

BARBARA STACHOWIAK, KRZYSZTOF BUKOWSKI

NOWE TRENDY W BRANŻY BROWARNICZEJ. PIWA FUNKCJONALNE – SUROWCOWE I TECHNOLOGICZNE ASPEKTY ICH OTRZYMYWANIA

Streszczenie

Piwo jest popularnym i najbardziej preferowanym napojem alkoholowym wśród konsumentów na świecie. W Polsce jego roczne spożycie w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynosi blisko 100 litrów, dzięki czemu nasz kraj znajduje się w gronie światowych liderów w tym zakresie. Na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat postrzeganie piwa uległo znacznemu przeorientowaniu. Rewolucja piwna i związane z nią zmiany w branży browarniczej przyczyniły się do uzyskania przez ten trunek prestiżowej pozycji. Bardzo dynamicznie rozwija się rynek innowacyjnych piw rzemieślniczych, które stanowią ciekawą, a zarazem smakowo i jakościowo zróżnicowaną alternatywę dla marek masowych. Wśród nich dominują „piwne specjalności”. Mianem tym określa się zwykle wszystkie piwa fermentacji górnej oraz dolnej, inne niż tradycyjne lagery i pilsy. Pojawił się trend tzw. premiumizacji, wciąż wzrastają oczekiwania konsumentów wobec jakości piwa dotyczące jego składu, właściwości sensorycznych oraz potencjału prozdrowotnego. Na rynku coraz częściej pojawiają się propozycje piw zawierających dodatki bioaktywne lub składniki mineralne czy pozbawionych glutenu.

W niniejszej pracy scharakteryzowano aktualną sytuację na rynku piwa w Polsce, w tym jego strukturę w ujęciu ogólnym oraz dotyczącą piw specjalnych i funkcjonalnych. Szczegółowo omówiono surowcowe i technologiczne aspekty otrzymywania piw funkcjonalnych: bezalkoholowych i niskoalkoholowych, bezglutenowych, izotonicznych, probiotycznych, o zwiększonej zawartości ksantohumolu, a także piwa gruit zawierające dodatki ziołowe. Z analizy danych literaturowych wynika, że segment piw funkcjonalnych wyraźnie się wyodrębnia, a zainteresowanie piwami specjalnego przeznaczenia żywieniowego wzrasta. Piwa niskoalkoholowe i bezalkoholowe są i prawdopodobnie będą najszybciej rosnącą kategorią na rynku.

Słowa kluczowe: browarnictwo, piwo, piwa specjalne, rynek piwa, żywność funkcjonalna

Wprowadzenie

Piwo jest trzecim najbardziej rozpowszechnionym napojem na świecie, po herbatce i kawie. Jednocześnie jest najbardziej preferowanym napojem alkoholowym [50].

Dr hab. B. Stachowiak, mgr inż. K. Bukowski, Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydz. Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań. Kontakt: barbara.stachowiak@up.poznan.pl

Światowa konsumpcja piwa w 2019 r. wyniosła 189,05 mln kilolitrów. W rankingu dotyczącym spożycia piwa Polska w 2018 r. znalazła się na piątym miejscu na świecie z wynikiem 98,2 litrów na mieszkańca w ciągu roku [25]. Tak wysoki udział piwa w diecie skłania do przeanalizowania dynamicznych zmian na rynku tego napoju, jakie mają miejsce od dekady, a zwłaszcza wyraźnie wyodrębniającego się nowego segmentu piw funkcjonalnych, który zmienia negatywny wizerunek tego napoju.

Piwo tradycyjnie otrzymywane jest na drodze fermentacji etanolowej brzezki chmielonej z udziałem drożdży *Saccharomyces cerevisiae* i *S. pastorianus* (synonim *S. carlsbergensis*). Te dwa gatunki są szeroko stosowane jako kultury starterowe do produkcji dwóch najbardziej rozpowszechnionych kategorii piw przemysłowych: 'ale' i 'lager' [9]. Jasny lager to najpopularniejszy od lat styl piwa, produkowany z myślą o masowym konsumencie. Stanowi ponad 90 % światowego spożycia piwa.

Użycie słodu do przygotowania brzezki sprawia, że w piwie znajduje się szeroka gama składników o wysokiej wartości żywieniowej, np. produkty hydrolizy białek ($2 \div 6 \text{ g/dm}^3$), β -glukany (ok. $0,5 \text{ g/dm}^3$) i arabinoksylny ($0,5 \div 1,9 \text{ g/dm}^3$), klasyfikowanych jako rozpuszczalny błonnik [7, 33, 41]. Żywnościową wartość piwa może zwiększyć również obecność drożdży i produktów ich metabolizmu. Są one bogatym źródłem witamin z grupy B [22]. Więcej witamin zawierają piwa mętne, w których obecne są komórki drożdżowe. Piwo zawiera również wiele składników mineralnych, które pochodzą z wody użytej do produkcji i/lub ze słodu (tab. 1). Piwo jest bogatym źródłem magnezu, potasu, sodu i wapnia (kationy) oraz chlorków, siarczanów, azotanów i fosforanów (aniony) [7].

Tabela 1. Skład chemiczny piwa (dot. klasycznych stylów piwa, m.in. ale, lager, porter, stout)

Table 1. Chemical composition of beer (only as regards classic beer styles, i.a.: ale, lager, porter, stout)

Składnik Component	Zawartość Content	Liczba związków Numer of components	Źródło pochodzenia Source of origin
Woda / Water [% (m/m) / (w/w)]	90 ÷ 94	1	-
Etanol / Ethanol [% (v/v)]	3 ÷ 5	1	Drożdże, słód / Yeasts, malt
Węglowodany / Carbohydrates [%]	1 ÷ 6	≈100	Słód / Malt
Dwutlenek węgla Carbon dioxide [g/dm^3]	3,5 ÷ 4,5	1	Drożdże, słód / Yeasts, malt
Tłuszcze / Lipids [%]	< 0, 1	-	Słód / Malt
Glicerol / Glycerol [g/dm^3]	1,5 ÷ 3,5	1	Drożdże, słód / Yeasts, malt
Sole nieorganiczne Inorganic salts [mg/dm^3]	500 ÷ 4000	≈25	Woda, słód / Water, malt
Całkowita zawartość azotu Total nitrogen content [mg/dm^3]	300 ÷ 1000	≈100	Drożdże, słód / Yeasts, malt

Kwasy organiczne Organic acids [mg/dm ³]	50 ÷ 250	≈200	Drożdże, słód / Yeasts, malt
Alkohole wyższe Higher alcohols [mg/dm ³]	60 ÷ 300	80	Drożdże, słód / Yeasts, malt
Aldehydy / Aldehydes [mg/dm ³]	30 ÷ 40	≈50	Drożdże, chmiel / Yeasts, hop
Estry / Esters [mg/dm ³]	25 ÷ 40	≈150	Drożdże, słód, chmiel Yeasts, malt, hop
Związki siarki Sulphur compounds [mg/dm ³]	1 ÷ 10	≈40	Drożdże, słód, chmiel Yeasts, malt, hop
Pochodne związków chmielu Hop compounds derivatives [mg/dm ³]	20 ÷ 60	> 100	Chmiel / Hop
Witaminy z grupy B / Vitamins from B group [mg/dm ³]:			
Kwas aminobenzoowy Aminobenzoic acid	0,01 ÷ 0,15		
Biotyna (B ₇) / Biotin (B ₇)	< 0,015		
Nikotynian etylu / Ethyl nicotinoate	< 1,5		
Kwas foliowy (B ₉) / Folic acid (B ₉)	0,04 ÷ 0,06		
Nikotynian 2-metylobutyłu 2-methylbutyl nicotinoate	< 0,01		
Nikotynian metylu / Methyl nicotinoate	< 0,01	-	Drożdże, słód Yeasts, malt
Kwas nikotynowy, niacyna (B ₃) Nicotinic acid, niacin (B ₃)	0,3		
Pirydoksyna (B ₆) / Pyridoxine (B ₆)	0,07 ÷ 1,7		
Ryboflawina (B ₂) / Riboflavin (B ₂)	0,02 ÷ 0,1		
Kwas pantotenowy (B ₅) Panthotenic acid (B ₅)	0,04 ÷ 2,0		
Tiamina (B ₁) / Thiamin (B ₁)	0,08		
Cyjanokobalamina (B ₁₂) Cyanocobalamin (B ₁₂)	< 0,03		
Makroelementy / Macronutrients [mg/dm ³]:			
Fosfor / Phosphorus	90 ÷ 400		
Wapń / Calcium	25 ÷ 120		
Magnez / Magnesium	50 ÷ 90	-	Woda, słód Water, malt
Potas / Potassium	200 ÷ 450		
Sód / Sodium	20 ÷ 350		
Krzem / Silicon	10,2 ÷ 22,4		
Mikroelementy / Micronutrients [mg/dm ³]			
Żelazo / Iron	0,01 ÷ 0,3		
Miedź / Copper	0,01 ÷ 1,55	-	Woda, słód Water, malt
Cynk / Zinc	0,01 ÷ 1,48		
Mangan / Manganese	0,03 ÷ 0,2		

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [7] / the authors' own study based on [7]

Średnio 1 litr piwa zawiera 15 ÷ 400 mg przeciwutleniaczy. Należą do nich: SO₂ produkowany przez drożdże podczas fermentacji (jego źródłem jest również słód, do-

datki skrobiowe i chmiel), melanoidyny (powstają głównie podczas prażenia słodu, lecz również podczas zacierania i gotowania brzezki), witaminy B₆, B₁₂, C, E oraz selen i liczne związki polifenolowe (flawonoidy, m.in. ksantohumol, kwasy fenolowe, garbniki, proantocyjanidyny i aminofenole) [19, 70]. Zawartość polifenoli w piwie zależy od rodzaju użytych surowców i metody jego wytwarzania, przy czym 70 ÷ 80 % tych związków pochodzi ze słodu, a 20 ÷ 30 % – z chmielu. Oprócz aktywności przeciwutleniającej polifenole wykazują działanie przeciwzapalne, estrogenne, przeciwmiażdżycowe, a nawet przeciwnowotworowe [26].

Od początku tzw. piwnej rewolucji, która rozpoczęła się w USA w 1979 r., a w Polsce trwa od 2011 r., rynek piwa zmienia się bardzo dynamicznie [65]. Coraz chętniej spożywane są piwa w stylu innym niż jasny lager, a także zaczęły pojawiać się piwa, które można określić mianem specjalnych lub nawet funkcjonalnych.

Zwykle wszystkie piwa fermentacji górnej oraz dolnej, inne niż lagery i pilsy, określa się w literaturze bardzo ogólnie i nieprecyzyjnie mianem „piwnych specjalności”. Wynika to prawdopodobnie z wciąż niewielkiego udziału takich piw w rynku. Natomiast żywność funkcjonalna obejmuje grupę produktów spożywczych o naukowo udowodnionym korzystnym wpływie na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad ich efekt odżywczy, który polega na poprawie stanu zdrowia oraz samopoczucia i/lub zmniejszeniu ryzyka chorób. Żywność funkcjonalna musi przypominać żywność konwencjonalną, wykazywać korzystne oddziaływanie w ilościach, które oczekuje się, że będą spożywane z normalną dietą [63].

Wykazano, że umiarkowane spożycie piwa obniża o 20 ÷ 40 % ryzyko zachorowania na choroby układu krążenia, w tym częstotliwość występowania choroby wieńcowej, zawałów, jak również udarów. Obserwowano także zmniejszanie ryzyka wystąpienia wrzodów, kamieni żółciowych i nerkowych czy zapalenia stawów. Efektem spożycia piwa może być także jego działanie uspokajające, zmniejszające stres czy też ułatwiające zasypianie [28].

Skład piwa, jak również jego korzystne oddziaływanie na organizm człowieka wskazują, że jest ono dobrą bazą do opracowania wartościowych produktów funkcjonalnych. Zarówno browary komercyjne, jak i rozwijające się browary rzemieślnicze robią to coraz bardziej świadomie, np. wprowadzając do piwa bioaktywne dodatki, składniki mineralne, czy usuwając z piwa gluten.

Należy jednak podkreślić, że piwo nie jest napojem, który może spożywać każdy. Charakteryzuje się ono wysokim indeksem glikemicznym (89 ÷ 119) i nie jest wskazane dla diabetyków [54]. Obecność puryn sprawia, że powinny go unikać osoby chore na dnę moczanową [14]. Ze względu na obecność alkoholu piwo nie powinno być spożywane również przez osoby cierpiące na wrzody żołądka, dwunastnicy, marskość wątroby czy zapalenie trzustki, a także kobiety w ciąży [28]. Ponadto alkohol ma dzia-

łanie psychoaktywne. Przy opracowywaniu piw funkcjonalnych uwagę należy zatem zwrócić w kierunku piw bezalkoholowych i niskoalkoholowych.

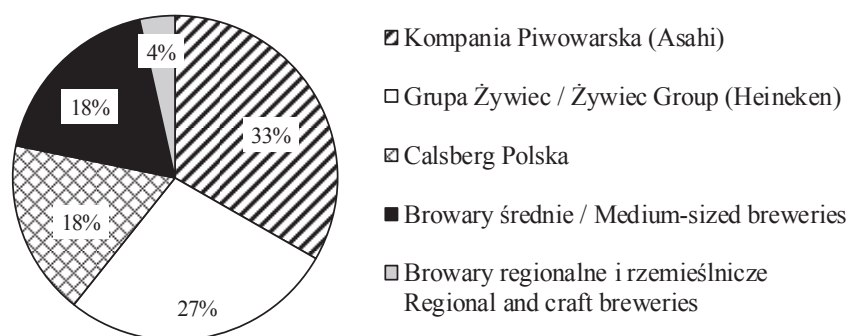
W niniejszej pracy dokonano analizy aktualnej sytuacji na rynku piwa w Polsce, tj. jego struktury w ujęciu ogólnym, trendów w spożyciu piwa, ale również pod względem obecności piw funkcjonalnych. Szczegółowo omówione zostały surowcowe i technologiczne aspekty otrzymywania piw funkcjonalnych: bezalkoholowych i niskoalkoholowych, bezglutenowych, izotonicznych, probiotycznych, o zwiększonej zawartości ksantohumolu, a także piwa gruit zawierające dodatki ziołowe.

Rynek piwa w Polsce

Produkcja piwa w Polsce w 2019 r. wyniosła 39,74 mln hektolitrów i obniżyła się o 3,5 % względem roku 2018 (40,93 mln hektolitrów) [67]. Wartości na bardzo zbliżonym poziomie osiągane są od 2011 r. [65]. Czyni to nasz kraj drugim producentem piwa w Europie *ex aequo* z Hiszpanią z udziałem wynoszącym po 11 % [19]. Z tej ilości na eksport przeznaczono 3,3 mln hektolitrów, co stanowi tylko ok. 8 %. Pod względem wartościowym rynek piwa wygenerował w 2019 r. ponad 19 mld zł wartości dodanej, co stanowi ok. 1 % całości polskiego PKB [59].

Z uwagi na wielkość produkcji browary funkcjonujące w Polsce można podzielić na trzy kategorie: małe, średnie i duże. Małe browary warzą rocznie 20 000 hektolitrów piwa (rzemieślnicze, kontraktowe, restauracyjne), średnie (np. regionalne) – 20 000 ÷ 200 000 hektolitrów, a duże przedsiębiorstwa piwowarskie produkują ponad 200 000 hektolitrów piwa na rok [65].

Rynek piwa w Polsce jest dojrzały, konkurencyjny i silnie scentralizowany. Prawie 80 % produkcji znajduje się w zarządzaniu firm należących do dużych międzynarodowych koncernów: Carlsberg Polska, Kompania Piwowarska, Grupa Żywiec (rys. 1).



Rys. 1. Podział rynku piwa w Polsce (2020 rok)

Fig. 1. Beer market division in Poland (2020 year)

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [59] / the authors' own study based on [59]

Niekwestionowanym liderem wśród sprzedawanych piw jest jasny lager (nazywany też eurolagerem), który zajmuje prawie trzy czwarte rynku (tab. 2). Dokładniejsza analiza rynku pod względem stylów jest jednak znacznie utrudniona, ponieważ brakuje raportów, które cechują się wystarczającą szczegółowością.

Tabela 2. Sprzedaż piwa w Polsce w 2017 r. według gatunków
Table 2. Beer sales in Poland in 2017 by type

Gatunek piwa / Type of beer	Udział w sprzedaży / Share in sales [%]
Lager	73,1
Piwo mocne (bez porterów) / Strong beer (without Porters)	10,2
Piwo smakowe i radlery / Flavoured beer and radlers	7,5
Piwo niepasteryzowane / Unpasteurized beer	4,5
„Piwne specjalności” / “Beer specials”	2,8
Piwo niskoalkoholowe i bezalkoholowe / Non- and low-alcoholic beer	1,9

Źródło / Source: opracowanie własne na podstawie [59] / the authors' own study based on [59]

W porównaniu z rokiem 2017 zaobserwowano znaczny, dynamiczny wzrost udziału piw niskoalkoholowych i bezalkoholowych w wielkości sprzedaży (tab. 2). W 2019 r. piwa bezalkoholowe stanowiły już prawie 5 % wartości rynku, a w perspektywie kilku lat według prognoz udział ten może sięgać kilkunastu procent. Jednocześnie wyraźnie zmniejszyło się spożycie piw mocnych o zawartości alkoholu powyżej 6,1 %. Efektem jest nieznaczne zmniejszenie średniej zawartości alkoholu w piwie z 5,37 % w 2017 r. do 5,27 % w 2019 r. [3]. Warto podkreślić, że na rynku pojawiają się nie tylko pozbawione alkoholu lagery i radlery na bazie lagerów, ale również bezalkoholowe piwa pszeniczne lub w stylu APA lub IPA (ang. *American Pale Ale*, *India Pale Ale*). Wzrost spożycia i udziału w rynku kategorii piw niskoalkoholowych i bezalkoholowych tłumaczy się wzrostem zainteresowania zdrowym trybem życia oraz świadomym podejściem do konsumpcji alkoholu [44, 49].

Można zaobserwować również trend „premiumizacji” rynku – konsumenci stają się bardziej wymagający, zaczynają wybierać coraz bardziej świadomie. Dla nich istotny jest skład piwa, walory sensoryczne, prozdrowotne, dobór do okazji. Są oni bardziej skłonni zapłacić więcej za jedno piwo, np. w 2018 r. wzrost sprzedaży segmentu najdroższych piw oraz „piwnych specjalności” wynosił odpowiednio: 40 % i 22,5 % pod względem wartości w porównaniu z rokiem 2017. Odpowiedzią producentów na potrzeby rynku jest skupienie się na innowacjach i dywersyfikacji oferty [44, 49]. Korzystają z tego browary regionalne i rzemieślnicze.

W raporcie Polskiego Stowarzyszenia Browarów Rzemieślniczych [44] opublikowano informacje, że w roku 2019 [44] browary rzemieślnicze wyprodukowały ok.

200 tysięcy hektolitrów piwa, co stanowi 0,5 % całkowitej produkcji w kraju. Produkcja wzrosła jednak o 19 % w stosunku do poprzedniego roku, podczas gdy całkowita produkcja piwa w Polsce zmniejszyła się o 3,5 %. Wśród wolumenu tylko 15 % to piwa dolnej fermentacji (lagery, pilsy, portery koźlaki). Te wielkości są sprzeczne z danymi przytoczonymi w tab. 2., według których piwa dolnej fermentacji stanowią ponad 90 % rynku. Z tych danych wynika, że upodobania i trendy dotyczące piw specjalnych są niezależne od głównego nurtu.

Godna podkreślenia jest liczba premier nowych piw z browarów rzemieślniczych. Według wyliczeń autora bloga Piwna Zwrotnica [20] w 2019 r. takich nowych piw było aż 2 457, czyli prawie siedem dziennie. Najczęściej były to piwa w stylu IPA (31 %), stouty (12 %), a piwa dolnej fermentacji łącznie stanowiły 13 %. Do wytworzenia piwa często stosowano różne dodatki (954) i niekonwencjonalne leżakowanie, np. w beczkach po innych alkoholach (274). Tak wysoka liczba premier wynika ze specyfiki konsumenta piw rzemieślniczych, który chętniej próbuje nowych piw niż wraca do znanych smaków. Systematycznie rośnie liczba piw w stałej ofercie browarów i obecnie wynosi ona ok. 10 [44].

W rozwoju rynku piw specjalnych w Polsce, a w szczególności tych produkowanych przez browary rzemieślnicze, istotnie pomaga rozszerzenie kanałów sprzedaży i pojawienie się takich piw w sieciach dyskontów, supermarketów, na stacjach benzynowych oraz w małych sklepach. Ułatwia to dotarcie do grona potencjalnych konsumentów i poszerzenie grupy odbiorców, a także utrzymanie obecnych konsumentów. W przypadku piw funkcjonalnych trudno jest oszacować nawet liczbę takich piw na rynku. Można korzystać jedynie z informacji prasowych o wprowadzeniu konkretnego piwa do sprzedaży, jednak próżno szukać informacji o ich udziale w polskim rynku.

Aspekty surowcowe i technologiczne otrzymywania wybranych piw funkcjonalnych i specjalnych

Piwa niskoalkoholowe i bezalkoholowe

Wraz z rozwojem świadomości konsumentów dotyczącej spożywania alkoholu oraz jego wpływu na zdrowie wzrasta zainteresowanie piwami niskoalkoholowymi i bezalkoholowymi. Spożywa je już 60 % dorosłych Polaków [3].

Generalnie piwa bezalkoholowe zawierają etanol na poziomie $0,05 \div 0,5$ % (v/v), jednak prawne definicje piwa bezalkoholowego różnią się w zależności od kraju. Na przykład w krajach arabskich ten rodzaj piwa może zawierać maksymalnie 0,1 % (v/v) alkoholu, w Anglii, Niemczech, Szwajcarii, Portugalii, Holandii, Finlandii oraz w Iranie – 0,5 % (v/v), w Hiszpanii i Francji – $1 \div 1,2$ % (v/v), a w USA – poniżej 0,05 % (v/v), co w praktyce oznacza, że nie może być wykrywalny [55]. W Polsce piwo bezalkoholowe to takie, które zawiera mniej niż 0,5 % (v/v) alkoholu [53].

Nie ma przepisów ani polskich, ani unijnych określających, czym jest piwo niskoalkoholowe. Ta nazwa w naszym kraju ma znaczenie tylko marketingowe. Najczęściej za piwa niskoalkoholowe uznaje się te, które zawierają w przybliżeniu 1 ÷ 3,5 % (v/v) alkoholu. Do ich wyprodukowania nie jest wymagane stosowanie specjalnej aparatury ani drożdży. Pożądaną zawartość alkoholu można osiągnąć poprzez zastosowanie brzezki o stosunkowo niskim ekstrakcie początkowym (10 °P lub mniej). Tym sposobem można wyprodukować niskoalkoholową wersję praktycznie każdego stylu piwa. W takim podejściu przodują browary regionalne i rzemieślnicze. Innym rozwiązaniem jest dodatek soku owocowego lub lemoniady do klasycznego piwa, zwykle lagera, np. w proporcjach 40 : 60. Uzyskany napój nazywa się radlerem. Takie produkty od wielu lat znajdują się w ofercie dużych koncernów [66].

Bardzo małą zawartość alkoholu w piwie (nawet rzędu setnych procent) można osiągnąć, nie dopuszczając do jego powstania lub usuwając z roztworu ten, który powstał. Do produkcji tego typu napojów nie jest wymagane stosowanie niestandardowych surowców, choć rodzaj zastosowanych sładów ma wpływ na przebieg procesu [36]. Pierwszą z wymienionych metod można nazwać biologiczną. Polega ona na modyfikacji tradycyjnego procesu produkcji piwa w kierunku ograniczenia fermentacji. Można dodatkowo wykorzystać brzezki o małej zawartości cukrów fermentujących, co osiąga się np. poprzez odpowiedni program zacierania [36]. Ograniczenie fermentacji można uzyskać poprzez użycie szczepów drożdży słabo fermentujących maltozę (główny dwucukier obecny w brzezce) lub niefermentujących jej, takich jak *Saccharomyces ludwigii*, zamiast tradycyjnych *S. cerevisiae*. Nie wytwarzają one inwertazy i maltazy, dzięki czemu są w stanie fermentować tylko glukozę, fruktozę i sacharozę. Piwo pozostaje słodkie. Zaletę tej metody stanowi łatwość prowadzenia i kontrolowania procesu. Innym rozwiązaniem jest przerwanie fermentacji przez gwałtowne schłodzenie brzezki lub ograniczenie fermentacji przez prowadzenie jej w niskiej temperaturze. Brzezka nie jest natleniana, co ogranicza namnażanie drożdży i przedłuża lag fazę, podczas której metabolizują one cukry wytwarzając związki wpływające na smak oraz redukują związki karbonylowe (odpowiedzialne za „brzezkowy” smak), ale nie produkują alkoholu [4, 24]. Fermentacja może również zostać przerwana przez usunięcie komórek drożdży na drodze odwirowania, filtracji lub poprzez pasteryzację po osiągnięciu stężenia alkoholu wynoszącego 0,5 % (v/v). Takie piwo cechuje się „siarkowym” smakiem, który jest usuwany podczas leżakowania [8, 36]. Inne rozwiązanie stosowane do otrzymywania piw niskoalkoholowych stanowi skrócenie czasu kontaktu drożdży z brzezka podczas fermentacji, co można uzyskać przez wolny, ciągły przepływ brzezki nad unieruchomionymi drożdżami, czyli zastosowanie techniki drożdży immobilizowanych [60]. Piwa produkowane w ten sposób należy poddać pasteryzacji w celu zapewnienia bezpieczeństwa. Uniemożliwi to zająście w opakowaniu drugiej

fermentacji, która mogłaby spowodować znaczny wzrost ciśnienia i nawet rozerwanie butelki czy puszki.

Piwa niskoalkoholowe można otrzymać również przy użyciu metod fizycznych. Jak wspomniano wyżej, polegają one na usunięciu alkoholu z piwa na końcu procesu produkcyjnego. Niezależnie od zastosowanej techniki, wiąże się to niestety z utratą smaku oraz odczucia pełności i świeżości piwa.

Do grupy metod fizycznych należą procesy termiczne, a dokładniej destylacja pod ciśnieniem atmosferycznym (rzadziej stosowana) lub obniżonym. Konieczność długotrwałego utrzymania piwa w podwyższonej temperaturze (co najmniej 60 °C) wywołuje nieodwracalne niekorzystne zmiany, takie jak pociemnienie, karmelizacja cukrów resztkowych i degradacja związków odpowiedzialnych za aromat [36]. Co więcej, lotne związki smakowe (alkohole wyższe i estry) oraz goryczkowe są usuwane razem z destylatem [8]. Przy użyciu wyparek próżniowych można obniżyć stężenie alkoholu nawet do ok. 0,03 % (v/v) [27].

Drugą możliwością jest zastosowanie procesów membranowych. Membrany to półprzepuszczalne błony, przez które selektywnie migrują wybrane substancje rozpuszczone lub rozpuszczalnik. Do dealkoholizacji piwa stosuje się dializę, odwróconą osmozę i perwaporację. Dializa jest procesem rozdziału substancji rozpuszczonych pod wpływem gradientu stężeń [48]. Odpowiednio małe cząsteczki substancji rozpuszczonych, które razem z rozpuszczalnikiem są w stanie migrować przez pory membrany, przechodzą z roztworu oczyszczanego do dializatu (dostarczanej stale do modułu cieczy odbierającej). W przypadku piwa jest to głównie etanol, ale również estry, alkohole wyższe i dwutlenek węgla. Straty niektórych estrów mogą sięgać nawet 65 % [32]. Niektórym stratom związków pożądaných w piwie można zapobiec poprzez zniwelowanie gradientu stężeń między piwem a dializatem. W przeciwnym kierunku mogą migrować jony soli mineralnych z wody (sód, wapń, azotany), co również ma wpływ na smak piwa. Drugą ze stosowanych technik membranowych jest odwrócona osmoza. W przeciwieństwie do dializy jest to proces wymuszony (wymaga dostarczenia energii z zewnątrz w postaci ciśnienia wyższego niż osmotyczne), a przez membranę migruje rozpuszczalnik, a nie substancje rozpuszczone. Zatem w przypadku dealkoholizacji piwa stosowane membrany powinny wykazywać wysoką przepuszczalność dla etanolu i wody, a jednocześnie pozostać nieprzepuszczalne dla związków decydujących o cechach sensorycznych napoju [48]. W wyniku przeprowadzania procesu odwróconej osmozy z piwa usuwana jest woda, etanol, a także pewne niepożądane związki chemiczne, np. siarczek dimetylu, niestety również niektóre estry i alkohole wyższe. W efekcie maleje objętość piwa, którą uzupełnia się poprzez dodawanie odsolonej wody (aż do uzyskania objętości początkowej). Istnieje również zastosowanie w tym celu permeatu po odparowaniu etanolu. Dzięki temu do retentatu wraca nie tylko woda, lecz również część związków odpowiedzialnych za walory sensoryczne

piwa. Wadą tej techniki jest konieczność ponownej karbonizacji otrzymanego piwa, ponieważ CO₂ usuwany jest w trakcie oczyszczania. W porównaniu z dializą piwo dealkoholizowane przy użyciu odwróconej osmozy jest pełniejsze w smaku [36]. Podczas perwaporacji oczyszczany roztwór odparowuje natomiast na granicy faz z membraną nieporowatą, dyfunduje przez nią jako gaz i kondensuje na drugiej granicy faz. Co najistotniejsze, skład fazy gazowej nie zależy od równowagi ciecz – para układu, co w odpowiednich układach zapewnia bardzo wysoką efektywność oczyszczania. Dzięki temu możliwe jest odwadnianie nawet azeotropowej mieszaniny etanol – woda lub, jak w tym przypadku, usuwanie etanolu z piwa [48].

Podsumowując, można stwierdzić, że piwa bezalkoholowe otrzymane metodami biologicznymi cechują się zwykle smakiem podobnym do brzezki (co wynika z pozostałej zawartości związków karbonylowych), dużą słodkością oraz brakiem aromatów estrowych (owocowych). Z kolei te otrzymane za pomocą procesów termicznych mogą charakteryzować się najmniejszą zawartością alkoholu, karmelowym posmakiem lub niższym odczuciem pełności smaku. Ponadto produkty karmelizacji powstałe na skutek ogrzewania cukrów resztkowych, w przypadku braku zgodności punktów izoelektrycznych z piwem, mogą obniżać jego stabilność koloidalną. Procesy membranowe prowadzą do otrzymania piw o słabo zaznaczonym bukicie [36].

Piwa bezglutenowe

Gluten to frakcja białek z grupy prolamin obecnych w nasionach zbóż, takich jak: pszenica (gliadyna), żyto (sekalina), jęczmień (hordeina), owies (awenina). Dieta bezglutenowa jest jedynym skutecznym sposobem leczenia celiakii (choroby trzewnej) i innych chorób glutenezależnych, tj. choroby Duhringa, alergii na gluten czy nieceliakalnej nadwrażliwości na gluten [13]. Zatem piwa wytwarzane z tradycyjnych sładów browarniczych (jęczmiennych, pszenicznych) i w tradycyjny sposób (z pominięciem enzymatycznej hydrolizy glutenu), nie mogą być spożywane przez osoby z jakąkolwiek postacią nietolerancji glutenu. Jego obecność w diecie, np. osób chorych na celiakię, prowadzi do zaniku kosmków jelita cienkiego i wypustek błony śluzowej, a w konsekwencji do niepożądanych zmian chorobowych spowodowanych niedoborami składników pokarmowych. Według danych Polskiego Stowarzyszenia Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej w Polsce na celiakię choruje ok. 1 % populacji, czyli ok. 380 tys. osób, a nadwrażliwość na gluten (tzw. *gluten sensitivity*) może dotyczyć nawet 6 % populacji [45].

Piwo nie jest niezbędnym elementem diety, jednak spożywanie go może poprawić komfort życia chorego na celiakię. Osoby na diecie bezglutenowej mogą mieć problem z niewystarczającym spożyciem błonnika pokarmowego, którego źródłem (pod postacią β -glukanów i arabinoksyfanów) może być piwo. Co więcej, osoby zdiagnozowane dopiero w wieku dorosłym mogą mieć wykształcone nawyki żywieniowe, które trudno

będzie radykalnie zmienić [39]. Ponadto w ostatnich latach dieta bezglutenowa stała się popularna. Jest promowana przez celebrytów. Na podstawie tych trendów właściciele wielu restauracji umieszczają w ofercie żywność bezglutenową, a jej nieodłącznym elementem jest piwo. Powstają również restauracje deklarujące całkowicie bezglutenowe menu. Jak informuje Agencja Mintel [61], ok. 8 % społeczeństwa polskiego poszukuje produktów bezglutenowych. Zatem piwa bezglutenowe stają się ważną pozycją na rynku browarniczym.

Do produkcji piwa bezglutenowego można stosować dwie technologie. Pierwsza polega na zastosowaniu klasycznych surowców piwowskich i usuwaniu glutenu podczas procesu. Można to osiągnąć na drodze hydrolizy enzymatycznej z udziałem peptydazy prolinowej (najczęściej pochodzenia mikrobiologicznego), która rozkłada wiązania peptydowe utworzone przez prolinę oraz transglutaminazy, która modyfikuje frakcję glutenową lub użycie genetycznie zmodyfikowanych drożdży, które są w stanie ten enzym wytworzyć [18]. W taki sposób można uzyskać piwo w każdym stylu, praktycznie bez istotnego uszczerbku dla właściwości, za które odpowiadają białka (pienistość, stabilność koloidalna), a nawet podwyższyć jego jakość (ograniczyć ryzyko powstania zmętnienia w czasie przechowywania). Podczas produkcji tych piw należy przykładać szczególną wagę do unikania zanieczyszczenia krzyżowego materiałami zawierającymi gluten. W ostatnich latach prowadzone są z dobrym skutkiem badania nad możliwością obniżenia poziomu glutenu za pomocą standardowych środków klarujących, takich jak żel krzemionkowy o dużym powinowactwie do reszt proliny [18].

Drugim sposobem jest zastąpienie tradycyjnych surowców jęczmiennych lub pszenicznych zawierających gluten innym źródłem węglą, np. sacharozą lub syropem (miodem). Ma to jednak negatywne konsekwencje. Słody wnoszą do brzezki nie tylko cukry podlegające fermentacji, ale również inne związki niezbędne do prawidłowego metabolizmu drożdży i kształtujące cechy sensoryczne piwa. W takim przypadku związki te muszą być wprowadzane do brzezki dodatkowo. W zależności jednak od uregulowań prawnych danego kraju, tak otrzymany napój może nie być uznawany za piwo [8, 42].

Do produkcji piwa bezglutenowego można również stosować inne gatunki zbóż (ryż, kukurydzę, owies pochodzący z kontrolowanych upraw, wykluczających zanieczyszczenie zbożami glutenowymi) lub tzw. pseudozboża (np. szarłat, sorgo, grykę, komosę ryżową) niezawierające glutenu [43]. W takim przypadku konieczne jest jednak indywidualne opracowywanie parametrów słodowania, a następnie zacierania i gotowania brzezki przygotowanej na niekonwencjonalnych słodach [34]. Mimo licznych prób otrzymane słody charakteryzują się jednak często małą zawartością enzymów amylolitycznych, a piwo – niepożądanym smakiem, słabą pienistością i zmętnieniem. Z powodu wymienionych problemów surowce te nie są jak na razie szeroko stosowane do produkcji piwa w Europie [42]. Inżynierię genetyczną można

wykorzystać również do stworzenia takich odmian zbóż, które nie zawierają białek glutenowych. Należy jednak pamiętać o istotnych ograniczeniach we wprowadzaniu odmian GMO do obrotu i użyciu do produkcji żywności [8].

W ostatnich kilku latach na polskim rynku pojawiło się kilka piw bezglutenowych, np. Cechowe Bezglutenowe (Spółka Van Pur – marka Biedronki), Połczyńskie Bezglutenowe (Browar Połczyn-Zdrój), Kormoran Jasny Bezglutenowy (Browar Kormoran), BROK Gluten Free, Kultowe Bezglutenowe (Browar Staropolski), Lubuskie Bezglutenowe (Browar Witnica S.A.), Gluten Tag Free IPA (Browar Pinta), Chmielakia – Bezglutenowe IPA (Browar Wąsosz). Coraz więcej browarów rzemieślniczych podejmuje się również produkcji piw bezglutenowych, często w krótkich seriach, dostępnych lokalnie. Natomiast w wykazie produktów ze znakiem towarowym Przekreślonego Kłosa, przygotowanym przez Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej, znajduje się tylko jedno piwo (stan na 10.09.2020.), tj. Kormoran Jasny Bezglutenowy (Browar Kormoran – nr licencji: PL-065-001) [46]. Na polskim rynku dostępne są również importowane bezglutenowe (*bez lepku*) piwa czeskie: Bernard i Celia.

Piwa izotoniczne

Dostępne na rynku napoje izotoniczne skierowane są do osób przejawiających aktywność fizyczną, które chciałyby uzupełnić tracone podczas wysiłku wodę, składniki mineralne (głównie sód i potas) oraz węglowodany [30].

Zgodnie z zaleceniami Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) oświadczenie zdrowotne o treści „izotoniczny” może być umieszczone na etykiecie wtedy, gdy napój będzie wykazywał osmolalność w zakresie $270 \div 330$ mOsm/kg wody [15]. Osmolalność definiowana jest jako liczba moli związków osmotycznie czynnych rozpuszczonych w 1 kg rozpuszczalnika [56]. Poniżej dolnej wartości roztwór określany jest jako hipotoniczny, a powyżej górnej – hipertoniczny.

Jednym z powodów wzrostu zainteresowania piwami bezalkoholowymi jest możliwość stosowania w stosunku do nich oświadczeń zdrowotnych sugerujących ich pozytywny wpływ na zdrowie. Można je określać jako izotoniczne w przeciwieństwie do klasycznych piw. W wyniku obecności aktywnego osmotycznie etanolu ich osmolalność znacznie przekracza sugerowany górny próg (330 mOsm/kg wody) i wynosi ok. $900 \div 1100$ mOsm/kg wody lub nawet do 1600 mOsm/kg wody w przypadku mocnych piw [30, 62]. Silna hipertoniczność w połączeniu z efektem diuretycznym sprawia, że picie klasycznego piwa zamiast nawodnić organizm, może nawet przyczynić się do dalszego odwodnienia [12].

Osmolalność piw bezalkoholowych jest o wiele niższa (zblizona do 300 mOsm/kg wody), a w niektórych przypadkach nawet za niska, by móc użyć

oświadczenia zdrowotnego na etykiecie. Krennhuber i wsp. [30] uważają, że po odgazowaniu piw wszystkie mogą stać się hipotoniczne.

Istotną cechą dobrego napoju izotonicznego dla sportowców jest zdolność do uzupełniania węglowodanów oraz składników mineralnych traconych z potem podczas wysiłku. Dlatego zaleca się, żeby stężenie zawartych w nim węglowodanów wynosiło ok. $6 \div 7\%$, sodu – ok. 500 mg/dm^3 , a potasu – ok. 125 mg/dm^3 [12]. O ile piwa bezalkoholowe spełniają pierwszy warunek (mogą zawierać dużo nieprzefermentowanych cukrów), to niestety cechują się one bardzo małą zawartością sodu i pod tym względem nie są dobrym wyborem dla sportowców. Rozwiązaniem jednak może być dodatek odpowiednich soli sodu i potasu, co poprawi skład mineralny piwa, nie wpływając negatywnie na jego smak i inne cechy sensoryczne.

W ofercie polskiego zakładu rzemieślniczego Browar BK znajduje się bezalkoholowe piwo izotoniczne z dodatkiem elektrolitów. Na polskim rynku dostępna jest także czeska marka Birell, która izotoniczność swojego bezalkoholowego piwa wykorzystuje jako kluczową jego cechę w marketingu. Warto nadmienić, że producent na stronie internetowej dokładnie opisuje proces produkcji piwa (przerwanie fermentacji po osiągnięciu stężenia alkoholu 1% poprzez schłodzenie, a następnie dealkoholizacja), jak również przedstawia wynik pomiaru osmolalności ($281 \div 312 \text{ mOsm/kg}$) oraz zawartości węglowodanów (6 g/100 dm^3).

Piwa o zwiększonej zawartości ksantohumolu

Ksantohumol jest głównym polifenolem występującym w chmielu i stanowi ok. $0,5\%$ jego suchej masy. Wykazuje pozytywny wpływ na zdrowie człowieka, m.in. silne działanie przeciwutleniające, przeciwzapalne i przeciwbakteryjne, a także hamujące wzrost i aktywność komórek nowotworowych [26].

Ksantohumol jest związkiem słabo rozpuszczalnym w wodzie (ok. $1,3 \text{ mg/dm}^3$). Podczas gotowania brzezki znaczna część tego związku ulega termicznej izomeryzacji do izoksantohumolu, którego aktywność biologiczna jest zdecydowanie niższa [23]. Ksantohumol jest usuwany również z osadami (tzw. przełomem gorącym) oraz podczas filtracji i stabilizacji. Ostatecznie w tradycyjnie produkowanym piwie jego stężenie nie przekracza $0,13 \text{ mg/dm}^3$ w odmianach jasnych i 1 mg/dm^3 w ciemnych [64]. W piwach wzbogaconych można osiągnąć ponad 3 mg/dm^3 [69].

Główna metoda produkcji piw wzbogaconych w ksantohumol polega na dodawaniu specjalnie przygotowanych produktów chmielowych wyprodukowanych z szyszek pozbawionych związków goryczkowych (np. przez ekstrakcję nadkrytycznym CO_2). Dzięki temu nie następuje wzrost odczuwanej podczas picia goryczy [23]. Do wzbogacania bardziej nadają się piwa ciemne. Wunderlich i wsp. [68] zauważyli pozytywny wpływ związków odpowiedzialnych za barwę (prawdopodobnie melanoidyn powstałych w wyniku reakcji Maillarda podczas prażenia słodu) na ograniczenie izomeryzacji

ksantohumolu, a w efekcie wzrost jego stężenia w piwie. Korzystne jest również dodanie chmielu w dużej ilości na krótko przed końcem gotowania brzezki, a następne szybkie jej schłodzenie poniżej 80 °C, rezygnacja z użycia związków stabilizujących oraz wielokrotne wykorzystanie drożdży (pewna ilość ksantohumolu jest adsorbowana na powierzchni komórek) [8].

Do tej pory na rynku nie ma niestety zainteresowania takim rodzajem piw funkcjonalnych, dlatego występują one tylko u pojedynczych producentów, jak czeski Žatec Xantho lub niemiecki XAN Hefe-Weissbier.

Piwa probiotyczne

Zgodnie w obowiązującą definicją przedstawioną przez Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) oraz Światową Organizację Zdrowia (WHO) w 2002 roku, probiotyki to żywe mikroorganizmy, które podane w odpowiedniej liczbie wywierają korzystny wpływ na zdrowie gospodarza [47]. Miejscem ich działania są jelita, w których osiedlają się i funkcjonują. Mechanizmy korzystnego oddziaływania mikroorganizmów probiotycznych na organizm człowieka są wielokierunkowe i zależą od użytego szczepu. W dużej jednak mierze ich prozdrowotny potencjał jest związany z oddziaływaniem immunomodulującym. Probiotyki ograniczają zaburzenia immunologiczne, m.in. reumatoidalne zapalenie stawów, nieswoiste zapalenie jelit, atopowe zapalenie skóry. Inne godne uwagi oddziaływania zdrowotne obejmują zmniejszanie objawów nietolerancji laktozy, regulację mikroflory jelitowej i poprawę trawienia, działanie przeciwalergiczne, hipotensyjne, przeciwnowotworowe (głównie nowotwory sutka), przeciwwirusowe i przeciwbakteryjne (w tym zapobieganie biegunkom bakteryjnym i wirusowym), a nawet przeciwdepresyjne i przeciwłękowe [71].

W celu uzyskania efektu poprawy zdrowia probiotyki powinny być spożywane w „odpowiedniej dawce terapeutycznej”, która musi być ustalona na podstawie badań klinicznych. Powszechnie uważa się, że minimalna dawka kluczowa dla utrzymania efektu terapeutycznego wynosi od $10^6 \div 10^9$ do $10^8 \div 10^{10}$ komórek dziennie [35].

Mikroorganizmy probiotyczne powszechnie stosowane do produkcji żywności należą do grupy bakterii kwasu mlekowego z rodzajów *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. W przypadku wprowadzania ich do żywności brak jest uregulowań prawnych, a także określonych lub obowiązujących standardów co do ich wymaganego poziomu. Zatem dla środków spożywczych zawierających szczepy probiotyczne nie można wydawać oświadczeń zdrowotnych o korzystnych skutkach zdrowotnych, a jedynie oświadczenia żywieniowe typu „zawiera żywe komórki/szczepy probiotyczne”. Jak podają Nowak i wsp. [38], koncentracja szczepów probiotycznych w mleku w proszku dla niemowląt pozostaje na poziomie ok. 10^7 komórek/g, w produktach mleczarskich – ok. $2 \div$

5×10^{10} komórek/100 g produktu, w lodach – ok. 10^7 komórek/g, w sokach owocowych – ok. 10^6 komórek/100 ml, a w czekoladach – ok. 10^7 komórek/g.

Utrzymanie żywotności mikroorganizmów probiotycznych w środowisku piwa jest bardzo dużym wyzwaniem technologicznym. Stosunkowo niskie pH, obecność alkoholu i rozpuszczalnych izo- α -kwasów, będących efektem izomeryzacji α -kwasów ekstrahowanych z chmielu podczas gotowania brzezki, należą do związków przeciwdrobnoustrojowych i hamują wzrost i rozwój G(+) probiotycznych bakterii kwasu mlekowego w piwie. Chan i wsp. [11] wykazali brak zdolności probiotycznych szczepów *Lactobacillus* (*L. acidophilus* NCFM, *L. paracasei* Lpc-37, *L. rhamnosus* HN001, *L. bulgaricus* Lb-64, *L. acidophilus* L10, *L. paracasei* L26) do wzrostu i przeżycia w środowisku brzezki chmielonej. W ciągu siedmiu dni przechowywania w temp. 37 °C wszystkie szczepy obumarły, podczas gdy ich liczba w brzezce niechmielonej wynosiła co najmniej 8,5 log komórek/ml. Jak wykazano w dalszych badaniach, obecność komórek drożdży browarniczych i niska temperatura przechowywania (5 °C) miały pozytywny wpływ na przeżywalność szczepu *L. paracasei* L26 w chmielonym piwie. Liczba probiotycznych pałeczek przekraczała 5 log komórek/ml podczas 28 dni przechowywania. Autorzy badań sugerują, że wrodzone mechanizmy odporności *S. cerevisiae* na izo- α -kwasy chmielowe, związane ze zmianą struktury ściany komórkowej, wyłapywaniem i przechowywaniem tych związków w wakuolach, obniżyły ich poziom w środowisku, co poprawiło przeżywalność pałeczek *Lactobacillus*. Ponadto w niskiej temperaturze jonoforyczne oddziaływanie trans-humulonu zostało obniżone ze względu na ograniczoną możliwość wnikania przez błonę komórkową bakterii. Oznacza to, że potencjalne piwo probiotyczne musiałyby być niepasteryzowane, niefiltrowane i chmielone specjalnie przygotowanymi preparatami. Być może przeżywalność G(+) bakterii probiotycznych mogłaby zostać poprawiona z zastosowaniem technik mikrokapsułkowania.

Wyjątkowo predysponowane do przetrwania w środowisku piwa mogą być jedyne poznane dotąd probiotyczne drożdże – *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* (synonim *S. boulardii*). Zostały one wyizolowane przez francuskiego mikrobiologa Henry'ego Boularda w 1923 roku ze skórki owoców tropikalnych liczi i mangostanu. Pomimo że są one bardzo blisko spokrewnione genetycznie z *S. cerevisiae*, ich właściwości metabolicznie i fizjologicznie bardzo się różnią. Przede wszystkim bardzo dobrze tolerują niskie pH żołądka i obecność soli kwasów żółciowych. Ich optymalna temperatura wzrostu wynosi 37 °C, dzięki czemu szybko osiągnięta jest wysoka liczba komórek w jelitach [37, 52]. Spełniają one zatem podstawowe wymagania stawiane mikroorganizmom probiotycznym. Wprawdzie nie występują naturalnie w układzie pokarmowym i w przeciwieństwie do innych probiotyków nie są zdolne do adhezji i kolonizacji nabłonka jelitowego, ale bytując w nim tymczasowo, wykazują szereg aktywności o korzystnym działaniu na organizm człowieka i zwierząt, a następnie ule-

gają wydaleni. Są naturalnie odporne na antybiotyki. Należy zaznaczyć, że w przypadku rozpatrywania ich jako dodatku do piwa, są one również odporne na chmielowe izo- α -kwasy. *S. boulardii* są szeroko stosowane na całym świecie przede wszystkim w profilaktyce i leczeniu zaburzeń jelitowo-żołądkowych i biegunek o różnej etiologii zarówno u dzieci, jaki i u dorosłych. Są zalecane w leczeniu ostrych biegunek infekcyjnych, w zapobieganiu biegunkom poantybiotykowym, jako uzupełnienie leczenia zakażenia *Clostridium difficile*, w zapobieganiu biegunkom związanym z żywieniem dojelitowym i w zapobieganiu biegunkom podróźnych. *Saccharomyces boulardii* stosuje się również w zespole jelita drażliwego, w chorobach zapalnych jelit (m.in. w niespecyficznym zapaleniu jelit, w chorobie Leśniowskiego-Crohna, wrzodziejącym zapaleniu jelita grubego), w infekcjach spowodowanych zakażeniem *Helicobacter pylori* i w zakażeniach pasożytniczych [1, 10, 40, 51, 58].

S. boulardii są zdolne do przeprowadzenia fermentacji chmielonej brzeczki piwnej, podobnie jak szlachetne drożdże browarnicze, a otrzymane piwa charakteryzują się przyjemnymi cechami sensorycznymi, co jest bardzo ważnym kryterium, które należy wziąć pod uwagę przed użyciem drożdży probiotycznych do produkcji piwa [37, 40]. Eksperymentalne piwa uzyskane z ich udziałem charakteryzują się wysoką kwasowością lotną. W przypadku, gdy wchodzi w skład kultur mieszanych ze szczepami klasycznych drożdży browarniczych, kwasowość otrzymanych piw jest zdecydowanie niższa. Z badań wynika, że klasyczne szczepy drożdży browarniczych mają zdolność do metabolizowania kwasu octowego produkowanego przez probiotyczne *S. boulardii* podczas fermentacji, redukując tym samym poziom kwasowości piwa. Stwarza to możliwość przemyślanej kompozycji mieszanych kultur starterowych produkujących metabolity wtórne na założonym poziomie, a tym samym pozwala na kontrolowane tworzenie zróżnicowanych walorów sensorycznych piw probiotycznych [9].

Fundamentalną cechą mikroorganizmów probiotycznych jest ich przeżywalność i tempo zamierania podczas przechowywania, od którego zależy długość terminu przydatności produktu probiotycznego do spożycia. *S. boulardii* wykazują się nawet większą przeżywalnością od tradycyjnych szczepów drożdży piwowarskich. Mulero-Cerezo i wsp. [37] po 45 i 60 dniach przechowywania butelkowanego piwa stwierdzili, że liczba *S. boulardii* przekraczała 5×10^6 komórek/dm³, co oznacza, że spożycie 0,5 l piwa dostarczy do organizmu więcej niż wymagane 10^9 komórek/dm³.

Na podstawie przedstawionych badań można stwierdzić, że jest możliwe wyprodukowanie piwa o właściwościach probiotycznych, jednak wymaga to dalszych badań w celu optymalizacji receptur i procesu. Bieszczadzki Browar Ursa Maior wprowadził na rynek piwo „Spod lady Probiotic”. Producent deklaruje, że zawiera ono bakterie *Lactobacillus paracasei*, jednak nie podał informacji o liczbie obecnych tam komórek bakteryjnych. Biorąc jednak pod uwagę, że piwo jest chmielone i zawiera 5,8 % (v/v) alkoholu, efekt probiotyczny jest wątpliwy.

Trzeba ponadto podkreślić, że zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa żywnościowego w Europie zabronione jest stosowanie oświadczeń zdrowotnych na etykietach napojów alkoholowych, dlatego częścią rynku odpowiednią dla piw reklamowanych jako probiotyczne jest segment piw bezalkoholowych lub niskoalkoholowych [52].

Piwa gruit

Do piw funkcjonalnych zaliczyć można również piwa w stylu *gruit*. Termin „gruit” (rzadziej „grut”) zmienił swoje znaczenie na przestrzeni wieków. Obecnie określa się nim wszystkie piwa, w których funkcję przyprawy nie pełni chmiel, lecz inne surowce roślinne.

W pierwotnym znaczeniu gruitem nazywano mieszaninę ziół służącą do nadania piwu goryczy i aromatu. W jej skład mogło wchodzić nawet 40 ziół i przypraw, m.in. woskownica europejska, krwawnik pospolity, bagno zwyczajne, bluszcz kurdybanek, jagody jałowca, nasiona kminku, później również tzw. przyprawy korzenne (cynamon, anyż, imbir, owoce muszkatowca). Podstawą były pierwsze trzy wymienione gatunki ziół. Niektóre składniki gruitu spożyte w nadmiarze mogły mieć działanie psychoaktywne: odurzające, narkotyczne, psychotropowe, a także wzmagające popęd seksualny czy oddziałujące poronnie [6]. Z drugiej strony większość wymienionych składników charakteryzuje się właściwościami prozdrowotnymi.

Bawarskie Prawo Czystości (niem. Reinheitsgebot), wprowadzone w 1516 r. przez księcia Wilhelma IV, narzuciło stosowanie chmielu jako przyprawy do piwa najpierw w Bawarii, a potem w całych Niemczech. W rezultacie pozycja gruitu słabła znacząco i ok. XVII wieku piwa z jego dodatkiem były już tylko wyjątkami lub w niektórych rejonach Europy zanikły całkowicie [21].

Na szczęście piwna rewolucja uchroniła ten styl od zapomnienia i przywróciła piwo konsumentom [6]. W Polsce produkowany jest „Gruit Kopernikowski” przez Browar Kormoran oraz „Zielarka” – przez Browar Profesja. Pewne podobieństwo do piwa gruit wykazuje styl rosanke – piwo warzone na Warmii, w którym również często zastępowano chmiel ziołami. Komercyjnie takie piwo uwarzył również Browar Kormoran.

Obecnie do piwa dodawane są różne, czasem niekonwencjonalne zioła i inne dodatki [57]. W tym zakresie z pewnością prym wiodą browary rzemieślnicze. Do najpopularniejszych ziół o działaniu prozdrowotnym należy korzeń imbiru o działaniu przeciwcukrzycowym, hipolipemizującym, przeciwdrobnoustrojowym, antyagregacyjnym i przeciwutleniającym [31]. Chętnie stosowana jest też lawenda o właściwościach uspokajających, przeciwłękowych oraz przeciwbakteryjnych, przeciwgrzybiczych i przeciwutleniających [2]. Może stanowić substytut chmielu, podobnie jak jałowiec będący podstawą piw gruit oraz tradycyjnego fińskiego piwa sahti [16]. Jałowiec ma

działanie grzybobójcze, bakteriobójcze i moczopędne. Poprawia ukrwienie błony śluzowej żołądka, wspomaga trawienie i przemianę materii. Działa również poronnie, stąd piwa z jego dodatkiem nie mogą być spożywane przez kobiety w ciąży [57].

Kolendra dodawana głównie do belgijskich piw w stylu Witbier ma silne właściwości przeciwutleniające, rozkurczowe i pobudzające apetyt [29]. Do piw rzemieślniczych dodawane są także inne zioła i przyprawy, takie jak: cetyna sosnowa, trawa cytrynowa, wrzos, werbena, lukrecja, papryczka chili, skórki cytryny i pomarańczy, cynamon, goździki, hibiskus, kardamon, wanilia, kminek, korzeń arcydzięgla, anyż [5]. Oprócz charakterystycznych walorów sensorycznych wnoszą one szereg korzyści prozdrowotnych. Szczególnie cenne dotyczą wzrostu aktywności przeciwutleniającej piwa. Należy zaznaczyć, że efekt taki można uzyskać również wprowadzając do piwa soki/koncentraty owocowe, np. z czarnej porzeczki, aronii, bzu czarnego, malin, dereńia [24].

Podsumowanie

Rynek piwa w Polsce jest zdominowany przez spółki należące do międzynarodowych koncernów. W preferencjach konsumentów wciąż przeważają piwa dolnej fermentacji, w tym lager (zajmujący ok. 75 % rynku). Jednak w ostatnim czasie pogląd na piwo bardzo się zmienił. Dynamicznie rozwijający się rynek piw rzemieślniczych wyraźnie przekształca upodobania konsumentów w kierunku bardziej wyrafinowanych oczekiwań wobec jakości sensorycznej, lecz również prozdrowotnej piwa. Segment piw funkcjonalnych wyraźnie się wyodrębnia. Piwa niskoalkoholowe i bezalkoholowe są prawdopodobnie najszybciej rosnącą kategorią na rynku. Przyrost jest rezultatem wzrostu świadomości konsumentów na temat konsekwencji spożywania alkoholu. Do ich produkcji wykorzystywane są metody biologiczne (ograniczające ilość powstającego alkoholu) lub fizyczne (usuwające alkohol z piwa). Innymi grupami piw funkcjonalnych, które mogą zdobyć stałe miejsce na rynku, są piwa bezglutenowe, probiotyczne, izotoniczne oraz o zwiększonej zawartości ksantohumolu, z dodatkiem ziół o właściwościach prozdrowotnych. Spożywanie ich, zwłaszcza w wersji bezalkoholowej, może mieć pozytywny wpływ na samopoczucie i zdrowie człowieka.

Literatura

- [1] Abbas Z., Yakoob J., Jafri W., Ahmad Z., Azam Z., Usman M.W., Shamim S., Islam M.: Cytokine and clinical response to *Saccharomyces boulardii* therapy in diarrhea-dominant bowel syndrome: A randomized trial. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.*, 2014, 26, 630-639.
- [2] Adaszyńska-Skwirzyńska M., Swarczewicz M.: Skład chemiczny i aktywność biologiczna lawendy lekarskiej. *Wiadomości Chemiczne*, 2014, 68, 11-12.
- [3] Anonim: Zmiany w konsumpcji piwa. [on line]. Dostęp w Internecie [11.03.2020]: <https://raportrolny.pl/zmiany-w-konsumpcji-piwa>

- [4] Bellut K., Michel M., Zarnkow M., Hutzler M., Jacob J., de Schutter D.P., Daenen L., Lynch K.M., Zannini E., Arendt E.K.: Application of non-*Saccharomyces* yeasts isolated from kombucha in the production of alcohol-free beer. *Fermentation*, 2018, 4 (3), #66.
- [5] Browamator: Dodatki do piwa. [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: <https://browamator.pl/produkty/piwo/piwo-surowce/dodatki-do-piwa/przyprawy,2,85>
- [6] Buhner S.H.: The fall of gruit and the rise of brewer's droop. [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: http://www.gruitale.com/fall_of_gruit.htm
- [7] Buiatti S.: Beer composition: An overview. In: *Beer in Health and Disease Prevention*. Ed. V.R. Preedy. Wyd. Academic Press, Londyn 2008, pp. 213-225.
- [8] Burger F., Zarnkow M.: Special production methods. In: *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. Ed. H.M. Eßlinger. Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim 2009, pp. 235-256.
- [9] Capece A., Romaniello R., Pietrafesa A., Siesto G., Pietrafesa R., Zambuto M., Romano P.: Use of *Saccharomyces cerevisiae* var. *bouardii* in co-fermentations with *S. cerevisiae* for the production of craft beers with potential healthy value added. *Int. J. Food Microbiol.*, 2018, 284, 22-30.
- [10] Carstensen J.W., Chehri M., Schønning K., Rasmussen S.C., Anhøj J., Godtfredsen N.S., Andersen C.Ø., Petersen A.M.: Use of prophylactic *Saccharomyces bouardii* to prevent *Clostridium difficile* infection in hospitalized patients: A controlled prospective intervention study. *Eur. J. Clinical Microbiol. Infect. Dis.*, 2018, 37, 1431-1439.
- [11] Chan M.Z.A., Chua J.Y., Toh M., Liu S.Q.: Survival of probiotic strain *Lactobacillus paracasei* L26 during co-fermentation with *S. cerevisiae* for the development of a novel beer beverage. *Food Microbiol.*, 2019, 82, 541-550.
- [12] De Fusco D.O., Madalen L.L., del Bianchi V.L., da Silva Bernardo A., Assis R.R., de Almeida Teixeira G.H.: Development of low-alcohol isotonic beer by interrupted fermentation. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2019, 54 (7), 2416-2424.
- [13] Dittfeld A., Gwizdek K., Parol D., Michalski M.: Dieta bezglutenowa – charakterystyka grup docelowych. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 2018, 72, 227-239.
- [14] Drzewiecka K., Suliburska J.: Dietoterapia skazy moczanowej. *Forum Zaburzeń Metabolicznych*, 2012, 2 (3), 125-129.
- [15] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific opinion on the substantiation of health claims related to carbohydrate-electrolyte solutions and reduction in rated perceived exertion/effort during exercise (ID 460, 466, 467, 468), enhancement of water absorption during exercise (ID 314, 315, 316, 317, 319, 322, 325, 332, 408, 465, 473, 1168, 1574, 1593, 1618, 4302, 4309), and maintenance of endurance performance (ID 466, 469) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J.*, 2011, 9 (6), #2211.
- [16] Ekberg J., Gibson B., Joensuu J.J., Krogerus K., Magalhães F., Mikkelsen A., Seppänen-Laakso T., Wilpola A.: Physicochemical characterization of sahti, an 'ancient' beer style indigenous to Finland. *J. Inst. Brew.*, 2015, 121 (4), 464-473.
- [17] European Commission: Happy international beer day! [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/EDN-20200807-1>
- [18] Fanari M., Forteschi M., Sanna M., Zinellu M., Porcu M.C., Pretti L.: Comparison of enzymatic and precipitation treatments for gluten-free craft beers production. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 2018, 49, 76-81.
- [19] Gao Y., Fang L., Wang X., Lan R., Wang M., Du G., Guan W., Liu J., Brennan M., Guo H., Brennan C., Zhao H.: Antioxidant activity evaluation of dietary flavonoid hyperoside using *Saccharomyces cerevisiae* as a model. *Molecules*, 2019, 24 (4), #788.
- [20] Groń K.: Pivne podsumowanie 2019. [on line]. Dostęp w Internecie [6.01.2020]: <http://www.zwrotnica.com.pl/2020/01/pivne-podsumowanie-2019.html>

- [21] Hus M.: Od gruitu do Kölscha, czyli charakterystyka oraz historia piwa kolońskiego. [on line]. Dostęp w Internecie [27.09.2013]: <http://notopopiwku.blogspot.com/2013/09/od-gruitu-do-kolscha-czyli.html>
- [22] Jastrzębska A., Kowalska S., Szyłk E.: New procedure for column-switching isotachopheric determination of vitamins B1 and B6 in beer samples. *J. Food Compos. Anal.*, 2017, 57, 80-86.
- [23] Karabín M., Jelínek L., Kinčl T., Hudcová T., Kotlíková B., Dostálek P.: New approach to the production of xanthohumol-enriched beers. *J. Inst. Brew.*, 2013, 3, 98-102.
- [24] Kawa-Rygielska J., Adamenko K., Kucharska A.Z., Prorok P., Piórecki N.: Physicochemical and antioxidative properties of Cornelian cherry beer. *Food Chem.*, 2019, 281, 147-153.
- [25] Kirin Holdings Company: Global beer consumption by country in 2018. [on line]. Dostęp w Internecie [04.03.2021]: https://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2019/1224_01.html
- [26] Kołota A., Oczkowski M., Gromadzka-Ostrowska J.: Wpływ występujących w piwie związków polifenolowych na organizm – przegląd literatury. *Alkoholizm i Narkomania*, 2014, 27 (3), 273-281.
- [27] Kompania Piwowarska: 0% alkoholu. 100% smaku. Raport Kompanii Piwowarskiej o piwach bezalkoholowych w 2020 roku. [on line]. Dostęp w Internecie [20.11.2020]: https://www.kp.pl/files/cms/1606388039_0_Alkoholu_100_Procent_Smaku_Raport_Kompanii_Piwowarskiej_o_piwach_bezalkoholowych_w_2020_roku.pdf
- [28] Kordialik-Bogacka E.: Wartość żywieniowa piwa. W: *Żywność projektowana*. Red. M. Walczycka, A. Duda-Chodak, G. Jaworska i T. Tarko. Oddz. Małopolski PTTŻ, Kraków 2011, ss.124-138.
- [29] Kozłowska M., Ziarno M.: Kolendra – skład i zastosowanie. *Postępy Fitoterapii*, 2012, 2, 108-112.
- [30] Krennhuber K., Kahr H., Jäger A.: Suitability of beer as an alternative to classical fitness drinks. *Curr. Res. Nutr. Food Sci.*, 2016, 2, 26-31.
- [31] Kulczyński B., Gramza-Michałowska A.: Znaczenie żywieniowe imbiru. *Brom. Chemia Toksykol.*, 2016, 49 (1), 57-63.
- [32] Kunze W.: *Technologie piwa i słodu*. Wyd. Piwochmiel Sp. z o.o., Warszawa 1999.
- [33] Langenaekena N.A., de Schutterb D.P., Courtina C.M.: Arabinoxylan from non-malted cereals can act as mouthfeel contributor in beer. *Carbohydr. Polim.*, 2020, 239, #116257.
- [34] Mayer H., Ceccaroni D., Marconi O., Sileoni V., Perretti G., Fantozzi P.: Development of an all rice malt beer: A gluten free alternative. *LWT*, 2016, 67, 67-73.
- [35] Mishra S., Rath S., Mohanty N.: Probiotics – A complete oral healthcare package. *J. Interg. Med.*, 2020, 18 (6), 462-446.
- [36] Montanari L., Marconi O., Mayer H., Fantozzi P.: Production of alcohol-free beer. In: *Beer in Health and Disease Prevention*. Ed. V.R. Preedy. Academic Press, Londyn 2008, pp. 61-75.
- [37] Mulero-Cerezo J., Briz-Redón Á., Serrano-Aroca Á.: *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*: Valuable probiotic starter for craft beer production. *Appl. Sci.*, 2019, 9 (16), #3250.
- [38] Nowak A., Śliżewska K., Libudzisz Z.: Probiotyki – historia i mechanizmy działania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, 4 (71), 5-19.
- [39] Pawłowska P., Diowksz A., Kordialik-Bogacka E.: Bezglutenowy słód owsiany jako surowiec browarniczy. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 1 (86), 181-190.
- [40] Pereira de Paula B., de Souza Lago H., Firmino L., Lemos Júnior W.J.F., Correa F.D.M, Guerra F.A, Pereira K.S., Coelho Z.M.A.: Technological features of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* for potential probiotic wheat beer development. *LWT*, 2021, 135, #110233.
- [41] Picarello G., Mamone G., Nitride C., Ferranti P.: Proteomic analysis of beer. In: *Proteomics in Food Science: From Farm to Fork*. Ed. M.L. Colgrave. Academic Press, Londyn 2017, pp. 383-403.
- [42] Podeszwa T., Harasym J.: Perspektywy rynku piwa bezglutenowego w Europie. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2013, 5-6, 14-18.
- [43] Podeszwa T.: Wykorzystanie psuedozbóż do wytwarzania piwa bezglutenowego. *Nauki Inż. Technol.*, 2013, 10, 92-102.

- [44] Polskie Stowarzyszenie Browarów Rzemieślniczych: Raport z działalności browarów zrzeszonych w Polskim Stowarzyszeniu Browarów Rzemieślniczych w 2019 roku. [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: https://psbr.eu/resources/PSBR_Raport6.7.pdf
- [45] Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej: Celiakia. [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: <https://celiakia.pl/celiakia/celiakia>
- [46] Polskie Stowarzyszenie Osób z Celiakią i na Diecie Bezglutenowej: Produkty ze znakiem Przekreślonego Kłosa. Europejski System Licencyjny AOECS. [on line]. Dostęp w Internecie [7.08.2020]: https://www.przekreslonyklos.pl/wp-content/uploads/2020/12/Wykaz-produktow-licencjonowanych_10.12.2020.pdf
- [47] FAO/WHO: Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO/WHO, Rome 2006.
- [48] Prochaska K.: Membranowe techniki separacji. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013.
- [49] Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny: Rewolucja 0,0% na rynku piwa 2019. Sektor piwowski podsumowuje rok 2018. [on line]. Dostęp w Internecie [5.03.2019]: <https://www.pfiow.pl/wydazenia/978-rewolucja-0-0-na-rynku-piwa-2019-sektor-piwowski-podsumowuje-rok-2018>
- [50] Rodhouse L., Carbonero F.: Overview of craft brewing specificities and potentially associated microbiota. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2019, 59, 462-473.
- [51] Sen S., Mansell T.J.: Yeast as probiotics: Mechanisms, outcomes, and future potential. *Fungal Genet. Biol.*, 2020, 137, #103333.
- [52] Senkarcinova B., Dias I.A.G., Nesporek J., Branyik T.: Probiotic alcohol-free beer made with *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *LWT*, 2019, 100, 362-367.
- [53] Siedlecki D.: Piwo bezalkoholowe, niskoalkoholowe – słów kilka o definicjach. [on line]. Dostęp w Internecie [8.09.2020]: <https://browarparagraf.com/2020/09/piwo-bezalkoholowe-niskoalkoholowe-slow-kilka-o-definicjach>
- [54] Sluik D., Atkinson F.S., Brand-Miller J.C., Fogelholm M., Raben A., Feskens E.J.M.: Contributors to dietary glycaemic index and glycaemic load in the Netherlands: The role of beer. *Br. J. Nutr.*, 2016, 115 (7), 1218-1225.
- [55] Sohrabvandi S., Mousavi S., Razavi S., Mortazavian A., Rezaei K.: Alcohol-free beer: Methods of production, sensorial defects and healthful effects. *Food Rev. Int.*, 2010, 26 (4), 335-352.
- [56] Solnica B., Kieć-Wilk B.: Diagnostyka laboratoryjna zaburzeń i gospodarki wodno-elektrolitowej i równowagi kwasowo-zasadowej. W: Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej. Red. A. Dembińska-Kieć, J.N. Naskalski, B. Solnica. Wyd. Edra Urban & Partner, Wrocław 2018, ss. 131-148.
- [57] Starowicz P.: Piwna rewolucja w Polsce, czyli najbardziej nietypowe dodatki do piwa i ich potencjalny wpływ na zdrowie człowieka. *Przegl. Nauk.-Metod.*, 2017, 4 (37), 333-348.
- [58] Stier H., Bischoff S.C.: Influence of *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 on the gut-associated immune system. *Clin. Exp. Gastroenterol.*, 2016, 9, 269-279.
- [59] Szeligowski M.: Kto rządzi polskim rynkiem piwa? Karty rozdają obce koncerny, ale polskie browary walczą dzielnie. [on line]. Dostęp w Internecie [02.08.2020]: <https://spidersweb.pl/bizblog/piwo-browary-polskie-zagraniczne>
- [60] Szollosi A., Nguyen Q.D., Kovacs A.G., Fogarasi A.L., Kun S., Hegyesne-Vecseri B.: Production of low or non-alcoholic beer in microbial fuel cell. *Food Bioprod. Proces.*, 2016, 98, 196-200.
- [61] Szymanek J.: Mintel: 8 % Polaków na diecie bezglutenowej. Rośnie tempo wprowadzania innowacji. [on line]. Dostęp w Internecie [9.08.2017]: <https://www.portalspozywczy.pl/zboza/wiadomosci/mintel-8-polakow-jest-na-diecie-bezglutenowej-rosnie-tempo-wprowadzania-innowacji,147630.html>
- [62] Tarancon J.L.L., Lachenmeier D.W.: Determination of osmolality in beer to validate claims of isotonicity. *Beverages*, 2015, 1, 45-54.

- [63] The Nutrition Society: Scientific concepts of functional foods in Europe – Consensus document. *Br. J. Nutr.*, 1999, 81 (4), S1-S27.
- [64] Wannemacher J., Gastl M., Becker T.: Phenolic substances in beer: Structural diversity, reactive potential and relevance for brewing process and beer quality. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 2018, 17 (4), 953-988.
- [65] Wojtyra B., Grudzień Ł.: Rozwój przemysłu piwowarskiego w Polsce w okresie tzw. piwnej rewolucji w latach 2011-2016. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 2017, 1 (31), 52-67.
- [66] Woźniak B.: Browary robią co mogą i walczą na radlery. [on line]. Dostęp w Internecie [31.07.2020]: <https://www.portalspozywczy.pl/alkohole-uzywki/wiadomosci/browary-robia-co-moga-i-walczą-na-radlery,88949.html>
- [67] Woźniak B.: Rynek piwa wzrósł wartościowo o 3,7 proc. w 2019. Rok 2020 będzie pełen wyzwań. [on line]. Dostęp w Internecie [12.12.2019]: <https://www.portalspozywczy.pl/alkohole-uzywki/wiadomosci/rynek-piwa-wzrosł-wartosciowo-o-3-7-proc-w-2019-rok-2020-bedzie-pelen-wyzwan,178815.html>
- [68] Wunderlich S., Wurzbacher M., Back W.: Roasting of malt and xanthohumol enrichment in beer. *Eur. Food Res. Technol.*, 2013, 2, 137-148.
- [69] Wunderlich S., Zurcher A., Back W.: Enrichment of xanthohumol in the brewing process. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2005, 9, 874-881.
- [70] Yang D., Gao X.: Research progress on the antioxidant biological activity of beer and strategy for applications. *Trends Food Sci. Technol.*, 2021, 110, 754-764.
- [71] Zommiti M., Feuilloley M.G.J., Connil N.: Update of probiotics in human world: A nonstop source of benefactions till the end of time. *Microorganisms*, 2020, 8 (12), #1907.

NEW TRENDS IN THE BREWERY INDUSTRY. FUNCTIONAL BEERS - RAW MATERIALS AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THEIR PRODUCTION

Summary

Beer is a popular and the most preferred alcoholic beverage among consumers around the world. In Poland its annual consumption amounts to nearly 100 litres *per capita*, thus our country is among the world leaders in this field. The perception of beer has been significantly reoriented over the last twenty years. The beer revolution and the related changes in the brewing industry contributed this beverage to achieve a status of prestigious drink. The market of innovative craft beers develops very dynamically for they are, in terms of flavour and quality, an interesting diversified alternative to mass brands. Among them "beer specials" dominate. This term is usually used to describe all the top and bottom fermentation beers other than traditional lagers and pils. A trend of premiumisation has emerged; the expectations of consumers continue to grow regarding the quality of beer, its composition, sensory properties and health-promoting potential. On the market there are more and more offers of beers containing bioactive additives, minerals or gluten-free.

In this paper there was characterised the current situation on the Polish beer market, including its overall structure and that of the speciality and functional beers. In details were discussed raw material and technological aspects of producing functional beers, such as: non- and low-alcoholic, gluten-free, isotonic, probiotic, xanthohumol-fortified beers and also gruit beers containing herbal additives. According to the literature data analysis, the segment of functional beers clearly stands out and the interest in beers for

special nutritional uses continues to grow. Low- and non-alcoholic beers are and presumably will be the fastest growing category on the market.

Key words: brewing industry, beer, speciality beers, beer market, functional food ☒