilnego wolnego rodnika DPPH•

Zdolność ekstraktów z czosnku do wygaszania wolnego rodnika DPPH• (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl) (Sigma-Aldrich) mierzono zgodnie z metodą, którą opisali Brand-Williams i wsp. [4]. Etanolewy roztwór DPPH• o stężeniu 25 mM, (absorbancja przy długości fali $\lambda = 517$ nm mniejsza niż 1) mieszano w stosunku 1 : 1 z rozcieńczonymi wodnymi ekstraktami z badanych prób czosnku (20, 10, 5, 2,5, i 1,25 mg/ml) i inkubowano w temp. 20 ± 2 °C przez 30 min, w ciemności. Próbkę kontrolną stanowiła równa objętość wody destylowanej. Po inkubacji dokonywano pomiaru absorbancji przy długości fali $\lambda = 517$ nm, za pomocą spektrofotometru UV-Vis Aqua-Mate (Thermo Scientific). Stopień neutralizacji rodnika DPPH• obliczano z równania: $\text{DPPH}\bullet [\%] = (1 - A_{\text{próby}} / A_{\text{kontroli}}) \times 100$.

Wygaszanie kationorodnika ABTS•+

Analizę wygaszania kationorodnika ABTS•+ (2,2-azynobis-3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian) wykonywano metodą Re i wsp. [21], w modyfikacji Bartosza [1]. ABTS (Sigma-Aldrich) rozpuszczano w buforze fosforanowym o pH = 7.4 i inkubowano w ciemności przez 16 h. Przed rozpoczęciem analizy roztwór ABTS•+ rozcieńczono tak, aby absorbancja przy długości fali $\lambda = 414$ nm wynosiła około 1. Następnie 0,98 ml roztworu ABTS•+ mieszano z 0,02 ml rozcieńczonych ekstraktów (2, 1,5, 1, 0,5 i 0,125 mg/ml), uzyskanych z badanych próbek czosnku. Po 10-minutowej inkubacji w temp. 20 ± 2 °C mierzono absorbancję przy długości fali $\lambda = 414$ nm i obliczano stopień wygaszania kationorodnika z równania: $\text{ABTS}\bullet+ [\%] = (1 - A_{\text{próby}} / A_{\text{kontroli}}) \times 100$.

Chelatowanie jonów żelaza(II)

Zdolność badanych ekstraktów do chelatowania jonów żelaza(II) określano, mierząc absorbancję kompleksu Fe^{2+} - ferrozyna przy długości fali $\lambda = 562$ nm. W obliczeniach korzystano z równania: chelatowanie Fe(II) [%] = $(1 - A_{\text{próby}} / A_{\text{kontroli}}) \times 100$. W tym celu do 0,5 ml ekstraktów o stężeniu 0,4, 0,2, 0,1, 0,05 i 0,025 mg/ml dodawano 3,7 ml H_2O oraz 0,1 ml 1 mM roztworu chlorku żelaza (Sigma-Aldrich). Reakcję inicjowano dodając do mieszaniny 0,2 ml 5 mM ferrozyny (Sigma-Aldrich), a następnie inkubowano ją przez 10 min w temp. 20 ± 2 °C [22].

Chelatowanie jonów miedzi(II)

Do 100 μl ekstraktu z czosnku (o rozcieńczeniu 2,5, 2, 1,5, 1 i 0,5 mg/ml) dodawano 500 μl 0,1-procentowego CuSO_4 (Chempur) oraz 400 μl buforu octanowego o pH = 5,6. Po 2 min dodawano 250 μl 4 mM wodnego roztworu pirokatecholu (Sigma-Aldrich) i inkubowano 10 min w temp. 20 ± 2 °C. Absorbancję prób mierzono przy długości fali $\lambda = 632$ nm. Próbę kontrolną stanowił bufor octanowy, a obliczenia wykonywano z równania [6]:

$$\text{chelataowanie Cu(II) [\%]} = (1 - A_{\text{próby}} / A_{\text{kontroli}}) \times 100$$

Badane ekstrakty analizowano również pod względem wartości IC₅₀ (ang. *half maximal inhibitory concentration*). Wartość IC₅₀ wyliczano z równania regresji liniowej, odnosząc stopień wygaszania wolnego rodnika DPPH• do zawartości związków fenolowych w badanym ekstrakcie. Wartość ta określa ilość przeciwutleniacza, przy której początkowe stężenie rodnika DPPH• zmniejsza się o 50 %, wyrażoną w μg związków fenolowych na 1 ml badanego ekstraktu.

Analiza statystyczna

Każde doświadczenie wykonywano w trzech powtórzeniach. W celu porównania wartości IC₅₀, charakteryzującej siłę wygaszania wolnych rodników DPPH• i ABTS•+ oraz chelatowania jonów Fe^{2+} i Cu^{2+} przez wodne ekstrakty z dwóch ocenianych prób czosnku zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA oraz test Tukeya ($p = 0,05$). Obliczenia przeprowadzono w programie GraphPad Prism 5.0.

Wzrost Saccharomyces cerevisiae w obecności wodnych ekstraktów z czosnku

Dwunastogodzinną hodowlę drożdży *Saccharomyces cerevisiae* rozcieńczano w pożywce YPD (ang. *Yeast Extract Peptone Dextrose* – ekstrakt drożdżowy, pepton, dekstroza) o składzie: 1 % ekstraktu drożdżowego, 2 % glukozy (Chempur), 2 % peptonu (Beckton Dickinson) do gęstości optycznej $\text{OD}_{600} = 0,300$. Do próbek zawierających 4,4 ml YPD dodawano po 100 μl przygotowanej zawiesiny drożdży o rozcień-

czeniu wynoszącym 10^{-5} oraz 500 μl ekstraktów z czosnku w odpowiednim rozcieńczeniu (1,25, 2,5, 5, 10 mg/ml). Do hodowli kontrolnych dodawano po 500 μl jałowej wody destylowanej. Drożdże hodowano w temp. 28 °C na wytrząsarce. Po 12, 24, 36 i 48 h mierzono spektrofotometrycznie gęstość optyczną hodowli (OD_{600}).

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono, że czosnek chiński charakteryzował się zbliżoną zawartością związków fenolowych (średnio 334,50 μg kwasu GA/g ś.m. czosnku), z tendencją do większej zawartości w porównaniu z czosnkiem polskim (średnio 320,80 μg kwasu GA/g ś.m. czosnku) – tab. 1. Przeciwutleniacze neutralizują rodnik DPPH• w procesie jednoelektronowej redukcji, czemu towarzyszy zmiana barwy zredukowanego rodnika. Obie badane próbki czosnku wykazały zdolność do wygaszania wolnego rodnika DPPH•. Wraz ze wzrostem stężenia badanych ekstraktów wzrastała efektywność wygaszania wolnych rodników. Czosnek chiński we wszystkich badanych stężeniach (1,25 ÷ 20 mg/ml) charakteryzował się wyższą zdolnością do neutralizowania rodnika DPPH• niż polska odmiana ‘Harnaś’ (rys. 1 A). Wartości IC_{50} ekstraktów różniły się istotnie (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość polifenoli oraz wartość IC_{50} odnosząca się do siły wygaszania rodników DPPH•, ABTS•+ i zdolności chelatowania jonów Fe^{2+} i Cu^{2+} przez wodne ekstrakty badanych odmian czosnku

Table 1. Content of polyphenols in and IC_{50} value ref. to DPPH• and ABTS•+ free radical scavenging activity and Fe^{2+} and Cu^{2+} ions chelating capacity by aqueous extracts of garlic varieties studied

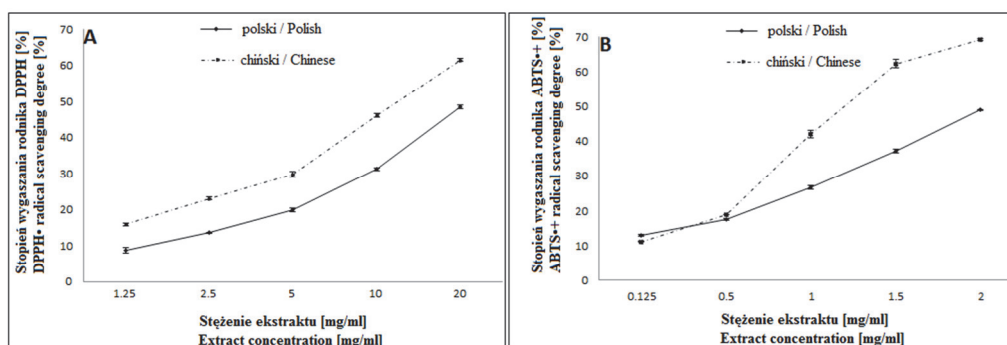
<i>Alium sativum</i> extracts	F	DPPH•	ABTS•+	Fe^{+2}	Cu^{+2}
		IC_{50} [$\mu\text{g}/\text{ml}$]	IC_{50} [$\mu\text{g}/\text{ml}$]	IC_{50} [$\mu\text{g}/\text{ml}$]	IC_{50} [$\mu\text{g}/\text{ml}$]
Polish	320,80 ± 1,94	6,52 ^b ± 0,06	0,68 ^b ± 0,01	0,04 ^a ± 0,03	1,09 ^a ± 0,19
Chinese	334,50 ± 2,38	4,63 ^a ± 0,05	0,43 ^a ± 0,01	0,10 ^b ± 0,02	1,57 ^b ± 0,11

Objaśnienia: / Explanatory notes:

F – zawartość związków fenolowych w μg kwasu galusowego/g ś.m. czosnku ± odchylenie standardowe / content of phenolics expressed in μg of gallic acid/1g of raw garlic ± standard deviation; wartość IC_{50} – wyrażono w μg związków fenolowych na 1 ml ekstraktu czosnku / IC_{50} value was expressed in μg of phenolics for 1ml of garlic extract; a, b – grupy homogenne w kolumnach, oznaczone na podstawie różnicy pomiędzy średnimi ($p \leq 0,05$) / homogenic groups in columns, determined based on difference between means ($p \leq 0.05$); n = 3.

Wodne ekstrakty z polskiego i chińskiego czosnku wykazywały wysoki potencjał redukujący kationorodnik ABTS•+, zależny od stężenia ekstraktów. W tym układzie eksperymentalnym silniejszym działaniem przeciwutleniającym charakteryzował się ekstrakt z czosnku chińskiego, który w stężeniach powyżej 0,5 mg/ml znacznie silniej

wygasał ABTS•+ niż ekstrakt z czosnku polskiego (rys. 1 B). Wartość IC50 ekstraktu z czosnku chińskiego wynosiła średnio 0,43 µg/ml i była istotnie niższa od wartości ekstraktu czosnku polskiego (średnio 0,68 µg/ml). Ponadto, niższe wartości IC50 uzyskane w przypadku kationorodnika ABTS•+ dowodzą, że ta metoda pomiaru zdolności przeciwrodnikowych jest znacznie czulsza niż metoda z użyciem rodnika DPPH• (tab. 1).

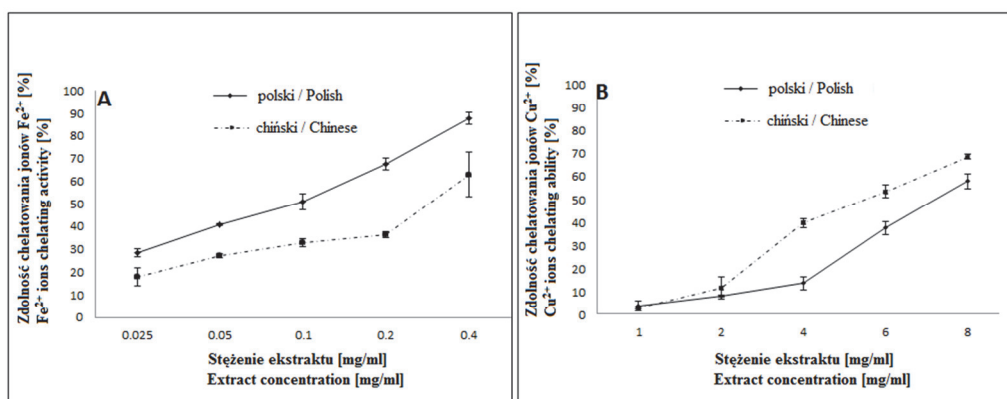


Rys. 1. Zdolność wygaszania rodnika DPPH• (A) i ABTS•+ (B) przez wodne ekstrakty z polskiego i chińskiego czosnku

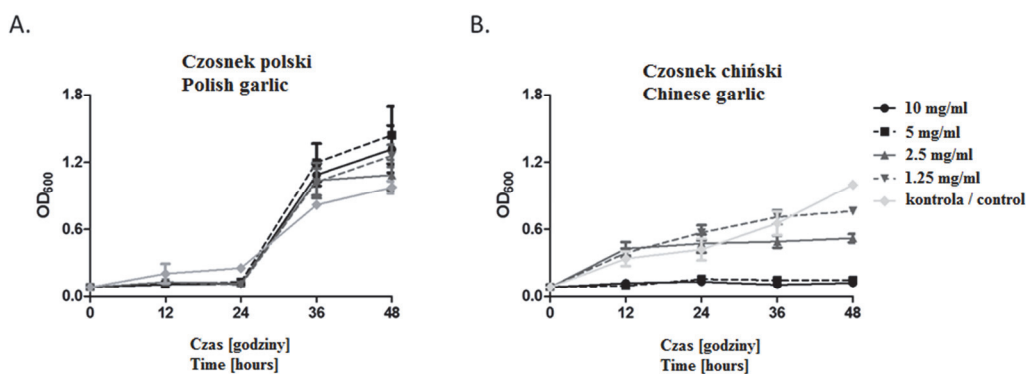
Fig. 1. Ability to scavenge free radicals of DPPH• (A) and ABTS•+ (B) by aqueous extracts of Polish and Chinese garlic

Kolejne działanie przeciwutleniaczy polega na zapobieganiu powstawaniu wolnych rodników w komórkach. Przykładem takiej reakcji jest synteza rodnika hydroksylowego przy udziale jonów metali prooksydacyjnych, takich jak żelazo lub miedź [1]. W celu określenia potencjału przeciwutleniającego wodnych ekstraktów z polskiego i chińskiego czosnku zmierzono ich zdolność do chelatowania jonów żelaza(II) w reakcji z ferrozyną. Oba badane ekstrakty zapobiegały tworzeniu się kompleksów Fe^{2+} – ferrozyna, co dowodzi, że związki w nich zawarte mają zdolność do chelatowania jonów żelaza(II). Zdolność ta wzrastała wraz ze wzrostem stężenia ekstraktów, przy czym wysoki stopień chelatowania jonów Fe^{2+} (20 ÷ 30 %) stwierdzano, stosując już małe stężenia badanego ekstraktu (0,025 mg/ml). Czosnek pochodzenia polskiego, w porównaniu z chińskim, charakteryzował się wyższą efektywnością chelatowania jonów Fe^{2+} (rys. 2 A). Pomiędzy wartościami IC50 badanych ekstraktów stwierdzono statystycznie istotne różnice ($p \leq 0,05$) – tab. 1. Uzyskane wartości IC50 w przypadku tego układu eksperymentalnego były najniższe, co może sugerować, że głównym mechanizmem przeciwutleniającego działania związków fenolowych zawartych w czosnku jest chelatowanie jonów żelaza(II). Ponadto, zarówno ekstrakty z czosnku polskiego, jak i z chińskiego, wykazywały zdolność do chelatowania jonów miedzi(II). Podobnie, jak w przypadku chelatowania jonów żelaza, zależność ta była uwarunkowana stężeniem ekstraktów. Przy stężeniach przekraczających 2 mg/ml ekstrakt

z czosnku pochodzenia chińskiego charakteryzował się wyższą efektywnością chelatowania jonów miedzi(II) (rys. 2 B). W przeliczeniu na zawartość związków fenolowych badane ekstrakty z czosnku polskiego charakteryzowały się istotnie niższą ($p \leq 0,05$) wartością IC50. Zjawisko to można wytłumaczyć różnicą zawartości związków fenolowych w badanych ekstraktach oraz ich zróżnicowaną efektywnością. Przeciwtleniacze już w niewielkim stężeniu wykazują efektywność neutralizacji wodnych rodników [11]. Właściwości przeciwtleniające ekstraktów roślinnych uzależnione są także od składu jakościowego związków fenolowych, których potencjał przeciwtleniający zależy od pozytywnego i negatywnego synergizmu składników aktywnych [12].



Rys. 2. Chelatowanie jonów Fe²⁺ (A), Cu²⁺ (B) przez wodne ekstrakty z polskiego i chińskiego czosnku
Fig. 2. Fe²⁺ (A) and Cu²⁺ (B) ions chelating by aqueous extracts of Polish and Chinese garlic



Rys. 3. Wyniki wzrostu *Saccharomyces cerevisiae* pod wpływem wodnych ekstraktów z polskiego (A) i chińskiego (B) czosnku

Fig. 3. Growth performance of *Saccharomyces cerevisiae* under the effect of aqueous extracts of Polish (A) and Chinese (B) garlic

W celu określenia aktywności przeciwgrzybiczej ekstraktów z polskiego i chińskiego czosnku zbadano ich wpływ na wzrost drożdży *Saccharomyces cerevisiae* (rys. 3). Ekstrakty z czosnku chińskiego o stężeniach 5 i 10 mg/ml całkowicie hamowały wzrost drożdży (rys. 3 B), natomiast wodny ekstrakt z czosnku polskiego nie wpływał na wzrost hodowli *Saccharomyces cerevisiae* w żadnym z badanych stężeń (rys. 3 A).

Wyniki niniejszych badań dowodzą, że czosnek pospolity (*Allium sativum* L.) uprawiany w różnych regionach geograficznych charakteryzuje się zróżnicowanym potencjałem przeciwutleniającym, odmienną cytotoksycznością wobec ludzkich fibroblastów skóry i hamowaniem wzrostu drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. Różnice w działaniu wodnych ekstraktów ze świeżego czosnku, pochodzącego z Polski oraz z Chin, świadczą o zróżnicowanej zawartości substancji biologicznie czynnych. Otrzymane wyniki są zgodne z danymi aktywności biologicznej różnych odmian *Allium sativum* w zależności od regionu geograficznego, z którego pochodzą [2, 5, 9, 14]. W Polsce uprawia się wiele odmian czosnku, ale warunki klimatyczne są zbliżone. Chiny to państwo obejmujące wiele krain geograficznych i kilka stref klimatycznych. Czosnek sprowadzany z Chin może więc charakteryzować się zróżnicowaną zawartością składników biologicznie aktywnych i właściwościami prozdrowotnymi, czego dowodzą badania prowadzone przez naukowców z tego kraju [5]. Należy pamiętać, że producenci żywności w Unii Europejskiej muszą stosować określone normy bezpieczeństwa. W polskich i światowych mediach pojawiały się liczne negatywne doniesienia, dotyczące jakości chińskich produktów żywnościowych. W ostatnich latach Chiny podjęły działania dotyczące poprawy standardów bezpieczeństwa żywności i dostosowania własnych regulacji do norm międzynarodowych, jednak proces ten z pewnością będzie długotrwały [13].

Wnioski

1. Wyższym potencjałem przeciwutleniającym, mierzonym zarówno zdolnością wygaszania wolnych rodników DPPH•, jak i ABTS•+ charakteryzował się wodny ekstrakt z czosnku chińskiego.
2. Ekstrakty z polskiego i z chińskiego czosnku wykazywały wysoką efektywność chelatowania jonów metali prooksydacyjnych. Ekstrakt z czosnku polskiego silniej chelatował jony żelaza(II), a ekstrakt z czosnku chińskiego wykazywał wyższą zdolność chelatowania jonów miedzi(II).
3. Wodny ekstrakt z czosnku chińskiego wpływał na hamownie wzrostu drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, natomiast ekstrakt z czosnku polskiego nie wykazywał takiego oddziaływania.

Literatura

- [1] Bartosz G.: The second face of oxygen. Free radicals in nature. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2009.
- [2] Beato V.M., Orgaz F., Mansilla F., Montaña A.: Changes in phenolic compounds in garlic (*Allium sativum* L.) owing to the cultivar and location of growth. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 2011, **66** (3), 218-223.
- [3] Bozin B., Mimica-Dukic N., Samojlik I., Goran A., Igic R.: Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food Chem.*, 2008, **111**, 925-929.
- [4] Brand-Williamis W., Cuvelier M., Berset C.: Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Sci. Technol.*, 1995, **28** (1), 25-30.
- [5] Chen S., Shen X., Cheng S., Li P., Du J., Chang Y., Meng H.: Evaluation of garlic cultivars for polyphenolic content and antioxidant properties. *PLoS ONE*, 2013, **8** (11), e79730.
- [6] Docker E.A., Welch B.: Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. *J. Agric. Food Chem.*, 1990, **38** (3), 674-677.
- [7] Fukumoto L., Mazza G.: Assessing antioxidant and pro-oxidant activities of phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, **44** (8), 3597-3604.
- [8] Baza Danych Handlu Zagranicznego, 070320 – Czosnek świeży lub schłodzony. Import rok 2012. GUS, Warszawa 2012.
- [9] Gorinstein S., Drzewiecki J., Leontowicz H., Leontowicz M., Najman K., Jastrzebski Z., Zachwieja Z., Barton H., Shtabsky B., Katrich E., Trakhtenberg S.: Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked Polish, Ukrainian, and Israeli garlic. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, **53** (7), 2726-2732.
- [10] Grajek W.: Rola przeciwutleniaczy w zmniejszeniu ryzyka wystąpienia nowotworów i chorób układu krążenia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1** (38), 3-11.
- [11] Halliwell B.: Antioxidants: the basics – what they are and how to evaluate them. *Adv. Pharmacol.*, 1997, **38**, 3-20.
- [12] Heo H.J., Kim Y.J., Chung D., Kim D.: Antioxidant capacities of individual and combined phenolics in a model system. *Food Chem.*, 2007, **104**, 87-92.
- [13] Jia C.H., Jukes D.: The national food safety control of China. A systematic review. *Food Control*, 2013, **32** (1), 236-245.
- [14] Khar A., Banerjee K., Jadhav M., Lawandea K.E.: Evaluation of garlic ecotypes for allicin and other allyl thiosulphinates. *Food Chem.*, 2011, **128** (4), 988-996.
- [15] Kopeć A., Piątkowska E., Leszczyńska T., Sikora E. Healthy properties of garlic. *Curr. Nutr. Food Sci.*, 2013, **9** (1), 59-64.
- [16] Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A.: Czosnek jako zioło kształtujące właściwości prozdrowotne. *Problem. Hig. Epidemiol.*, 2011, **92** (4), 810-812.
- [17] Lemar K.M., Turner M.P., Lloyd D.: Garlic (*Allium sativum*) as an anti-Candida agent: a comparison of the efficacy of fresh garlic and freeze-dried extracts. *J. Appl. Microbiol.*, 2002, **93** (3), 398-405.
- [18] Miller E., Malinowska K., Gałęcka E., Mrowicka M., Kędziora J.: Rola flawonoidów jako przeciwutleniaczy w organizmie człowieka. *Pol. Merk. Lek.*, 2008, **144** (14), 556-560.
- [19] OLAM: Onion & Garlic Crop Report WSC, Koczin, 2014.
- [20] Ramkissoon J.S., Mahomoodally M.F., Ahmed N., Subratty A.H.: Relationship between total phenolic content, antioxidant potential, and anti-glycation abilities of common culinary herbs and spices. *J. Med. Food.*, 2012, **15** (12), 1116-1123.
- [21] Re R., Pellegrini A., Proteggente A., Pannala M., Yang M., Rice-Evans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.*, 1999, **26** (9-10), 1231-1237.

- [22] Torres-Fuentes C., Alaiz M., Vioque J.: Affinity purification and characterisation of chelating peptides from chickpea protein hydrolysates. *Food Chem.*, 2011, **129** (2), 485-490.
- [23] Vaidya V., Ingold K.U., Pratt D.A.: Garlic – source of the ultimate antioxidants-sulfenic acids. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 2009, **48** (1), 157-160.
- [24] Volk G.: Phenotypic characteristics of ten garlic cultivars grown at different North American locations. *HortScience*, 2009, **44** (5), 1238-1247.

COMPARING SELECTED BIOLOGICAL PROPERTIES OF GARLIC (*ALLIUM SATIVUM* L.) FROM POLAND AND CHINA

S u m m a r y

Although there are numerous scientific publications to confirm health benefits of garlic and its preparations, only few data are available in the reference literature on the country-of-origin depending properties of that species. In this study, there were compared selected properties of aqueous extracts of the garlic from Poland (its variety is 'Harnaś') and from China (unknown variety), because the Chinese garlic is widespread and common in the Polish market. Compared to the aqueous extract of the Polish garlic, the aqueous extract of the Chinese garlic was characterized by a higher DPPH• and ABTS•+ free radical scavenging activity and by a higher ability to chelate Cu(II) ions. On the other hand, the substances contained in the aqueous extract of the Polish garlic chelated the Fe(II) ions more effectively. The assessment of anti-fungal properties of garlic against *Saccharomyces cerevisiae* yeast proved that the aqueous extract of the Chinese garlic stronger inhibited the growth of that yeast than the extract of the Polish variety. In summary, it may be concluded that the samples of garlic studied are characterized by diversified antioxidant and anti-fungal activities.

Key words: garlic, *Saccharomyces cerevisiae*, antioxidants, ion chelating ☒