



Potencjał prozdrowotny i skład mikrobiologiczny fermentowanego napoju tepache

Health-promoting potential and microbial composition of fermented drink tepache

Alicja Ligenza^{1, A-B, D}, Karolina Patrycja Jakubczyk^{1, A, E-F}, Joanna Kochman^{1, B-D},
Katarzyna Janda^{1, E}

¹ Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Ligenza A, Jakubczyk KP, Kochman J, Janda K. Potencjał prozdrowotny i skład mikrobiologiczny fermentowanego napoju tepache. Med Og Nauk Zdr. 2021; 27(3): 272–276. doi: 10.26444/monz/138713

Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Fermentacja jest znaną i powszechnie praktykowaną metodą przetwórstwa żywności, zwiększającą zarówno właściwości odżywcze, jak i sensoryczne produktów spożywczych. Dzięki obecności określonych mikroorganizmów produkty te są wzbogacone w peptydy bioaktywne oraz inne związki chemiczne, tworząc żywność funkcjonalną wspierającą zdrowie człowieka. Dodatkowo roślinne napoje fermentowane mogą stanowić łatwo dostępną alternatywę fermentowanych produktów mlecznych dla osób z nietolerancją laktozy lub alergią na białka mleka. Celem niniejszego artykułu był przegląd prac dotyczących napoju fermentowanego tepache w celu określenia jego potencjału prozdrowotnego oraz możliwości wykorzystania go w profilaktyce wybranych dolegliwości i jednostek chorobowych.

Opis stanu wiedzy. Tepache jest tradycyjnym meksykańskim fermentowanym napojem produkowanym z ananasa. Jest ceniony za unikalny smak i aromat, a także łatwość oraz szybkość wykonania. Wyizolowano z niego szczepy bakterii, takie jak *Lactobacillus pentosus*, *L. paracasei*, *L. plantarum* oraz *L. lactis* czy drożdże z rodzaju *Saccharomyces*. Drobnoustroje występujące w tepache wspierają prawidłową mikroflorę gospodarza, modulują układ odpornościowy oraz regulują pracę układu pokarmowego. Ponadto, dzięki właściwościom antybiotycznym oraz przeciwgrzybiczym, tepache stanowi bezpieczną dla człowieka żywność o potencjalnym działaniu prozdrowotnym.

Podsumowanie. Ze względu na niewystarczającą liczbę prac dotyczących właściwości prozdrowotnych tepache istnieje potrzeba przeprowadzenia poszerzonych badań dokumentujących szczegółowy skład mikrobiologiczny oraz bezpośredni wpływ tepache na funkcjonowanie organizmu człowieka.

Słowa kluczowe

fermentacja, tepache, ananas, napoje fermentowane

Abstract

Introduction and objective. Fermentation is a well-known and widely practised method of food processing, increasing both the nutritional and sensoric properties of food products. Thanks to the processes initiated by microorganisms, these products are enriched with bioactive peptides and biogenic amines, creating functional food that supports human health. Additionally, plant-based fermented beverages can provide an easily accessible alternative to fermented milk products for people who are lactose intolerant or allergic to milk proteins. The aim of this article was to review studies on the fermented drink tepache in order to determine its pro-health potential and the possibility of using it in the prevention of selected disorders and diseases.

State of knowledge. Tepache is a traditional Mexican fermented drink made from pineapple. It is valued for its unique taste and aroma, and because it is easy and quick to make. Strains of bacteria, such as *Lactobacillus pentosus*, *L. paracasei*, *L. plantarum* and *L. lactis* and yeast from the genus *Saccharomyces* were isolated from tepache. The properties of microbes found in tepache include support for the host's normal microflora, modulation of the immune system and regulation of the digestive system. In addition, thanks to its antibiotic and antifungal properties, tepache is a food safe for humans with potential health-promoting effects.

Summary. Due to the insufficient number of reports, there is a need for extended research documenting the detailed microbiological composition and the impact of tepache on the functioning of the human body.

Key words

fermentation, pineapple, tepache, fermented drinks

Adres do korespondencji: Karolina Patrycja Jakubczyk, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, ul. Broniewskiego 46, 71-460 Szczecin, Polska
E-mail: jakubczyk.kar@gmail.com

Nadesłano: 11.01.2021; zaakceptowano do publikacji: 9.06.2021; publikacja online: 29.06.2021

WPROWADZENIE

Zainteresowanie zdrowym stylem życia, produktami funkcjonalnymi oraz samodzielnym przetwarzaniem żywności

staje się na przestrzeni ostatnich lat coraz popularniejsze. Skłanianie się ku naturalnym produktom, które wykazują potencjalne działanie prozdrowotne ma na celu utrzymanie zdrowia oraz ochronę przed chorobami cywilizacyjnymi. Jest to możliwe dzięki wzrastającej świadomości społeczeństwa na temat zdrowego i racjonalnego odżywiania [1–3]. Jedną z grup produktów prozdrowotnych, po które często sięgają konsumenci, jest żywność fermentowana. Pożądanym efektem fermentacji jest poprawa parametrów sensorycznych, wydłużenie okresu przechowywania oraz zwiększenie wartości odżywczych żywności. Dodatkowo, dzięki obecności i działalności bakterii fermentacji mlekowej, produkty te mogą być wzbogacone o witaminy z grupy B, kwasy organiczne czy substancje bioaktywne i pełnić rolę ich źródła w diecie człowieka [4, 5]. Najpopularniejszymi napojami fermentowanymi należącymi do grup produktów mlecznych są jogurty, maślanka i kefir, zaś roślinnych: rejuvelac, kombucha oraz tepache [1, 6, 7].

Tepache jest wyjątkowym pod względem sensorycznym i docenianym w Meksyku, fermentowanym napojem owocowym. Składa się z zaledwie od trzech do pięciu składników, które stanowią woda, ananas, cukier brązowy oraz cynamon czy goździki. Tepache to napój o długoletniej tradycji wytwarzania wywodzącej się z Meksyku. Na przestrzeni lat jego baza zmieniała się wraz z rozwojem handlu, począwszy od wykorzystywania kukurydzy, jabłek, pomarańczy i gruszek, kończąc na ananasie, który aktualnie stanowi podstawę tepache. Ananas został zaakceptowany i spopularyzowany przez miejscową społeczność z uwagi na wyjątkowe walory smakowo-zapachowe, właściwości prozdrowotne oraz zaskakującą szybkość fermentacji. Wszystkie te czynniki spowodowały rozpoczęcie uprawy krajowej i rozpowszechnienie tepache z ananasa na szerszą skalę. Tradycyjnie tepache przygotowuje się z wody, ananasa, cukru brązowego, laski cynamonu oraz goździków [8, 9].

Z technologicznego punktu widzenia tepache to niskoolkoholowy napój fermentowany, zawierający ok. 10% cukru dodanego i średnio 7 g etanolu na litr napoju. Początkowa wartość pH powinna wynosić od 3,5 do 5 [8]. Warunki fermentacji determinują końcowy skład chemiczny tego napoju. Zawartość etanolu może sięgać nawet 52,72 g/L przy fermentacji przez 96 godzin w temperaturze 35°C, co powoduje zwiększoną produkcję niektórych metabolitów. Maksymalna temperatura podczas procesów fermentacyjnych powinna wynosić 22–25°C, a czas trwania fermentacji nie powinien przekraczać 54 h. Zawartość glukozy wynosi nawet 30,46 g/L, a fruktozy – 45,52 g/L. Zawartość kwasu mlekowego waha się w zakresie od 1,12 g/L do 33,92 g/L, zaś kwasu octowego do 15,23 g/L – w zależności od warunków fermentacji, takich jak czas czy temperatura [8].

Tepache wykazuje działanie prozdrowotne, m.in. wspomagające układ odpornościowy i pokarmowy. Dodatkowo roślinne produkty fermentowane zawierają m.in. bioaktywne peptydy, polifenole czy kwasy organiczne, przyczyniające się do obniżania ciśnienia krwi, normalizacji parametrów węglowodanowych, działania immunomodulującego czy antyoksydacyjnego [2–5, 10].

CEL PRACY

Celem pracy było podsumowanie dostępnych doniesień naukowych odnoszących się do składu mikrobiologicznego

napoju fermentowanego tepache. Dodatkowo przegląd ten stanowi charakterystykę produktu oraz poprzez omówienie wyizolowanych drobnoustrojów przedstawia jego możliwe działanie prozdrowotne.

SKŁAD MIKROBIOLOGICZNY

Fermentacja napoju tepache zachodzi w sposób spontaniczny i jest związana z warunkami otoczenia (pH, temperatura, czas) oraz obecnymi w napoju drobnoustrojami pochodzącymi z samych surowców. Z uwagi na wyizolowane szczepy bakterii i drożdży oraz oznaczenie kwasów organicznych i alkoholu w gotowym napoju, można wyróżnić dwa typy zachodzącej fermentacji – fermentację mlekową oraz alkoholową. Produkty końcowe procesów fermentacji napoju tepache (kwasy organiczne – octowy i mlekowy oraz alkohol w niewielkiej ilości i dwutlenek węgla) wpływają na cechy sensoryczne i właściwości odżywcze napoju oraz oddziałują na rozwój występującej w nim mikroflory [8–12]. Pomimo popularności tepache jego skład mikrobiologiczny nie został jeszcze w całości zidentyfikowany i udokumentowany.

Zespół N.M. de la Fuente-Salcido i wsp. [9] przeprowadził badania przesiewowe mikrobioty tepache, których celem było określenie obecności i liczebności bakterii kwasu mlekowego (LAB), mezofilnych bakterii tlenowych oraz drożdży. Tepache zawierało 7,9; 5,1 i 4,9 log CFU/ml mezofilnych bakterii tlenowych, bakterii kwasu mlekowego i drożdży. Wykazano również, że tepache zawiera szczepy potencjalnie probiotyczne i wytwarzające bakteriocyny, takie jak: *L. lactis* TuAB1, *L. lactis* TeA1, *E. faecium* TuAB2 i *E. faecium* TeA2. Wszystkie te mikroorganizmy posiadały geny nizinny i enterocyny. W pracy R.I. Corona-Gonzalez i wsp. [8] zidentyfikowano dodatkowo drożdże, z czego *Saccharomyces cerevisiae* był gatunkiem dominującym i stanowił 70% rozpoznanych gatunków drożdży. Innymi gatunkami były: *Candida apicola*, *Cryptococcus skinneri*, *Hanseniaspora*, oraz *Saccharomyces sp.*, które stanowiły kolejno 9%, 9%, 6% i 6% zidentyfikowanych gatunków drożdży. Proces fermentacji alkoholowej tepache w pierwszych etapach zdominowany jest przez drożdże inne niż *Saccharomyces*, m.in. gatunki *Candida* oraz *Hanseniaspora*, lecz ze względu na wrażliwość na etanol ich ilość się gwałtownie zmniejsza i zaczynają dominować odporne na etanol szczepy *Saccharomyces cerevisiae*, które w fermentacji odpowiadają również za jego produkcję [8].

Bakterie kwasu mlekowego

W tepache wykazano obecność bakterii z rodzaju *Lactobacillus*: *L. pentosus*, *L. paracasei*, *L. plantarum* oraz *Lactococcus lactis*, wykazujących właściwości prozdrowotne, dodatkowo odpowiedzialnych za przeprowadzanie fermentacji mlekowej [9, 11, 13–15]. Szczepy *L. pentosus* posiadają duży potencjał probiotyczny [11, 13]. W badaniach wykazano ich oporność na warunki panujące w przewodzie pokarmowym, takie jak: niskie pH, działanie soli żółciowych oraz wybranych enzymów trawiennych [11]. Dodatkowo mają potencjalne działanie normalizujące profil lipidowy krwi oraz regulujące uwalnianie cytokin prozapalnych, modulując odpowiedź immunologiczną [16, 17].

W przemyśle spożywczym powszechnie stosowanym gatunkiem bakterii fermentacji mlekowej jest *Lactobacillus plantarum*, który poza potencjalnym działaniem probiotycznym wykazuje działanie przeciwdrobnoustrojowe,

zwiększając bezpieczeństwo produktów żywnościowych oraz wydłużając okres przechowywania żywności fermentowanej [13, 18]. Również z tepache wyizolowano szczepy *L. plantarum*, które wykazują istotne dla zdrowia człowieka właściwości prozdrowotne, m.in. działanie ochronne dla komórek nabłonka jelit oraz wzmacniające barierę jelitową, dzięki oddziaływaniu z mikroflorą jelitową gospodarza [13, 19, 20]. Szczepy *L. plantarum* mogą kolonizować układ pokarmowy i pozytywnie wpływać na jego funkcjonowanie, wspierając organizm w trakcie biegunek i zaburzeń żołądkowo-jelitowych [21, 22].

Lactobacillus paracasei jest kolejną bakterią, którą wyizolowano z tepache [13]. Jest stosowana w przetwórstwie spożywczym przy produkcji przetworów mlecznych, jogurtów, serów, produktów dla niemowląt. Silnie hamuje rozwój *E. coli*, nie wywołując przy tym efektów ubocznych pogarszających właściwości sensoryczne produktów spożywczych [23]. Zapobiega rozwojowi zmian błony śluzowej żołądka, prowadzących do wrzodów, nowotworów i perforacji [24]. Udowodniono działanie tych bakterii w zakresie wspierania układu odpornościowego organizmu poprzez modulowanie odpowiedzi immunologicznej i łagodzenie alergii [25,26]. Dodatkowym atutem obecności szczepów *L. paracasei* jest ich działanie przeciwbakteryjne, antyoksydacyjne oraz przeciwgrzybicze [27].

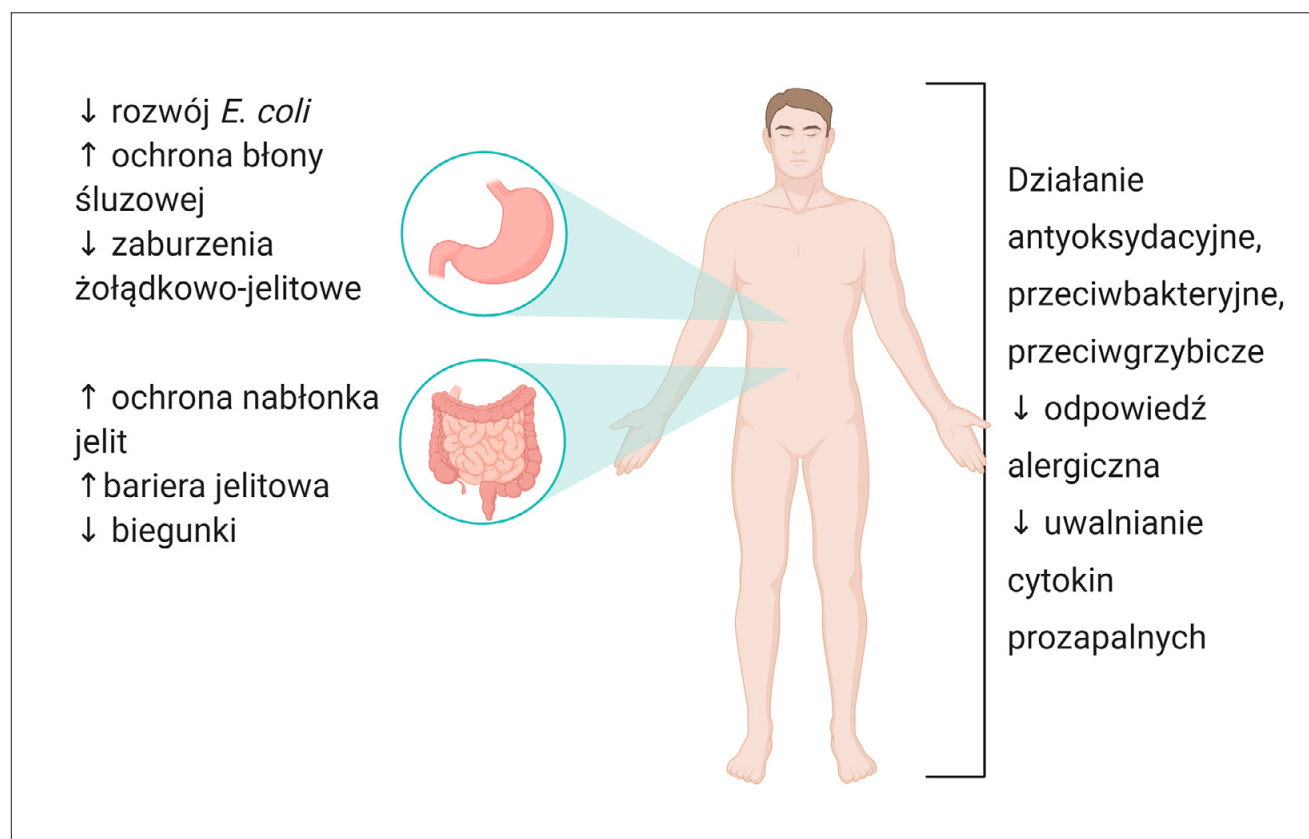
Składnik mikroflory tepache stanowią również szczepy *L. lactis* [9]. Cechą ich wykorzystywaną w przetwórstwie żywności jest ich silne działanie antybiotyczne oraz nadawanie wartości sensorycznej produktom spożywczym [28]. Dodatkowo wykazują działanie przeciwzapalne, redukując ilość cytokin prozapalnych [29]. Potencjalne działanie prozdrowotne tepache na organizm człowieka zostało przedstawione na ryc. 1.

Bakteriocyny

W tepache znajdują się bakterie mogące wytwarzać bakteriocyny: nizynę oraz enterocynę [9]. Zarówno nizyna, jak i enterocyna, jako bakteryjne substancje toksyczne, wykazują działanie antybiotyczne – mają zdolność do hamowania rozwoju innych drobnoustrojów [30]. Zaletą obecności bakteriocyn w tepache jest fakt, iż mogą skutecznie powstrzymać rozwój przetrwalników bakteryjnych oraz hamować rozwój grzybów, zapewniając bezpieczeństwo produktu, równocześnie tolerując szeroki zakres pH i wykazując oporność na wysokie temperatury. Bakteriocyny łatwo ulegają rozkładowi w przewodzie pokarmowym, dlatego uważane są za bezpieczne dla człowieka [9, 32].

Nizyna jest bakteriocyną syntezowaną przez *Lactococcus lactis* i należy do klasy I-lantybiotyków. Lantybiotykami są termostabilne policykliczne peptydy, zawierające unikatowe aminokwasy, jak lantionina. Nizyna należy do lantybiotyków typu A, charakteryzuje się specyficznym mechanizmem działania polegającym na permeabilizacji błony cytoplazmatycznej wrażliwych komórek, czyli zaburzeniu potencjału membranowego powodującego wyciek aminokwasów, składników mineralnych i kationów [33]. Bakteriobójcza aktywność nizyny skierowana jest przeciw bakteriom Gram-ujemnym oraz Gram-dodatnim [34], m.in.: *Staphylococcus aureus* i *Listeria monocytogenes* [35]. Dodatkowo zapobiega ona rozwojowi przetrwalników i indukuje rozwój komórek wegetatywnych rodzajów *Bacillus* i *Clostridium* [34]. Nizyna uzyskała status GRAS i jest stosowana jako naturalny konserwant o właściwościach antybakteryjnych w produkcji przetworów mięsnych i nabiału [34, 36].

W pracy N.M. de la Fuente-Salcido i wsp. [9] sprawdzono aktywność bakteriocyn pochodzących z wyizolowanych



Rycina 1. Potencjalne działanie prozdrowotne tepache

z tepache bakterii *Lactococcus lactis* i *Enterococcus faecium*, używając metody dyfuzyjno-studzienkowej [9]. Wykazano zahamowanie wzrostu bakterii *Micrococcus luteus*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecalis*. Wykazano, że bakteriocyny wyizolowane z tepache mogą odgrywać istotną rolę w hamowaniu i eliminowaniu drobnoustrojów chorobotwórczych, które wywołują m.in.: intoksykacje, infekcje ogólnoustrojowe, zapalenie opon mózgowych, a stanowią częste zanieczyszczenie produktów spożywczych [9].

Drożdże z rodzaju *Saccharomyces*

Tepache zawiera również drożdże z rodzaju *Saccharomyces*, w szczególności *Saccharomyces cerevisiae*, które stanowią nawet 70% drożdży identyfikowanych w tym napoju [12]. Należą one do grupy organizmów eukariotycznych, tym samym nie przenoszą genów oporności na antybiotyki. Metabolity tych drożdży wykazują również zdolność antyoksydacyjną, którą potwierdzono spektrofotometrycznie z rodnikiem DPPH [39]. *Saccharomyces cerevisiae* wchodzi również w reakcje utleniania, hydrolizy, tworzenia nowych wiązań oraz są katalizatorami reakcji chemicznych [40]. Wszystkie te naturalne biotransformacje są wykorzystywane na dużą skalę w przemyśle spożywczym, chemicznym i farmaceutycznym.

Drożdże z rodzaju *Hanseniaspora*

Drożdże *Hanseniaspora* są drożdżami dzikimi oraz killerozymi. Obserwuje się je przede wszystkim na powierzchni winogron, w świeżo wytłoczonym soku oraz w tepache. [41]. W tepache zidentyfikowano dotychczas jedynie szczep *Hanseniaspora uvarum*, pomimo że gatunek *Hanseniaspora* stanowi 6% populacji drożdży tego napoju [8]. Drożdże te wykazują aktywność endo- β -glukanazy, która odpowiada za stężenie aromatów, dających lepszą jakość i odczucia sensoryczne [42]. Mechanizm działania endo- β -glukanazy polega na hydrolizie aromatycznych prekursorów chemicznych wywołanych aktywnością tego enzymu, co powoduje zwiększenie stężenia związków odpowiedzialnych za aromat [44].

PODSUMOWANIE

Tepache zyskuje na popularności zarówno dzięki cennemu i unikalnemu składowi mikrobiologicznemu, jak i prostocie wykonania i niewielkiej liczbie składników, które są niezbędne do wytworzenia tego napoju. Jako napój fermentowany zawiera wiele szczepów bakterii fermentacji mlekowej i drożdży, charakteryzujących się właściwościami prozdrowotnymi [1, 46]. Dzięki występującym w nim mikroorganizmom może wspomagać prawidłowe funkcjonowanie układu pokarmowego oraz immunologicznego gospodarza, m.in. poprzez oddziaływanie z jego mikroflorą jelitową [20] mainly by reinforcing the intestinal epithelium and modulating the gut microbiota. However, the mechanisms of action, and especially, the specific regulatory effects of modulated microbiota by probiotics on the intestinal epithelium have not yet been elucidated. The present study aimed to decipher the protective effects of the probiotic *Lactobacillus plantarum* strain ZLP001 on the intestinal epithelium and microbiota as well as the effects of modulated microbiota on epithelial function.

Paracellular permeability was measured with fluorescein isothiocyanate-dextran (FD-4). Ponadto procesy fermentacyjne oraz działanie drobnoustrojów prowadzą do wytworzenia związków aktywnych oraz redukcji drobnoustrojów chorobotwórczych [47]. Tepache ze względu na potencjalny pozytywny wpływ na zdrowie człowieka stanowi produkt funkcjonalny, wspierający organizm w prawidłowym funkcjonowaniu [3]. Podobnie jak i inne produkty fermentowane, tepache ze względu na działanie antybiotyczne, może zapewniać stabilność mikrobiologiczną produktów spożywczych, tworząc bezpieczną żywność dla człowieka, co zawdzięcza unikalnemu składowi mikrobiologicznemu [9, 13].

Mimo wieloletniej tradycji produkcji tepache potencjał prozdrowotny tego napoju nie został do końca poznany. Słuszne wydaje się przeprowadzenie szczegółowych badań nad tym produktem, aby ocenić jego działanie w profilaktyce niektórych zaburzeń oraz chorób cywilizacyjnych.

FINANSOWANIE

Projekt finansowany w ramach programu ministra nauki i szkolnictwa wyższego pod nazwą „REGIONALNA INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI” w latach 2019–2022. Nr projektu 002/ RID/ 2019/20, kwota finansowania 12 mln zł.

PIŚMIENNICTWO

- Lavefe L, Marasini D, Carbonero F. Microbial Ecology of Fermented Vegetables and Non-Alcoholic Drinks and Current Knowledge on Their Impact on Human Health. *Adv Food Nutr Res.* 2019; 87: 147–85.
- Zaręba D, Ziarno M. Alternatywne probiotyczne napoje warzywne i owocowe. *Bromat Chem Toksykol.* 2011; XLIV: 160–8.
- Nguyen BT, Bujna E, Fekete N, et al. Probiotic Beverage From Pineapple Juice Fermented With *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Strains. *Front Nutr.* 2019; 6. doi: 10.3389/fnut.2019.00054
- Gille D, Schmid A, Walther B, et al. Fermented Food and Non-Communicable Chronic Diseases: A Review. *Nutrients.* 2018; 10. doi: 10.3390/nu10040448
- Selhub EM, Logan AC, Bested AC. Fermented foods, microbiota, and mental health: ancient practice meets nutritional psychiatry. *J Physiol Anthropol.* 2014; 33: 2.
- Baschali A, Tsakalidou E, Kyriacou A, et al. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. *Nutr Res Rev.* 2017; 30: 1–24.
- Chen JM, Al KF, Craven LJ, et al. Nutritional, Microbial, and Allergenic Changes during the Fermentation of Cashew 'Cheese' Product Using a Quinoa-Based Rejuvelac Starter Culture. *Nutrients.* 2020; 12. doi: 10.3390/nu12030648.
- Corona-González RI, Ramos-Ibarra JR, Gutiérrez-González P, et al. The Use of Response Surface Methodology to Evaluate the Fermentation Conditions in the Production of Tepache. *Rev Mex Ing Quím.* 2013; 12: 19–28.
- de la Fuente-Salcido NM, Castañeda-Ramírez JC, García-Almendárez BE et al. Isolation and characterization of bacteriocinogenic lactic bacteria from M-Tuba and Tepache, two traditional fermented beverages in México. *Food Sci Nutr.* 2015; 3: 434–42.
- Şanlıer N, Gökçen BB, Sezgin AC. Health benefits of fermented foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2019; 59: 506–27.
- Escobar-Ramírez MC, Jaimez-Ordaz J, Escorza-Iglesias VA, et al. *Lactobacillus pentosus* ABHEAU-05: An in vitro digestion resistant lactic acid bacterium isolated from a traditional fermented Mexican beverage. *Rev Argent Microbiol.* 2020. doi: 10.1016/j.ram.2019.10.005
- Guatemala-Morales G, González P, Corona R, et al. The use of response surface methodology to evaluate the fermentation conditions in the production of tepache. *Rev Mex Ing Quím.* 2013; 12: 19–28.
- Barrios-Roblero C, Rosas-Quijano R, Salvador-Figueroa M, et al. Antifungal lactic acid bacteria isolated from fermented beverages with activity against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Food Biosci.* 2019; 29: 47–54.

14. Romero-Luna HE, Hernández-Sánchez H, Dávila-Ortiz G. Traditional fermented beverages from Mexico as a potential probiotic source. *Ann Microbiol.* 2017; 67: 577–86.
15. Alvarado C, García A, Martín SE, et al. Food-associated lactic acid bacteria with antimicrobial potential from traditional Mexican foods. *Rev Latinoam Microbiol.* 2006; 48: 260–8.
16. Bendali F, Kerdouche K, Hamma-Faradji S, et al. In vitro and in vivo cholesterol lowering ability of *Lactobacillus pentosus* KF923750. *Benef Microbes.* 2017; 8: 271–80.
17. Chen Y-H, Wu C-S, Chao Y-H, et al. *Lactobacillus pentosus* GMNL-77 inhibits skin lesions in imiquimod-induced psoriasis-like mice. *J Food Drug Anal.* 2017; 25: 559–66.
18. Behera SS, Ray RC, Zdolec N. *Lactobacillus plantarum* with Functional Properties: An Approach to Increase Safety and Shelf-Life of Fermented Foods. *BioMed Res Int.* 2018; 2018: 9361614.
19. Wołkowitz T, Januszkiewicz A, Szych J. [Gut microbiome and its dysbiosis as an important factor influencing the human health condition]. *Med Dosw Mikrobiol.* 2014; 66: 223–35.
20. Wang J, Ji H, Wang S, et al. Probiotic *Lactobacillus plantarum* Promotes Intestinal Barrier Function by Strengthening the Epithelium and Modulating Gut Microbiota. *Front Microbiol.* 2018; 9: 1953.
21. Cebeci A, Gürakan C. Properties of potential probiotic *Lactobacillus plantarum* strains. *Food Microbiol.* 2003; 20: 511–8.
22. Wołkowitz A, Hozyasz KK. Rola szczepu *Lactobacillus plantarum* 299v w zapobieganiu i leczeniu zaburzeń układu pokarmowego. *Pediatr Pol.* 2013; 88: 347–52.
23. Caridi A. Selection of *Escherichia coli*-inhibiting strains of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 2002; 29: 303–8.
24. Chiang S-S, Pan T-M. Beneficial effects of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU 101 and its fermented products. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2012; 93: 903–16.
25. Tsai Y-T, Cheng P-C, Liao J-W, et al. Effect of the administration of *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU 101 on Peyer's patch-mediated mucosal immunity. *Int Immunopharmacol.* 2010; 10: 791–8.
26. Tsai Y-T, Cheng P-C, Fan C-K, et al. Time-dependent persistence of enhanced immune response by a potential probiotic strain *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* NTU 101. *Int J Food Microbiol.* 2008; 128: 219–25.
27. Romero-Luna HE, Peredo-Lovillo A, Hernández-Mendoza A, et al. Probiotic Potential of *Lactobacillus paracasei* CT12 Isolated from Water Kefir Grains (Tibicos). *Curr Microbiol.* 2020; 77: 2584–92.
28. Yerlikaya O. Probiotic potential and biochemical and technological properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from raw milk and kefir grains. *J Dairy Sci.* 2019; 102: 124–34.
29. Simčić S, Berlec A, Stopinšek S, et al. Engineered and wild-type *L. lactis* promote anti-inflammatory cytokine signalling in inflammatory bowel disease patient's mucosa. *World J Microbiol Biotechnol.* 2019; 35: 45.
30. Kumariya R, Garsa AK, Rajput YS, et al. Bacteriocins: Classification, synthesis, mechanism of action and resistance development in food spoilage causing bacteria. *Microb Pathog.* 2019; 128: 171–7.
31. Oldak A, Zielińska D. Bakteriocynty bakterii fermentacji mlekowej jako alternatywa antybiotyków. *Postępy Hig Med Dośw.* 2017; 71. doi: 10.5604/01.3001.0010.3817
32. De Vuyst L. Nisin production variability between natural *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* strains. *Biotechnol Lett.* 1994; 16: 287–92.
33. POZN271_140267_biotechnologia-2005-no1-gwiazdowska.pdf.
34. Cintas LM, Casaus P, Fernández MF, et al. Comparative antimicrobial activity of enterocin L50, pediocin PA-1, nisin A and lactocin S against spoilage and foodborne pathogenic bacteria. *Food Microbiol* 1998; 15: 289–98.
35. Schillinger U, Geisen R, Holzapfel WH. Potential of antagonistic microorganisms and bacteriocins for the biological preservation of foods. *Trends Food Sci Technol.* 1996; 7: 158–64.
36. Goncerzewicz A, Misiewicz A. Wzbogacanie żywności kwasem foliowym – naturalnym metabolitem przemysłowych szczepów drożdży *saccharomyces cerevisiae* oraz bakterii fermentacji mlekowej. 2011: 20.
37. Romero-Luna HE, Hernández-Sánchez H, Ribas-Aparicio RM, et al. Evaluation of the Probiotic Potential of *Saccharomyces cerevisiae* Strain (C41) Isolated from Tibicos by In Vitro Studies. *Probiotics Antimicrob Proteins.* 2019; 11: 794–800.
38. Białecka-Florjańczyk E, Majewska E. Biotransformacje z udziałem drożdży *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol* 3. 2006: 113–33.
39. Rodríguez-González EM, Muro-Medina CV, Arias A. Identificación de levaduras aisladas de tepache casero y comercial. :1.
40. Swangkeaw J, Vichitphan S, Butzke CE, et al. Characterization of β -glucosidases from *Hanseniaspora* sp. and *Pichia anomala* with potentially aroma-enhancing capabilities in juice and wine. *World J Microbiol Biotechnol.* 2011; 27: 423–30.
41. Abd-El-Al ATH, Phaff HJ. Purification and properties of endo- β -glucanase in the yeast *Hanseniaspora valbyensis*. *Can J Microbiol.* 2011. doi: 10.1139/m69-123
42. Guatemala-Morales G, González P, Corona R, et al. The use of response surface methodology to evaluate the fermentation conditions in the production of tepache. *Rev Mex Ing Quím.* 2013; 12: 19–28.
43. Dimidi E, Cox SR, Rossi M, et al. Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients.* 2019; 11. doi: 10.3390/nu11081806