

# Funkcjonalny i pocrzepiający napój kombucza – właściwości prozdrowotne i bezpieczeństwo zdrowotne

## Functional and refreshing kombucha drink – health benefits and health safety

BOŻENA WASZKIEWICZ-ROBAK<sup>1/</sup>, ELŻBIETA BILLER<sup>1/</sup>, KLAUDIA KULIK<sup>2/</sup>, MACIEJ BAZARNIK<sup>2/</sup>,  
MIECZYŚLAW W. OBIEDZIŃSKI<sup>1/</sup>

<sup>1/</sup> Instytut Technologii Żywności i Gastronomii, Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

<sup>2/</sup> Zakład Żywności Funkcjonalnej i Towaroznawstwa, SGGW w Warszawie

Kombucza jest fermentowanym, lekko kwaśnym napojem otrzymanym w wyniku fermentacji słodkiej herbaty przez specjalnie przygotowaną symbiotyczną kulturę drożdży (SCOBY – Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) i bakterii kwasu octowego. Do produkcji kombuczy można stosować zarówno herbatę zieloną, jak i fermentowaną (żółtą, czerwoną, czarną), jednak herbata czarna i cukier biały (sacharozę) uważane są za składniki tradycyjne i równocześnie za najlepsze, warunkujące właściwy skład gotowego napoju oraz prozdrowotne oddziaływanie. Podczas fermentacji naparu słodkiej herbaty w największej ilości wytwarzany jest kwas glukonowy, a następnie kwas octowy oraz szereg innych związków bioaktywnych, które pozytywnie wpływają na organizm człowieka. Dane literaturowe wskazują, że napój kombucza wykazuje właściwości detoksykacyjne, chemoprewencyjne, przeciwutleniające, antymikrobiologiczne i przeciwgrzybicze oraz ogólnie wzmacniające. Jednak pozytywne oddziaływanie na organizm człowieka oraz bezpieczeństwo spożywania kombuczy nie jest dostatecznie ugruntowane w badaniach naukowych. Z tego względu napój ten powinien być traktowany jedynie jako napój odżywczy, uzupełniający dietę w składniki bioaktywne, zachowując jednak ostrożność, ponieważ po wypiciu kombuczy odnotowywano działania niepożądane.

**Słowa kluczowe:** fermentowany napój, kombucza, kultury starterowe SCOBY, właściwości prozdrowotne, bezpieczeństwo spożycia

Kombucha is a fermented, slightly sour drink obtained by the fermentation of sweet tea through a specially prepared symbiotic starter culture called SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). SCOBY is made up of special strains of yeast and acetic acid. For the production of kombucha one can use both green and fermented tea (yellow, red or black), however only black tea is considered to be a traditional ingredient that determines proper composition and health benefits of the drink. During the fermentation of sweet tea brew one can observe the highest production of gluconic acid, then acetic acid and a range of other bioactive compounds that have positive influence on the human body. According to the literature data the kombucha drink has detoxifying, chemo-preventive, antioxidant, anti-microbial, anti-fungal and generally strengthening properties. However, positive influence on the human body and the safety of kombucha consumption have not been satisfactorily established in scientific studies. Therefore, this drink should only be treated as a refreshment supplementing the diet with bioactive ingredients and used with caution, because after drinking kombucha adverse effects may occur.

**Key words:** fermented beverages, kombucha drink, SCOBY starter cultures, health benefits, health safety

© Probl Hig Epidemiol 2016, 97(4): 335-340

www.phie.pl

Nadesłano: 31.05.2016

Zakwalifikowano do druku: 20.10.2016

**Adres do korespondencji / Address for correspondence**

prof. dr hab. inż. Bożena Waszkiewicz-Robak  
Instytut Technologii Żywności i Gastronomii  
Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości  
ul. Akademicka 14, 18-400 Łomża  
tel. 600 45 49 89, e-mail: bwaszkiewicz@pwsip.edu.pl

## Wprowadzenie

Kombucza pochodzi z północno-wschodnich Chin (Mandżurii), gdzie ok. 220 r. p.n.e., tj. w czasie panowania dynastii Tsin Ling Chi była ceniona jako napój o właściwościach energetyzujących i oczyszczających organizm. Nazwa napoju pochodzi z połączenia dwóch słów: *Kombu* (imienia koreańskiego lekarza, który w 414 r. n.e. sprowadził napój do Japonii i stosował go w leczeniu problemów trawiennych cesarza Inkyo) i *Cha* oznaczającego w języku japońskim 'napój'. Kombucza była bardzo popularnym napojem szczególnie

w Chinach, Japonii, Korei i Rosji, a także w Afryce Północnej. Początkowo o tradycyjnej nazwie Mo-Gu [1]. Do Europy Wschodniej dotarła pod nazwą kwas Cainii, grzyb Cainii, japoński grzyb, a następnie kombucza. Na przełomie XIX i XX w. pod nazwą *Heldenpilz* (*Kombuchaschwamm*) dotarła do Europy Zachodniej, przede wszystkim do Niemiec. Do Francji sprowadzono ją w 1950 r. pod nazwą *Funkochinese*, a w 1960 r. w Szwajcarii uznano jako napój przynoszący podobne korzyści zdrowotne, jak w przypadku picia jogurtu [2].

## Charakterystyka kombuczy – fermentowanego napoju herbacianego

Kombucza, to fermentowany, lekko kwaśny napój otrzymany w wyniku fermentacji słodkiej herbaty przez specjalnie przygotowaną symbiotyczną kulturę drożdży i bakterii kwasu octowego, tzw. SCOBY (*Symbiotic Cultures of Bacteria and Yeasts*). SCOBY dodana do posłodzonej herbaty inicjuje fermentację, w wyniku której powstaje wiele różnych nowych związków uznanych jako bioaktywne. Kolonij bakterii tworzą bakterie kwasu octowego: *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter xylinoides* lub *Bacterium gluconicum* [2] lub *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Gluconobacter oxydans* [3]. Bakterie te pod powierzchnią kultury starterowej, czyli tzw. grzybka-matki (*Mother SCOBY*) inicjują powstawanie nowego grzybka tzw. grzybka-córki (*Baby SCOBY*), poprzez wytwarzanie celulozy w formie specyficznej siatki, która zasiedlana jest przez namnażające się drobnoustroje należące do grupy SCOBY [4]. Powstający nowy grzybek-córka po oddzieleniu i umyciu od napoju staje się nową kulturą starterową. Sfermentowana herbata po oddzieleniu od kultury starterowej nazywana jest brzeczką herbacianą [5]. Kolonij drożdży tworzą szczepy: *Bruxellensis brettanomyces*, *Stellata candida*, *Torulaspora delbrueckii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Zygosaccharomyces bailii*. Chen i Liu [6] podają, że wśród drożdży należy także wymienić: *Saccharomyces ludwigii*, *Zygosaccharomyces rouxii*, *Candida* sp. czy *Pichia membranaefaciens*.

Kompozycja SCOBY używana do produkcji kombuczy może być zmienna i zależy od warunków geograficznych i klimatycznych oraz lokalnie dostępnych gatunków drożdży i bakterii [7]. Drobnoustroje te muszą być tak dobrane, aby hamowały wzrost niekorzystnych bakterii uznawanych za potencjalne zanieczyszczenie [8]. Standardowa procedura otrzymywania kombuczy polega na [opracowanie własne za: 2, 9-11]:

- przygotowaniu naparu (gotowaniu w czasie ok. 15 min) z suchych liści herbaty (ok. 6 g/litr wody) i sacharozy (10-15%) lub miodu (w ilości ok. 100 g/litr);
- odcedzeniu fusów i chłodzeniu naparu do temp. pokojowej (20-30°C);
- zaszczepieniu naparu kulturą starterową w ilości ok. 24 g SCOBY/1 liter napoju;
- fermentacji – najczęściej 10-12 dni w temp. 18-26°C
- przerywaniu fermentacji poprzez usunięcie grzybka z breczki herbacianej, a następnie wirowaniu i filtrowaniu napoju;
- przechowywaniu gotowego napoju kombucza w stanie schłodzonym (4-5°C).

Podczas procesu fermentacji, pH napoju obniża się ponieważ wzrasta zawartość kwasów organicznych [12]. Niskie pH napoju wynika m.in. z zawartości kwasu octowego i etanolu. Związki te wykazują wła-

ściwości przeciwbakteryjne, dzięki czemu hamują wzrost innych drożdży, bakterii i grzybów, zapewniając w ten sposób ochronę napoju przed powstawaniem niekorzystnych związków, które stanowiłyby zanieczyszczenia [13].

Do produkcji kombuczy można stosować zarówno herbatę zieloną, jak i fermentowaną (żółtą, czerwoną, czarną). Jednak herbata czarna i cukier biały (sacharoza) uważane są za składniki tradycyjne i równocześnie za najlepsze, warunkujące właściwy skład gotowego napoju oraz prozdrowotne oddziaływanie. Smak kombuczy opisywany jest jako przyjemnie kwaśny, lekko owocowy, delikatnie musujący, który po kilku dniach przechowywania staje się podobny do smaku octu winnego [14].

Drożdże prowadzą fermentację sacharozy, rozkładając ją do glukozy i fruktozy. Glukoza jest przekształcana przez drożdże do etanolu i dwutlenku (ditlenku) węgla, który nadaje charakter lekko musującego napoju. Powstający etanol jest utleniany przez bakterie kwasu octowego *Acetobacter* do aldehydu octowego i kwasu octowego. Funkcją tych bakterii jest również utlenianie glukozy do kwasu glukonowego i glukuronowego [15].

Oprócz tego glukoza podczas fermentacji prowadzonej przez *Acetobacter xylinum* jest wykorzystywana do syntezy celulozy [1]. Proces fermentacji z wykorzystaniem odpowiednich kultur starterowych indukuje syntezę witamin z grupy B i kwasu foliowego [4]. W napojach kombuczy stwierdzono również składniki mineralne pochodzące głównie z herbaty (potas, mangan, jony fluorkowe), witaminy (E, K, B), aminokwasy (zwłaszcza teanina, pochodna glutaminy), jak również inne związki, które powstają wskutek licznych reakcji podczas fermentacji herbaty, np. podczas utleniania związków polifenolowych, w efekcie czego powstają katechiny, flawonoidy i inne związki o prozdrowotnym oddziaływaniu na organizm [9].

Kombucza jest napojem o specyficznej jakości sensorycznej z dominującym smakiem i zapachem drożdżowym (fermentacyjnym) [10]. Napój zawiera niewiele cukrów ogółem i cukrów bezpośrednio redukujących, a wysoki ekstrakt ogółem wynika z zawartości różnych kwasów organicznych powstających podczas fermentacji. Jest to napój hipertoniczny o wysokiej osmolalności wynoszącej 437 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, przez co nie powinien być polecany jako napój gaszący pragnienie, lecz jako napój odżywczy lub regeneracyjny [10, 16-17].

## Składniki bioaktywne kombuczy

Analiza chemiczna napoju kombucza przeprowadzona przez wielu autorów wykazała obecność w nim [2, 6, 18, 19]:

- różnych kwasów organicznych, takich jak: octowy, glukonowy, glukuronowy, L-mlekowy, cytrynowy,

jabłkowy, winowy, malonowy, szczawiowy, bursztynowy, pirogronowy

- cukrów, takich jak: sacharoza, glukoza i fruktoza
- witamin: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> oraz C
- 14 aminokwasów, amin biogennych i puryn
- barwników, lipidów, białka, niektórych enzymów hydrolitycznych
- etanolu, dwutlenku węgla, fenolu
- niektórych związków polifenolowych charakterystycznych dla herbaty
- a ponadto metabolitów drożdży i bakterii.

Skład fermentowanego napoju herbacianego zmienia się w czasie prowadzonej fermentacji, co pozwala na uzyskiwanie napoju nie tylko o znaczącym smaku i aromacie, ale także o zaprojektowanej zawartości składników bioaktywnych [6]. Podczas fermentacji kombuczy w największej ilości wytwarzany jest kwas glukonowy, a następnie kwas octowy. Dane literaturowe wskazują, że zawartość kwasu octowego w napoju zależy od rodzaju podłoża, tj. rodzaju i ilości cukru oraz herbaty suchej, a także od czasu trwania fermentacji. Chen i Liu [6] wydłużając czas fermentacji napoju słodzonego cukrem (10%) do 30 dni uzyskali najwyższą zawartość kwasu octowego wynoszącą 11 g/l. Z kolei Jayabalan i wsp. [18] stwierdzili, że zawartość kwasu octowego jest w dużym stopniu zależna od ilości suchej herbaty użytej do sporządzenia naparu początkowego. Istotny jest także rodzaj zastosowanego cukru. Malbasa i wsp. [20, 21] otrzymywali kombuczę z naparu herbaty słodzonej melasą. Kwas octowy w tych napojach wytwarzany był w ilości około o połowę mniejszej niż w przypadku fermentacji napoju prowadzonej w tych samych warunkach, lecz słodzonego sacharozą. Fakt ten tłumaczono opóźnieniem wzrostu bakterii octowych w obecności melasy.

Bakterie *Acetobacter xylinum* są niezbędne do produkcji celulozy, która stanowi zaczątek nowego grzybka-córki. Wytworzona przez te bakterie siatka celulozowa zasiedlana jest przez drobnoustroje żyjące w ścisłej symbiozie tworząc nową kulturę SCOBY. Najwyższą wydajność wzrostu tych bakterii podczas fermentacji, a tym samym najlepsze właściwości wytwarzanej siatki celulozowej zaobserwowano wówczas, gdy fermentacja trwała 8 dni, a początkowe stężenie sacharozy w naparze wynosiło 90 g/l [22].

Jednym ze składników charakterystycznych dla kombuczy opisywanych w literaturze jest kwas glukuronowy. Jest to pochodna glukozy, która bierze udział w procesach detoksykacji (biotransformacji ksenobiotyków). Według danych podawanych w literaturze, kwas glukuronowy łączy się w wątrobie z ksenobiotykami i innymi słabo rozpuszczalnymi metabolitami tworząc glukuronidy, które wydalane są z moczem. Stąd też jednym z zastosowań kombuczy jest pomoc w oczyszczaniu organizmu z ksenobiotyków, co ważne jest szczególnie w przypadku dny mo-

czanowej, reumatyzmu czy zapaleniu stawów. Należy zaznaczyć, że przy spożywaniu kombuczy zaleca się picie większych ilości wody, aby ułatwić eliminację toksyn z organizmu. Kombucza zawiera także kwas L-mlekowy, który systematycznie spożywany powoduje obniżenie pH krwi, przywraca równowagę kwasowo-zasadową organizmu [16], a także wykazuje łagodne działanie przeczyszczające, zapobiegając w ten sposób zaparciom [11].

### Oddziaływanie kombuczy na zdrowie człowieka

Kombucza to napój polecany szczególnie dla osób starszych w celu pokrzepienia i wzmocnienia organizmu. Dzięki powstającym podczas fermentacji różnym związkom bioaktywnym (przede wszystkim kwasom organicznym, witaminom, związkom polifenolowym oraz składnikom mineralnym) napój ten charakteryzuje się właściwościami orzeźwiającymi, detoksykacyjnymi oraz korzystnie wpływającymi na pracę jelit (w zaparciach). Wzmacnia odporność organizmu szczególnie na czynniki stresujące pochodzenia biologicznego, poprawia metabolizm węglowodanów i gospodarkę lipidową krwi [1, 18, 23].

W badaniach na myszach stwierdzono, że podawanie kombuczy *ad libitum* przez 3 lata zapewnia im nie tylko dłuższe życie w porównaniu do zwierząt z grupy kontrolnej, ale także poprawia ich kondycję fizyczną i efekty behawioralne [24].

W badaniach z udziałem zwierząt (szczury, myszy) i z wykorzystaniem linii komórkowych (izolowanych hepatocytów mysich), wykazano, że kombucza wykazuje właściwości detoksykacyjne. Jej spożycie zapobiega lub łagodzi zmiany fizjologiczne i uszkodzenia wątroby indukowane przez różne zanieczyszczenia, m.in. czterochlorek węgla [25], aflatoksyny B<sub>1</sub> [26], chlorek kadmu [27], TBHP (*tert*-butyl hydroperoxide) [28] czy nadmiernie spożywany Paracetamol [29, 30].

Właściwości chemoprewencyjne wynikają z zawartości w kombuczy związków polifenolowych i produktów ich rozkładu powstających podczas fermentacji napoju. Wyniki wielu badań [24, 31-33] wskazują na możliwy mechanizm hamujący lub spowalniający zmiany nowotworowe.

Stwierdzono, że kombucza sprzyja: hamowaniu mutacji genu wywołującego zmiany nowotworowe, hamowaniu proliferacji komórek rakowych, indukcji apoptozy komórek rakowych oraz hamowaniu przerzutów. Antyproliferacyjne działanie kombuczy zależy od rodzaju surowca, z którego została wytworzona oraz od technologii produkcji napoju, a pośrednio od rodzaju i ilości składników bioaktywnych zawartych w danym surowcu [34].

Właściwości przeciwutleniające kombuczy sprzyjają uzyskaniu wielu korzyści zdrowotnych, takich jak: hamowanie wzrostu komórek nowotworowych, wzmocnienie odporności organizmu, łagodzenie stanów zapalnych, w tym zapalenia stawów. Aktywność ta związana jest z głównie z zawartością związków polifenolowych, witaminy C oraz kwasu glukuronowego [2, 35].

Aktywność przeciwutleniająca kombuczy jest zróżnicowana w zależności od rodzaju i składu naparu herbaty przed fermentacją, składu kultury SCOBY, która określa charakter powstających metabolitów i warunkuje rodzaj powstających produktów przemian związków polifenolowych. Właściwości przeciwutleniające zależą także od czasu prowadzenia fermentacji. Nie zaleca się jednak prowadzenia długotrwałej fermentacji z uwagi na powstające kwasy organiczne, których nadmierna ilość może stanowić zagrożenie zdrowotne [36].

Aktywność antymikrobiologiczna kombuczy sprawdzana była wobec wielu patogennych organizmów, tj.: *Staphylococcus aureus*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus epidermiae*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Helicobacter pylori*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* [37]. Stwierdzono, że są wrażliwe na związki zawarte w napoju, przede wszystkim na kwas octowy, któremu przypisuje się efekt hamujący rozwój wielu drobnoustrojów, a także na inne kwasy organiczne, katechiny, enzymy białkowe oraz tiaminę [12, 13].

Typowy napój kombucza wykazuje także działanie przeciwwgrzybiczne w stosunku do *Microsporium canis* [38].

Kwas octowy i katechiny hamują większość bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych [13]. Ilość kwasu octowego powstającego w czasie fermentacji oraz zawartość związków polifenolowych w gotowym naparze zależy od składu napoju poddawanego fermentacji. Warto wspomnieć, że właściwości antymikrobiologiczne kombuczy w dużej mierze zależą od stężenia składników naparu, który poddany był fermentacji (udział surowca roślinnego i sacharozy). Udział tych składników wpływa na ilość wytworzonego kwasu octowego [17], który w dużej mierze warunkuje właściwości przeciwbakteryjne [39].

### Bezpieczeństwo spożycia kombuczy i działania niepożądane

Wyniki kompleksowych badań mikrobiologicznych i biochemicznych kombuczy przeprowadzonych w 1995 r. nie budziły zastrzeżeń w zakresie jej bezpieczeństwa zdrowotnego [15]. Vijayaraghavan i wsp. [40] badali toksyczność kombuczy podając

szczurom napój przez 90 kolejnych dni. W okresie trwania doświadczenia nie zaobserwowano żadnych negatywnych objawów. Także po jego zakończeniu badane wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi zwierząt również były prawidłowe.

Podobne badania prowadzili Pauline i wsp. [41], którzy podawali szczurom napój 3 razy dziennie przez 15 dni stosując zróżnicowane porcje (kontrolną oraz 5 i 10 razy większą niż kontrolna). Po zakończeniu doświadczenia badane wskaźniki hematologiczne i biochemiczne krwi oraz histopatologiczne wątroby także były prawidłowe.

Do chwili obecnej nie prowadzono badań określających toksyczność napoju dla ludzi. Na modelu ludzkim nie prowadzono także badań potwierdzających korzystne oddziaływanie kombuczy na zdrowie. Natomiast opisywane są przypadki występowania u ludzi reakcji niepożądanych, kojarzonych ze spożyciem kombuczy, np. objawy:

- kwasicy mleczanowej [34]
- uszkodzenia wątroby (z objawami żółtaczki) oraz przypadki alergii skórnych i wysypek, nudności, wymiotów, bólu głowy i szyi [2]
- zatrucia barwnikami [42] i metalami ciężkimi [43] przechodzącymi z naczyń ceramicznych lub innych do napoju, np. wskutek interakcji z kwasami organicznymi zawartymi w napoju
- ostrej niewydolności nerek, kwasicy mleczanowej i hipertermii w ciągu 15 godzin od spożycia kombuczy – przypadek u 22-letniego HIV-pozytywnego mężczyzny [34]
- zatrucia ołowiem i niedokrwistości (ołów pochodził z naczyń, które było używane do przechowywania kombuczy) [44].

Wszystkie omówione wyżej przypadki miały charakter sporadyczny, bez wyraźnego powiązania ich wystąpienia po spożyciu kombuczy. Pomimo, że nie udowodniono bezpośredniego związku między spożyciem fermentowanej herbaty kombuczy a opisanymi wyżej dolegliwościami, zaleca się ostrożność w spożywaniu tego napoju, szczególnie wtedy, gdy napój przygotowywany jest w warunkach domowych [40, 45]. Wielokrotnie bowiem była kwestionowana jakość kombuczy produkowanej w niekontrolowanych warunkach. Na przykład wskutek stwierdzonych niehigienicznych warunków produkcji napoju kombucza stwierdzono obecność niekorzystnych bakterii rodzaju *Bacillus* [46]. Po opisanym przypadku ostrej niewydolności nerek, kwasicy mleczanowej i hipertermii kojarzonym ze spożyciem kombuczy, Gamundi i Valdivia [42] określili spożywanie napojów kombucza przez pacjentów zakażonych HIV jako duże ryzyko. Ze względu na zbyt małą liczbę badań, kombucza powinna być przeciwwskazana do spożycia przez kobiety w ciąży i matki karmiące [2].

## Podsumowanie

Kombucza jest napojem znanym, ale jego propagowane, prozdrowotne oddziaływanie na organizm człowieka oraz bezpieczeństwo spożywania nie jest dostatecznie ugruntowane w badaniach naukowych. Jest napojem o zmiennym składzie, otrzymywanym przy zróżnicowanych parametrach technologicznych. Wynika to z braku:

- jednolitych procedur związanych z doбором składu kultury symbiotycznej SCOBY
- rekomendowanego rodzaju surowców wyjściowych

- określonych warunków prowadzenia fermentacji uwzględniających rodzaj surowca oraz skład kultur starterowych SCOBY.

Nie ma żadnych dowodów naukowych jednoznacznie potwierdzających, że napój z kombuczy wykazuje właściwości prozdrowotne. Z tego względu powinien być on traktowany jedynie jako suplement diety, choć i w tym przypadku należy zachować ostrożność, ponieważ po wypiciu kombuczy odnotowano działania niepożądane.

## Piśmiennictwo / References

- Greenwalt CJ, Steinkraus KH, Ledford RA. Kombucha, the Fermented Tea: Microbiology, Composition, and Claimed Health Effects. *J Food Prot* 2000, 63(7): 976-981.
- Jayabalan R, Malbaša RV, Lončar ES, et al. A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Compr Rev Food Sci F* 2014, 13(4): 538-550.
- Velićanski A, Cvetković D, Markov S. Characteristics of Kombucha fermentation on medicinal herbs from Lamiaceae family. *Rom Biotechnol Lett* 2013, 18(1): 8034-8042.
- Bauer-Petrovska B, Petrushevska-Tozi L. Mineral and water soluble vitamin content in the Kombucha drink. *Int J Food Sci Technol* 2000, 35(2): 201-205.
- Malbaša RV, Lončar ES, Vitas JS, Čanadanović-Brunet JM. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chem* 2011, 127(4): 1727-1731.
- Chen C, Liu BY. Changes in major components of tea fungus metabolites during prolonged fermentation. *J Appl Microbiol* 2000, 89(5): 834-839.
- Mayser P, Fromme S, Leitzmann C, Gründer K. The yeast spectrum of 'tea fungus Kombucha'. *Mycoses* 1995, 38(7-8): 289-295.
- Balentine DA. Tea and health. *Crit Rev Food Sci* 1997, 37(8): 691-692.
- Jayabalan R, Malini K, Sathishkumar M, et al. Biochemical Characteristics of Tea Fungus Produced During Kombucha Fermentation. *Food Sci Biotechnol* 2010, 19(3): 843-847.
- Waszkiewicz-Robak B, Biller E, Kulik K, Częścik M. Funkcjonalny i pokrzepiający napój kombucza – technologia otrzymywania oraz jakość sensoryczna i właściwości fizykochemiczne. *PFiOW* 2016, 2: 29-32.
- Deghrigue M, Chriaa J, Battikh H, et al. Antiproliferative and antimicrobial activities of kombucha tea. *Afr J Microbiol Res* 2013, 7(27): 3466-3470.
- Sreeramulu G, Zhu Y, Knol W. Characterization of antimicrobial activity in Kombucha fermentation. *Acta Biotechnol* 2001, 21(1): 49-56.
- Sreeramulu G, Zhu Y, Knol W. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. *J Agric Food Chem* 2000, 48(6): 2589-2594.
- Blanc PJ. Characterization of the fungus metabolites. *Biotechnol Lett* 1996, 18(2): 139-142.
- FDA cautions consumers on "Kombucha Mushroom Tea" (News Release). Department of Health and Human Services, Washington 1995.
- Roche J. The history and spread of Kombucha. <http://users.bestweb.net/~om/~kombu/roche> (10.10.2014).
- Talawat S, Ahantharik P, Laohawiwattanakul S, et al. Efficacy of fermented teas in antibacterial activity. *Kasetsart J (Nat Sci)* 2006, 40: 925-933.
- Jayabalan R, Marimuthu S, Swaminathan K. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chem* 2007, 102(1): 392-398.
- Lončar ES, Petrovic SE, Malbaša RV, Verac RM. Biosynthesis of glucuronic acid by means of tea fungus. *Nahrung* 2000, 44(2): 138-139.
- Malbaša R, Lončar ES, Djurić M. Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. *Food Chem* 2008, 106(3): 1039-1045.
- Malbaša R, Lončar ES, Djurić M, Došenović I. Effect of sucrose concentration on the products of kombucha fermentation on molasses. *Food Chem* 2008, 108(3): 926-932.
- Goh WN, Rosma A, Kaur B, et al. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose. *Int Food Res J* 2012, 19(1): 109-117.
- Aloulou A, Hamden K, Elloumi D, et al. Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complement Altern Med* 2012, 12: 63.
- Ioannides C, Yoxall V. Antimutagenic activity of tea: role of polyphenols. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003, 6(6): 649-656.
- Murugesan GS, Sathishkumar M, Jayabalan R, et al. Hepatoprotective and curative properties of kombucha tea against carbon tetrachloride-induced toxicity. *J Microbiol Biotechnol* 2009, 19(4): 397-402.
- Jayabalan R, Baskaran S, Marimuthu S, et al. Effect of kombucha tea on aflatoxin B1 induced acute hepatotoxicity in albino rats – prophylactic and curative studies. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 2010, 53(4): 407-416.
- Ibrahim NK. Possible protective effect of Kombucha tea ferment on cadmium chloride induced liver and kidney damage in irradiated rats. *Int J Biol Biomol Agricult Food Biotechnol Eng* 2011, 5(7): 408-413.
- Bhattacharya S, Gachhui R, Sil PC. Hepatoprotective properties of kombucha tea against TBHP-induced oxidative stress via suppression of mitochondria-dependent apoptosis. *Pathophysiology* 2011, 18(3): 221-234.

29. Abshenas J, Derakhshanfar A, Ferdosi MH, Hasanzadeh S. Protective effect of kombucha tea against acetaminophen-induced hepatotoxicity in mice: a biochemical and histopathological study. *Comp Clin Pathol* 2012, 21(6): 1243-1248.
30. Wang Y, Ji B, Wu W, et al. Hepatoprotective effects of kombucha tea: identification of functional strains and quantification of functional components. *J Sci Food Agric* 2014, 94(2): 265-272.
31. Conney AH, Lu YP, Lou YR, Huang MT. Inhibitory effects of tea and caffeine on UV-induced carcinogenesis: relationship to enhanced apoptosis and decreased tissue fat. *Eur J Cancer Prev* 2002, 11(suppl 2): S28-S36.
32. Park AM, Dong Z. Signal transduction pathways: targets for green and black tea polyphenols. *J Biochem Mol Biol* 2003, 36(1): 66-77.
33. Srihari T, Arunkumar R, Arunakaran J, Satyanarayana U. Downregulation of signalling molecules involved in angiogenesis of prostate cancer cell line (PC-3) by kombucha (lyophilized). *Biomed Prev Nutr* 2013, 3(1): 53-58.
34. SungHee Kole A, Jones HD, Christensen R, Gladstein J. A case of kombucha tea toxicity. *J Intensive Care Med* 2009, 24(3): 205-207.
35. Gharib OA. Role of kombucha tea in the control of EMF 950 MHz-induced injury in rat heart and lung organs. *Asian J Pharm Biol Res* 2011, 1(3): 281-288.
36. Malbaša RV, Lončar ES, Vitas JS, Čanadanović-Brunet JM. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chem* 2011, 127(4): 1727-1731.
37. Battikh H, Chaieb K, Bakhrouf A, Ammar E. Antibacterial and antifungal activities of black and green kombucha teas. *J Food Biochem* 2013, 37(2): 231-236.
38. Santos Jr RJ, Batista RA, Rodrigues SA, et al. Antimicrobial activity of broth fermented with Kombucha colonies. *J Microbial Biochem Technol* 2009, 1(1): 072-078.
39. Greenwalt CJ, Ledford RA, Steinkraus KH. Determination and characterization of the antimicrobial activity of the fermented tea kombucha. *LWT Food Sci Technol* 1998, 31(3): 291-296.
40. Vijayaraghavan R, Singh M, Rao PVL, et al. Subacute (90 days) oral toxicity studies of kombucha tea. *Biomed Environ Sci* 2000, 13(4): 293-299.
41. Pauline T, Dipti P, Anju B, et al. Studies on toxicity, anti-stress and hepato-protective properties of Kombucha tea. *Biomed Environ Sci* 2001, 14(3): 207-213.
42. Gamundi R, Valdivia M. El hongo Kombucha: dos opiniones distintas. [The Kombucha mushroom: two different opinions]. *Sidhora* 1995, 10-11: 34-35.
43. Phan TG, Estell J, Duggin G, et al. Lead poisoning from drinking kombucha tea brewed in a ceramic pot. *Med J Aust* 1998, 169(11-12): 644-646.
44. Sabouraud S, Coppéré B, Rousseau C, et al. Intoxication environnementale par le plomb liée à la consommation de boisson conservée dans une cruche artisanale en céramique vernissée. *Rev Med Interne* 2009, 30(12): 1038-1043.
45. Nummer BA. Kombucha brewing under the Food and Drug Administration model Food Code: risk analysis and processing guidance. *J Environ Health* 2014, 76(4): 8-11.
46. Sadjadi J. Cutaneous anthrax associated with the kombucha mushroom in Iran. *J Am Med Assoc* 1998, 280(18): 1567-1568.