

*Małgorzata Piecyk, Monika Orłowska, Elwira Worobiejska*

## ZAWARTOŚĆ LIKOPENU I POTASU A JAKOŚĆ HANDLOWA KONCENTRATÓW POMIDOROWYCH

Zakład Oceny Jakości Żywności Wydziału Nauk o Żywności  
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Kierownik: *dr hab. R. Wołosiak*

*Celem pracy było ocena zawartości likopenu oraz potasu w koncentratkach pomidorowych w odniesieniu do spełnienia wymagań jakości handlowej określonych prawnie dla tych produktów. Na podstawie badań stwierdzono znaczne różnice pod względem zawartości likopenu (19,8 do 41,5 mg%) i potasu (0,56-1,25mg%). Zdolność do inaktywowania wolnych rodników DPPH• przez składniki hydrofobowe wahała się w zakresie od 32,6 do 78,4 %. Jakość koncentratów była zgodna z wymaganiami prawnymi, ale stwierdzone duże zróżnicowanie w ilości likopenu i potasu wskazuje na użycie surowca o niższej jakości w dwóch tańszych koncentratkach.*

Hasła kluczowe: likopen, potas, barwa, DPPH•, aktywność przeciwrodnikowa.  
Key words: lycopene, potassium, color, DPPH•, antiradical activity.

Pomidory są źródłem wielu związków o dużej aktywności biologicznej, wśród których największą aktywność wykazuje likopen, ale są również bogatym źródłem innych karotenoidów, a także kwasu L-askorbowego, flawonoidów czy kwasów fenolowych (1, 2). Zawierają również błonnik pokarmowy oraz składniki odżywcze takie jak węglowodany czy pierwiastki, wśród których dominuje potas. Ze względu na dużą zawartość związków biologicznie aktywnych, zwłaszcza przeciwutleniaczy, często zaliczane są do żywności funkcjonalnej (3). W diecie przeciętnego konsumenta najczęściej obecne są świeże pomidory oraz ich przetwory tj. soki, koncentraty czy sosy. Dostarczana wraz z nimi ilość likopenu i innych składników biologicznie aktywnych zależy w dużym stopniu od jakości surowca np. zawartość karotenoidów w pomidorach jest uzależniona od takich czynników jak: warunki klimatyczne, nawożenie, czas zbioru (dojrzałość) oraz warunki przechowywania (1, 4). Z kolei obróbka termiczna nie wpływa znacząco na zawartość likopenu powodując jednak wzrost absorpcji likopenu w organizmie w porównaniu ze świeżymi pomidorami. Natomiast wpływa na znaczne obniżenie zawartości kwasu L-askorbowego (5, 6).

Zatem końcowa jakość koncentratu pomidorowego jest uzależniona od jakości surowca, w mniejszym stopniu od typu procesu technologicznego oraz od uczciwych praktyk producenta. W praktyce weryfikacja jakości tego produktu w ramach urzędowej kontroli sprowadza się do oceny cech sensorycznych, zgodności z deklaracją na opakowaniu, z wymaganiami prawnymi dotyczącymi zanieczyszczeń chemicz-

nych i mikrobiologicznych, oraz prawidłowości stosowania dodatków do żywności. Z kolei kryteria jakości koncentratu pomidorowego określone w standardzie *Kodeksu Żywnościowego* to przede wszystkim odpowiedni smak i zapach, barwa czerwona i jednorodna tekstura charakterystyczna dla produktu oraz pH poniżej 4,6 (7). Brak jest szczegółowych wymagań, uwzględniających skład koncentratów pomidorowych, co może powodować, że pomiędzy dostępnymi produktami na rynku może występować duże zróżnicowanie. W związku z powyższym celem pracy była ocena zawartości likopenu oraz potasu w koncentratkach pomidorowych w odniesieniu do spełnienia wymagań jakości handlowej określonych prawnie dla tych produktów.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły koncentraty pomidorowe pięciu wybranych marek – trzech uznanych (A, B i C) oraz dwóch tańszych (D i E). Badania obejmowały oznaczenia metodami znormalizowanymi: ekstraktu, cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy, kwasowości ogólnej i popiołu oraz wykonanie próby jakościowej na obecność sztucznych barwników. Ponadto w otrzymanym popiele po jego uprzednim rozpuszczeniu w 10% HCl, przeprowadzono oznaczenia zawartości potasu w fotometrze płomieniowym CIBA CORNING. Do oznaczenia ilości likopenu zastosowano metodę spektrofotometryczną (8), która polega na wyekstrahowaniu likopenu mieszaniną: BHT w acetonie, etanolu i heksanu (1:1:2) z badanej próbki i oznaczeniu go przez pomiar absorbancji przy  $\lambda=503$  nm w warstwie heksanu. Zawartość likopenu obliczano wykorzystując wartość współczynnika ekstynkcji likopenu w heksanie wynoszącą 3120 przy tej długości fali. Pomiar barwy wykonano aparatem MINOLTA CR-200 wyskalowanym na wzorec bieli. Zdolność inaktywacji rodników DPPH oznaczano w ekstraktach chloroformowych (9). Ocenę sensoryczną koncentratów pomidorowych przeprowadził 10-osobowy zespół zgodnie z zaleceniami PN-ISO 11035 (10). Oceniano barwę, konsystencję, smak i zapach. Oceniający, na odcinku prostej o dł. 10 cm (przyjętego następnie, jako 10 jednostek umownych), umieszczali znak w celu wskazania intensywności wrażenia. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu programu komputerowego Statistica 10PL, w której badano istotność różnic między średnimi wartościami w próbach stosując test Tukeya ( $p \leq 0,05$ ) oraz korelacje pomiędzy zawartością likopenu a parametrami opisującymi barwę.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Analizując wybrane parametry analizowanych koncentratów z wymaganiami prawnymi można zauważyć, że we wszystkich z nich występowała zgodność z deklaracją producenta na opakowaniu ( $30\% \pm 5\%$ ) (tab. I). Nie stwierdzono również niezgodności z wymaganiami Rozporządzenia w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych, ponieważ w żadnym z koncentratów nie stwierdzono obecności sztucznych barwników, których stosowanie w przetworach pomidorowych jest nie-  
dozwolone. Wszystkie koncentraty spełniały również wymagania zawarte w stan-

dardzie *Kodeksu Żywnościowego* odnośnie pH (7). Stwierdzono natomiast różnice między parametrami charakteryzującymi badane koncentraty, które nie są regulowane prawnie np. w udziale sumy cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy w ekstrakcie. W przypadku trzech koncentratów (A, B, C) udział cukrów w ekstrakcie zawierał się w przedziale 50,9–51,5% i był zbliżony do podawanego przez *Jacó-rzyńskiego* i wsp. (4), tj. 47,1–53,4%. Natomiast w dwóch pozostałych koncentratkach (D i E) był znacznie większy i wynosił 74,0 i 75,5%.

Tab e l a I. Skład chemiczny badanych koncentratów pomidorowych

Table I. Chemical composition of tomato pastes

Koncentrat pomidorowy/ tomato pasta	Ekstrakt/ extract (%)	C <sub>br+sacharoza</sub> */ ekstrakt C <sub>br+sacharoza</sub> */ extract (%)	Kwasowość g kwasu cytrynowego/ 100 g / Acidity g citric acid/ 100 g	pH	Popiół/ Ash g/100 g	Potas/ Potassium g/100 g
A	30,1 ± 0,1 <sup>a</sup>	51,5	2,18 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,38 ± 0,03 <sup>a</sup>	3,15±0,03 <sup>b</sup>	1,20 ± 0,00 <sup>c</sup>
B	30,2 ± 0,1 <sup>a</sup>	50,9	2,19 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,30 ± 0,02 <sup>b</sup>	3,29±0,11 <sup>b</sup>	1,25±0,00 <sup>d</sup>
C	28,4 ± 0,2 <sup>d</sup>	51,4	1,82 ± 0,01 <sup>c</sup>	4,53 ± 0,04 <sup>e</sup>	2,95±0,07 <sup>b</sup>	1,12±0,08 <sup>c</sup>
D	31,1 ± 0,0 <sup>b</sup>	75,5	1,92 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,80 ± 0,01 <sup>c</sup>	1,49±0,11 <sup>a</sup>	0,56±0,00 <sup>a</sup>
E	29,7 ± 0,1 <sup>c</sup>	74,0	1,86 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,98 ± 0,01 <sup>d</sup>	2,00±0,53 <sup>a</sup>	0,75±0,01 <sup>b</sup>

C<sub>br+sacharoza</sub>\* – suma cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy/ the total reducing sugars and sucrose

Różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne (p<0,05)

Mniejsze różnice między koncentratami występowały w ich kwasowości ogólnej, która mieściła się w zakresie 1,8 do 2,2 g kwasu cytrynowego/100 g koncentratu. Według normy PN-75/A 77601 (11) wycofanej w 2009 roku kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas cytrynowy w stosunku do ekstraktu powinna wynosić nie więcej niż 11,5 g/100 g. Wszystkie badane koncentraty spełniały to kryterium. Z kolei oznaczenia zawartości popiołu wykazały znaczne różnice między badanymi koncentratami. Według literatury średnia zawartość popiołu w koncentracie wynosi 2,7 % (12) i w trzech badanych koncentratkach jego zawartość była powyżej tej wartości natomiast w dwóch zdecydowanie poniżej tj. 1,49 i 2,00%. Tak duże różnice w zawartości popiołu znalazły odzwierciedlenie w zawartości potasu – pierwiastka występującego w znacznych ilościach w pomidorach. W koncentraty firm A, B i C jego zawartość była na zbliżonym poziomie tj. około 1,1 % co jest zgodne ze średnią zawartością tego pierwiastka w tych produktach (12), natomiast w dwóch zawartość ta była znacznie niższa (0,56–0,75%).

Oznaczona zawartość likopenu wskazuje również na znaczne zróżnicowanie między badanymi produktami (tab. II). W koncentracie C jego zawartość była najwyższa i wynosiła około 41 mg/100 g, podczas gdy w produkcie D była ponad dwukrotnie niższa (20 mg/100 g). *Hamulka* i *Wawrzyniak* (13) oznaczyły zawartość likopenu w koncentratkach pomidorowych o takim samym stopniu zagęszczenia, która wa-

hała się w granicach od 30,8–49,3 mg/100 g, w zależności od partii przetworzonych pomidorów, ich dojrzałości, odmiany i terminu zbiorów. Z kolei badania 21 koncentratów o zawartości ekstraktu 28–30°Bx dostępnych na rynku chorwackim wykazały większe zróżnicowanie bo zawartość likopenu mieściła się w szerszym zakresie od 3,80 do 49,46 mg/100 g (14). Zawartość tego składnika uzależniona jest przede wszystkim od jakości użytego surowca, ponieważ, jak wskazują badania, nie obserwuje się jego strat w trakcie procesu technologicznego (5). Z kolei w świeżych owocach pomidora zawartość tego barwnika waha się w dość szerokich granicach od 0,88 do 11,2 mg/100 g (8, 14).

Tabela II. Zawartość likopenu (mg/100 g), parametry barwy oraz inaktywacja rodników DPPH• przez składniki wyekstrahowane chloroformem

Table II. Lycopene content (mg/100 g), parameters of color and DPPH• radical scavenging activity in chloroformic extract

Próbka/ Sample	Likopen/ Lycopene (mg/100 g)	Zdolność dezaktywacji DPPH•/ ability to deactivate the DPPH• (%)	L	a*	a*/b*
A	39,3± 0,1 <sup>d</sup>	52,0± 0,4 <sup>c</sup>	30,4 ± 0,2 <sup>d</sup>	38,3±0,5 <sup>d</sup>	3,8±0,1 <sup>a</sup>
B	31,2± 1,7 <sup>c</sup>	78,4± 1,0 <sup>e</sup>	26,6 ± 0,2 <sup>a</sup>	31,3±0,4 <sup>ab</sup>	6,6±0,8 <sup>b</sup>
C	41,5± 0,1 <sup>d</sup>	56,3± 0,3 <sup>d</sup>	27,1 ± 0,3 <sup>a</sup>	33,7±0,7 <sup>c</sup>	6,3±0,1 <sup>b</sup>
D	19,8± 0,4 <sup>a</sup>	34,7± 2,8 <sup>b</sup>	28,0±0,2 <sup>b</sup>	30,6±0,4 <sup>a</sup>	4,7±0,3 <sup>a</sup>
E	23,4±1,3 <sup>b</sup>	32,6± 1,0 <sup>a</sup>	28,8±0,1 <sup>c</sup>	32,1±0,2 <sup>b</sup>	3,9±0,1 <sup>a</sup>

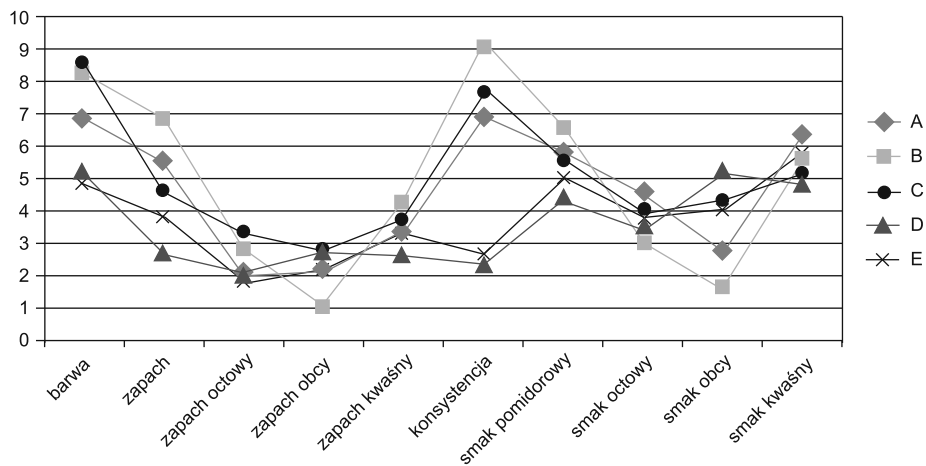
Różne litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotne ( $p < 0,05$ ).

Likopen i inne karotenoidy występujące w pomidorach są związkami hydrofobowymi o dużej aktywności przeciwutleniającej. Najsilniejszą aktywność wobec tych rodników wykazywały składniki ekstraktu otrzymanego z koncentratu firmy B (78,4%) (tab. I). Niższą aktywnością przeciwrodnikową charakteryzowały się składniki wyekstrahowane z koncentratów firmy A i C tj. około 56% (różnice nieistotne statystycznie), natomiast z koncentratów D i E miały dwa razy mniejszą zdolność inaktywacji rodników DPPH niż z koncentratu B.

Na podstawie wyników pomiarów barwy można zauważyć, że najintensywniejszą barwą czerwoną charakteryzował się koncentrat A ( $a^*=38,3$ ), a najmniej intensywną koncentrat D ( $a^*=30,6$ ). Na podstawie uzyskanych wyników analizy barwy i zawartości likopenu sprawdzano czy istnieje pomiędzy tymi parametrami zależność, ponieważ *Arias* ze współpracownikami (15) stwierdzili w swoich badaniach, że korelacja liniowa między  $a^*$  a zawartością likopenu w pomidorach wynosi  $R^2=0,82$  natomiast korelacja wykładnicza jest jeszcze silniejsza ( $R^2=0,96$ ). W analizowanych produktach zaobserwowano jedynie słabą współzależność ( $R^2=0,53$ ) współrzędnej trójchromatyczności odpowiadającej czerwonej barwie a ilością likopenu w produkcie. Nie stwierdzono również istotnej zależności między  $a^*/b^*$  a ilością likopenu, które według *Thomsona* i wsp. (16) w przypadku pomidorów są silne i dzięki temu pomiary barwy mogą być wykorzystane do niedestrukcyjnej oceny zawartości li-

kopenu w surowcu. W przypadku przetworów pomidorowych ich barwa może zależeć od parametrów przeprowadzonego procesu technologicznego. Wiadomo, że podczas procesów termicznych w wyniku reakcji odwodnienia z cząsteczek cukrów powstaje hydroksymetylofurfural, a jak wskazują badania w przypadku koncentratu pomidorowego zawartość tego związku zwiększa się wraz ze zwiększaniem stopnia zagęszczenia (17). Ponieważ proces technologiczny może wpływać na zmianę barwy i zależność między omawianymi parametrami nie jest tak silna w przypadku przetworów jak to ma miejsce w pomidorach.

Wśród określonych w standardzie *Kodeksu Żywnościowego* kryteriów jakości koncentratu pomidorowego najważniejsze miejsce zajmują cechy sensoryczne tj. odpowiedni smak i zapach, barwa czerwona i jednorodna tekstura charakterystyczna dla produktu (7). Uzyskane rezultaty analizy sensorycznej w odniesieniu do barwy są w większości zgodne z badaniami przeprowadzonymi za pomocą aparatu Minolta, ponieważ najwyżej oceniono barwę koncentratu B i C, w których stosunek ilościowy  $a^*$  do  $b^*$  miał największą wartość (ryc. 1). Z kolei smak kwaśny oceniono najwyżej w koncentracie A, mimo że pH tego produktu wynosiło 4,38, ale charakteryzował się on niską zawartością cukrów, co mogło wpłynąć na silniejsze odczucie kwasowości. Z kolei koncentrat D charakteryzował się mało intensywnym smakiem kwaśnym, chociaż jego pH wynosiło 3,80 i było najniższe wśród wszystkich badanych produktów, co mogło wynikać z bardzo dużego udziału cukrów bezpośrednio redukujących i sacharozy w ekstrakcie ogólnym.



Ryc. 1. Wyniki oceny sensorycznej koncentratów pomidorowych.

Fig. 1. Results of sensory evaluation of tomato pastes.

Podsumowując najbardziej intensywną barwą czerwoną, gęstą konsystencją i kwaśnym smakiem charakteryzował się koncentrat B, natomiast najslabiej oceniony został koncentrat D, w którym najniżej oceniono barwę, konsystencję, smak i zapach pomidorowy.

## WNIOSKI

1. Badane koncentraty spełniały wymagania jakościowe określone w przepisach prawnych tj. wykazywały zgodność z deklaracją i nie użyto w ich produkcji sztucznych barwników.
2. Stwierdzono duże różnice w ilości likopenu (19,8 do 41,5 mg%) i potasu (0,56–1,25 mg%) oraz zdolności do inaktywowania wolnych rodników DPPH<sup>•</sup> przez składniki hydrofobowe (32,6 do 78,4%).
3. Koncentraty tańszych marek, pomimo spełnienia wymagań, charakteryzowały się małą zawartością likopenu i potasu oraz uzyskały niższe noty w ocenie sensorycznej, co wskazuje na użycie w ich produkcji surowca o gorszej jakości niż w przypadku pozostałych koncentratów.
4. Wyniki instrumentalnej oceny barwy nie były skorelowane z zawartością likopenu, co wskazuje, że nie można jej wykorzystać do szybkiej oceny zawartości likopenu w koncentratkach.

M. Piecyk, M. Orłowska, E. Worobiej

THE CONTENT OF LYCOPENE AND POTASSIUM AND COMMERCIAL QUALITY OF TOMATO PASTES

Summary

The aim of the study was the estimation of the amount of lycopene and potassium in tomato pastes and regarding the fulfilment of requirements quality determined legally for these products. On the base of research significant differences were stated in terms of the amount lycopene (19.8 do 41.5 mg %) and potassium (0.56–1.25 mg%). The ability to inactivate the free DPPH<sup>•</sup> radicals by hydrophobic compounds ranging within 32.6–78.4%. The quality of the pastes, complies with the legal requirements, but found a large variation in the amount of lycopene and potassium indicates the use of raw materials of lower quality in two lower-priced pastes.

PIŚMIENNICTWO

1. George B., Kaur Ch., Khurdiya D.S., Kapoor H.C.: Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. *Food Chem.*, 2004; 84: 45-51.
2. Abushita A.A., Daood H.G., Biacs P.A.: Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J. Agric. Food Chem.*, 2000; 48(6): 2075-2081.
3. Canene-Adams K., Campbell J. K., Zaripheh S., Jeffery E. H., Erdman J. W.: The tomato as a functional food. *J. Nutr.*, 2005; 135(5): 1226-1230.
4. Jacórzynski B., Matuszewska I., Barylko-Piekielna N., Radzanowska J., Zawadzka L.: Wpływ surowca na jakość przetworów spożywczych. Cz II. Przeciery, soki, koncentraty pomidorowe. *Przemysł Spożywczy*, 1991; 12: 315-319.
5. Nguyen M. L., Schwartz, S. J.: Lycopene stability during food processing. *Exp. Biol. Med.*, 1998; 218(2): 101-105.
6. Podśędek A., Sosnowska D., Anders B.: Antioxidative capacity of tomato products. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003; 217: 296-300.
7. Codex Standard for processed tomato concentrates (Codex Stan 57-1981).
8. Rao A. V., Waseem Z., Agarwal S.: Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Res. Internat.*, 1998; 31(10): 737-741.
9. Saint-Cricq de Gaulejac N., Provost C., Viras N.: Comparative study of polyphenol scavenging activities assessed by different methods. *J. Agric Food Chem.*, 1999; 47(2): 425-431.
10. PN-ISO 11035 (Analiza sensoryczna – Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalenia profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych).
11. PN-75/A 77601: Przetwory warzywne. Koncentrat pomidorowy.
12. Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele składu i wartości odżywczej żywności, 2006, PZWL. Warszawa. –

13. *Hamulka J., Wawrzyniak A.*: Likopen i luteina-rola prozdrowotna i ich zawartość w produktach. 2004, Wyd. SGGW, Warszawa. – 14. *Marković K., Hruškar M., Vahčić N.*: Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians. *Nutr. Res.*, 2006; 26(11): 556-560. – 15. *Arias R., Lee T., Logendra L., Janes H.*: Correlation of lycopene measured by HPLC with the L\*, a\*, b\* color reading of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content, *J. Agric. Food Chem.*, 2000; 48: 1697-1702. – 16. *Thompson K. A., Marshall M. R., Sims C. A., Wei C. I., Sargent S. A., Scott J. W.*: Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *J. Food Sci.*, 2000; 65(5): 791-795. – 17. *Porreta S., Sandei L.*: Determination of 5-(hydroxymethyl)-2-furfural (HMF) in tomato products: proposal of a rapid HPLC method and comparison with the colorimetric method. *Food Chem.*, 1991; 39: 51-57.

Adres: ul. Nowoursynowska15c, 02-787 Warszawa