

DOROTA KRĘGIEL, ANNA RYGAŁA, ZDZISŁAWA LIBUDZISZ

BAKTERIE Z RODZAJU *ASAIA* – NOWE ZANIECZYSZCZENIE SMAKOWYCH WÓD MINERALNYCH

Streszczenie

Asaia sp. to rozpowszechniony w przyrodzie nowy rodzaj bakterii octowych. Ich naturalne środowisko stanowią tropikalne kwiaty, owoce i owady południowo-wschodniej Azji. Dane literaturowe wskazują na ich występowanie także w Europie, w smakowych wodach mineralnych z dodatkiem soków naturalnych lub naturalnych aromatów. Ich rozwój powoduje niekorzystne zmiany sensoryczne produktów, głównie zmętnienie, powstawanie osadów, kłaczków oraz zmiany zapachu i barwy. Ze względu na zdolności adhezyjne i tworzenie śluzów mogą także występować w składzie biofilmów, stanowiąc trudne do usunięcia zanieczyszczenie linii produkcyjnych.

Słowa kluczowe: *Asaia*, bakterie octowe, smakowe wody mineralne, wady sensoryczne

Wprowadzenie

Popularnością wśród konsumentów cieszą się wody smakowe, produkowane na bazie wód mineralnych z dodatkiem soków owocowych lub różnych aromatów pochodzenia naturalnego. Smakowe wody mineralne nie tylko gaszą pragnienie – są jednocześnie ważnym źródłem składników mineralnych i witamin, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Jednak coraz częstszym problemem jest brak stabilności tych produktów, który objawia się niekorzystnymi zmianami sensorycznymi – zmianą zapachu, barwy, zmętnieniem, tworzeniem kłaczków (ang. flocks) lub wytrącaniem osadów. Te niekorzystne zmiany fizykochemiczne są wynikiem rozwoju drobnoustrojów zanieczyszczających. Nie jest to mikroflora jednorodna, a jej skład zależy zwykle od rodzaju aromatu, jakości wody mineralnej stosowanej do produkcji oraz innych komponentów napoju [12]. Zanieczyszczone produkty wykazują obecność charakterystycznych zmętnień, nawet do 5 w skali McFarlanda, co odpowiada liczbie komórek ponad 10^9 w ml. Zmiany sensoryczne smakowych wód mineralnych wywoływane są głównie przez bakterie octowe należące do rodzaju *Gluconobacter*. Ostatnio

Dr inż. D. Kręgiel, mgr inż. A. Rygała, prof. dr hab. Z. Libudzisz, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, Wydż. Biotechnologii i Nauk o Żywności, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź

stwierdzono, że za podobne obniżenie jakości wód smakowych mogą być także odpowiedzialne bakterie octowe należące do rodzaju *Asaia* [7, 14, 15].

Bakterie kwasu octowego

Bakterie kwasu octowego AAB (ang. Acetic Acid Bacteria) to gram ujemne lub gram zmienne pałeczki, rosnące w warunkach tlenowych. Ich elipsoidalne komórki, urzęsione peritrichalnie lub polarnie, o wymiarach $0,4 \div 1 \mu\text{m} \times 0,8 \div 4,5 \mu\text{m}$, nie tworzą przetrwalników i mogą występować w różnych ugrupowaniach. Są katalazododatnie i oksydazo-ujemne. Należą do mezofili, a ich optymalna temperatura wzrostu wynosi $25 \div 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Jednakże szczepy izolowane ze środowisk w klimacie tropikalnym wykazują optimum wzrostu nawet w temp. $37 \div 40 \text{ }^\circ\text{C}$ [17]. Optymalne pH wzrostu tych bakterii wynosi od 5 do 6,5, ale wzrost możliwy jest także w środowiskach o odczynie obniżonym nawet do $3 \div 4$ jednostek.

W pierwszej połowie XX w. opisano tylko dwa rodzaje bakterii octowych: *Acetobacter* (Beijerinck) i *Gluconobacter* (Asai). Obecnie zróżnicowanie rodzajowe i gatunkowe bakterii z rodziny *Acetobacteraceae* jest duże. W ostatnich latach opisano nowe rodzaje, np. osmofilne *Neoasaia*, wyizolowane z kwiatów czerwonego imbiru (*Alpinia purpurata*) [27] czy też *Granulibacter bethesdensis* – patogeny szczep występujący u pacjenta z przewlekłą chorobą ziarniakową [6].

Rodzina *Acetobacteraceae* obejmuje obecnie 12 rodzajów: *Acetobacter*, *Gluconobacter*, *Acidomonas*, *Gluconacetobacter*, *Asaia*, *Kozakia*, *Swaminathania*, *Saccharibacter*, *Neoasaia*, *Granulibacter*, *Tanticharoenia* i *Ameyamaea* (tab. 1).

Tabela 1

Klasyfikacja bakterii kwasu octowego.
Classification of acetic acid bacteria.

Jednostka klasyfikacyjna Classification unit	Pozycja taksonomiczna bakterii octowych Taxonomic position of acetic acid bacteria
Domena / Domain	Bakterie Bacteria
Dział / Section	<i>Proteobacteria</i>
Klasa / Class	<i>Alphaproteobacteria</i>
Rząd / Order	<i>Rhodospirillales</i>
Rodzina / Family	<i>Acetobacteraceae</i>
Rodzaj / Genus	<i>Acetobacter</i> , <i>Gluconobacter</i> , <i>Acidomonas</i> , <i>Gluconacetobacter</i> , <i>Asaia</i> , <i>Kozakia</i> , <i>Swaminathania</i> , <i>Saccharibacter</i> , <i>Neoasaia</i> , <i>Granulibacter</i> , <i>Tanticharoenia</i> i <i>Ameyamaea</i>

Źródło: / Source: [2, 4, 20, 25].

Bakterie z rodzaju *Asaia* – występowanie, właściwości biochemiczne i identyfikacja

Rodzaj *Asaia* został ustanowiony w 2000 r. jako piąty rodzaj bakterii octowych. Nazwa rodzaju pochodzi od nazwiska japońskiego bakteriologa Toshinobu Asai zajmującego się systematyką bakterii octowych [2, 3, 4]. Bakterie z rodzaju *Asaia* były po raz pierwszy wyizolowane z kwiatów drzewa storczykowego (*Bauhinia purpurea*) i kwiatów ołownika (*Plumbago*), rosnących w klimacie tropikalnym. Stwierdzono także ich obecność jako komensali w przewodzie pokarmowym komarów w Afryce i Azji [5]. Bakterie *Asaia* sp. często izolowane są z zanieczyszczonych wód aromatyzowanych, a za źródło zanieczyszczenia tymi bakteriami uznaje się naturalne soki i aromaty owocowe [7, 9, 14, 27, 28].

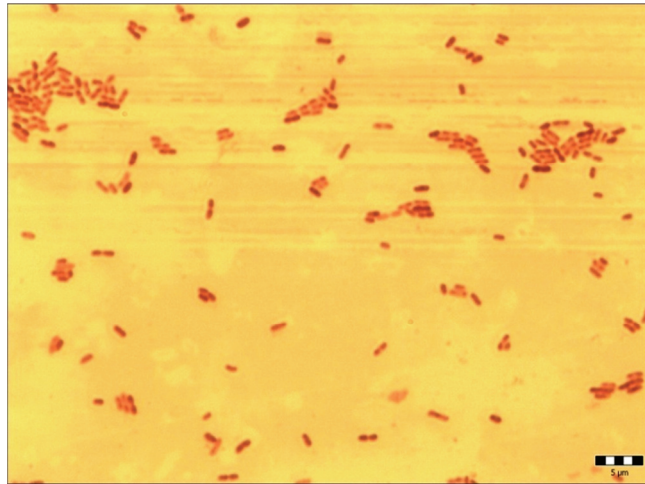
Bakterie *Asaia* sp. są gramujemnymi, tlenowymi pałeczkami o wymiarach 0,4 - 1,0 × 08 - 2,5 μm (fot. 1). Większość gatunków nie tworzy kwasu z etanolu, a ich wzrost w obecności 0,35 % (v/v) kwasu octowego zostaje zahamowany lub jest bardzo słaby. W hodowlach płytkowych tworzą zwykle małe, jasnoróżowe i różowe kolonie o średnicy od 1 do 3 mm (fot. 2).

Identyfikacja bakterii z rodzaju *Asaia* jest praktycznie niemożliwa przy użyciu komercyjnych testów biochemicznych, np. API20NE, Rapid NF lub Vitek, gdyż otrzymuje się zwykle profile nieakceptowalne [23]. Moor i wsp. [14], w wyniku identyfikacji tych bakterii testem API 20NE, uzyskali profil numeryczny 5040000, który był najbliższy dla *Pasturella* sp. (78,7 %).

Obecnie wyróżnionych i opisanych zostało 8 gatunków *Asaia* sp.: *A. bogorensis*, *A. siamensis*, *A. krungthepensis*, *A. lannaensis*, *A. spathodeae*, *A. astilbe*, *A. platycodi* i *A. prunellae* [10, 11, 22, 25, 26]. Ich sekwencje 16S rRNA zostały opublikowane i są dostępne w bazie NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov). Od pozostałych rodzajów bakterii octowych wyróżnia je nie tylko budowa genetyczna, ale również właściwości biochemiczne (tab. 2).

Optymalne pH i temperatura wzrostu tych bakterii wynoszą odpowiednio 5,5 oraz 30 °C. *Asaia* sp. izolowane ze środowisk w klimacie tropikalnym Indonezji, Tajlandii i Japonii wykazują optimum wzrostu nawet w temp. 37 °C [22]. Dane literatury opisują uzdolnienia pięciu pierwszych gatunków należących do rodzaju *Asaia* [13, 26] (tab. 3).

Pozostałe 3 gatunki z rodzaju *Asaia*: *A. astilbe*, *A. platycodi* i *A. prunellae*, wyizolowane z egzotycznych kwiatów (*Astilbe thunbergii* var. *congesta*, *Persicaria senticososa*, *Commelina communis*, *Platycodon grandiflorum*, *Prunella vulgaris*) w różnych regionach Japonii oraz opisane przez Suzuki i wsp. [22] w 2010 r., oczekują na zaakceptowanie przez Międzynarodowy Komitet do spraw Systematyki Prokariota ICSP (<http://www.bacterio.cict.fr/nonvalid.html>).



Fot. 1. Bakterie *Asaia* sp. w trwałym preparacie mikroskopowym, barwionym metodą Grama.

Photo 1. *Asaia* sp. bacteria in a solid specimen stained using a Gram method.

Źródło: badania własne / Source: the authors' own studies



Fot. 2. Wygląd kolonii bakterii octowych z rodzaju *Asaia* na pożywce agarowej z glukozą.

Photo 2. Image of the colony of *Asaia* sp. acetic acid bacteria on agar medium with glucose.

Źródło: badania własne / Source: the authors' own studies

Tabela 2

Wybrane właściwości bakterii z rodziny *Acetobacteraceae*.
Selected properties of bacteria of the *Acetobacteraceae* family.

Cecha Feature	Rodzaj / Genera						
	<i>Asaia</i>	<i>Acetobacter</i>	<i>Gluconobacter</i>	<i>Acidomonas</i>	<i>Gluconacetobacter</i>	<i>Kozakia</i>	<i>Swaminathania</i>
Urządzenie Flagellation	peritrichalne lub brak peritrichous or atrichous	peritrichalne lub brak peritrichous or atrichous	polame lub brak polar or atrichous	polame lub brak polar or atrichous	peritrichalne lub brak peritrichous or atrichous	brak atrichous	peritrichalne peritrichous
Utlenianie octanu do CO ₂ i H ₂ O Oxidation of acetate to CO ₂ and H ₂ O	w+	+	-	+	+ lub -	w+	w+
Utlenianie mlecza- nu do CO ₂ i H ₂ O Oxidation of lactate to CO ₂ and H ₂ O	w+	+	-	-	+ lub -	w+	w+
Produkcja dihydroksyacetonu z glicerolu Production of dihydroxy-acetone from glycerol	- lub w+*	- lub w+	+	-	+ lub -	+	+
Produkcja kwasu octowego na agarze etanol-CaCO ₃ Production of acetic acid on ethanol- CaCO ₃ agar	- lub w+/+	+	+	+	+	+	+
Wzrost w podłożu z 0,35% kwasu octowego (pH = 3,5) Growth in the presence of 0,35% acetic acid at pH=3,5	- lub w+	+	+	+	+	+	+
Skład zasad DNA (% mol G+C) G+C content (mol %)	59-61	53-63	54-63	63-66	55-66	56-57	57-60
Główna forma ubichinonu Major form of ubiquinone	Q-10	Q-9	Q-10	Q-10	Q-10	Q-10	Q-10

Objaśnienia: / Explanatory notes:

(+) – wynik dodatni / positive result; (-) – wynik ujemny / negative result; (w+) – słaba reakcja dodatnia / weak positive reaction; (*) – reakcja zależna od szczepu / strain-depending reaction.

Źródło: / Source: Opracowanie własne na podstawie: [2, 3, 4] / The authors' own study based on [2, 3, 4].

Tabela 3

Wybrane uzdolnienia bakterii *Asaia* sp.
Selected abilities of *Asaia* sp. bacteria.

Cecha Feature	Gatunek / Species				
	<i>A. bogorensis</i>	<i>A. siamensis</i>	<i>A. krungthepensis</i>	<i>A. lannaensis</i>	<i>A. spathodeae</i>
Utlenianie octanu i mlecza Oxidation of acetate and lactate	w+	w+	w+	w+	w+
Produkcja kwasu z etanolu Production of acid from ethanol	-	w+	-	w+	+
Produkcja kwasu z dulcytolu Production of acid from dulcitol	+	-	+	w+	-
Produkcja kwasu z D-mannitolu Production of acid from D-mannitol	+	+	w+	w+	w+
Produkcja kwasu z L-ramnozy Production of acid from L-rhamnose	+	w+	+	+	-
Skład zasad DNA (% mol G+C) G+C content (mol %)	60,2	59,3	60,3	60,8	59,8

Objaśnienia: / Explanatory notes:

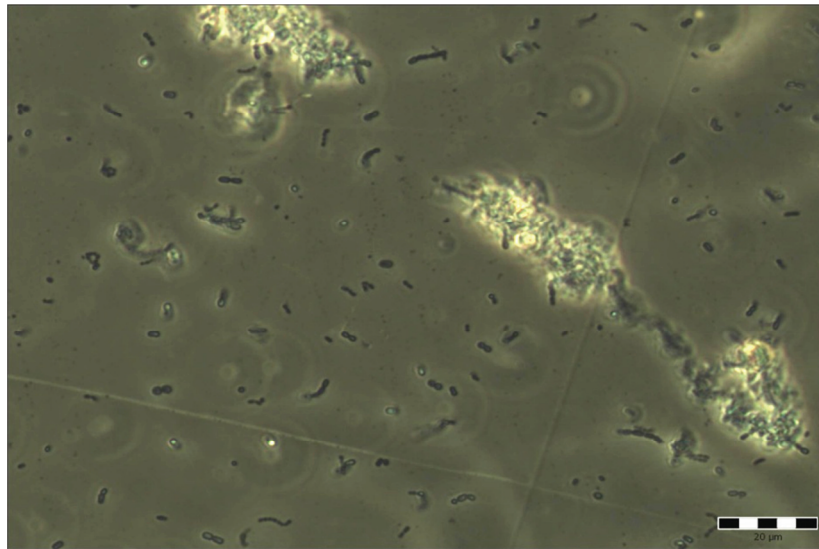
(+) – wynik dodatni / positive result; (-) – wynik ujemny / negative result; (w+) – słaba reakcja dodatnia / weak positive reaction.

Źródło: / Source:

Opracowanie własne na podstawie: [11, 13] / The authors' own study based on [11, 13].

Tworzenie egzopolimerów i właściwości adhezyjne

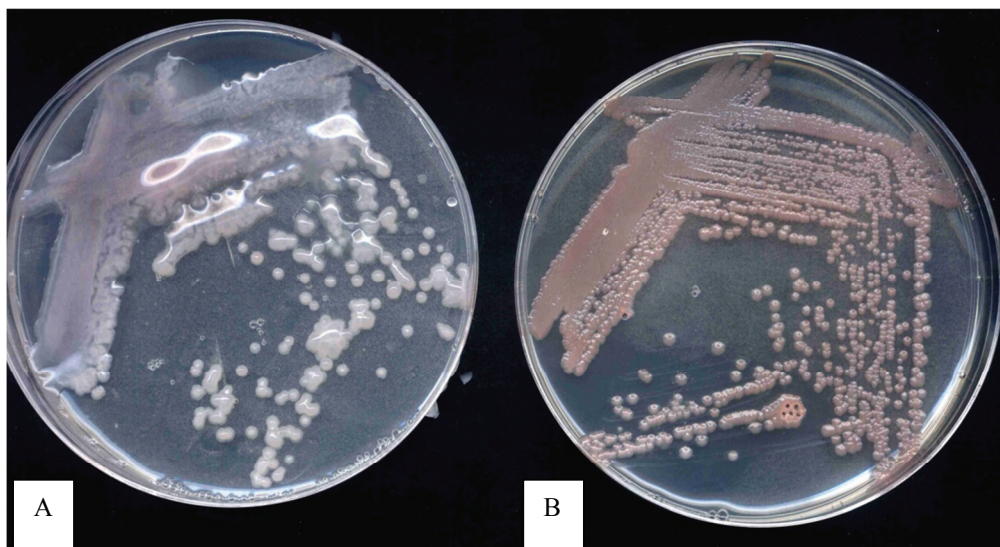
Bakterie kwasu octowego produkują związki egzopolisacharydowe, co objawia się obecnością błon lub tzw. kłaczków na powierzchni żywności lub produktów płynnych (fot. 3). Niskie pH napojów smakowych, wynoszące ok. 3,5, oraz obecność konserwantów: benzoianu, sorbinianu lub dimetylodiwęglanu, stosowanego przy rozlewie w tzw. „konserwacji na zimno”, nie zapewnia stabilności mikrobiologicznej produktów [7].



Fot. 3. Zdolność mikroorganizmów izolowanych z aromatyzowanych napojów do tworzenia zmętnień i kłaczków.

Photo 3. Ability of microorganisms isolated from flavoured drinks to form opacity and flocks.

Źródło: badania własne / Source: the authors' own studies



Fot. 4. Wygląd kolonii bakterii z rodzaju *Asaia* na pożywce agarowej z: A - sacharozą, B - glukozą (badania własne).

Photo 4. Image of *Asaia* sp. colonies on agar medium with A - sacharose, B - glucose (the authors' own studies).

Źródło: badania własne / Source: the authors' own studies

Asaia sp. nie są zdolne do tworzenia przetrwalników, zatem ich formy wegetatywne niszczone są w temp. do 100 °C. Należy jednak pamiętać, że współczynniki ciepłooporności wyznaczone w warunkach laboratoryjnych w pożywkach referencyjnych różnią się znacznie od uzyskiwanych w mediach przemysłowych, w warunkach określonego procesu technologicznego (pH, aktywność wody, prędkość przepływu, współczynnik przenikania ciepła itp.). Również tworzone przez bakterie pozakomórkowe substancje polimerowe przyczyniają się do znacznego zwiększenia oporności komórek na obróbkę cieplną.

Aromatyzowane wody mineralne z dodatkiem sacharozy stanowią środowisko stymulujące tworzenie przez bakterie różnych związków zewnątrzkomórkowych. Związki te, zwykle o charakterze polisacharydów, są źródłem monomerów oraz pierwiastków biogennych, wykorzystywanych do prowadzenia podstawowych funkcji życiowych komórki. Ponadto zmieniają one właściwości elektrostatyczne i stopień powinowactwa komórek do niepolarnych powierzchni. Ekspozycja wolnych grup funkcyjnych tych związków warunkuje wzajemne przyciąganie się komórek, co w efekcie prowadzi do tworzenia osadów, zmętnień lub kłaczków i intensyfikuje zjawisko adhezji w środowisku wodnym [9, 16].

W literaturze przedmiotu najczęściej opisuje się bakterie z rodzaju *Asaia* jako niezdolne do tworzenia śluzowych substancji pozakomórkowych [3, 4, 20]. Jednak szczepy wyizolowane przez Kato i wsp. [9] produkowały rozpuszczalny w wodzie egzopolisacharyd, którego strukturę poddano badaniom metodą spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR). Stwierdzono, że był to β -(2,6)-fruktan tworzony przez *Asaia* sp. tylko w obecności sacharozy jako źródła węgla. Tworzenie śluzowych substancji pozakomórkowych przez szczepy z rodzaju *Asaia* zostało potwierdzone w badaniach Horsakovej i wsp. [7] oraz w badaniach własnych (dane nieopublikowane) (fot. 4).

Bakterie z rodzaju *Asaia*, podobnie jak inne bakterie octowe, wykazują silne zdolności adhezyjne i tworzą biofilmy na powierzchniach stalowych i z tworzyw sztucznych. Utworzona błona biologiczna jest środowiskiem przyjaznym dla rozwoju innych rodzajów drobnoustrojów i jest trudna do usunięcia przy zastosowaniu standardowych metod mycia i dezynfekcji. Zwiększona oporność komórek biofilmu na środki dezynfekcyjne związana jest również z zahamowaniem dyfuzji takiego środka przez warstwę śluzu do docelowych komórek bakteryjnych. Jony metali dwuwartościowych, np. Ca^{+2} i Mg^{+2} , obecne w wodach mineralnych mają istotny wpływ na strukturę i trwałość utworzonych warstw biologicznych, poprzez silne działanie sieciujące, powodujące efekt wzmocnienia właściwości mechanicznych [7, 21]. W przypadku powstania takiego biofilmu, źródłem wtórnego zanieczyszczenia wód mineralnych mogą stać się całe systemy dystrybucji wody i linie rozlewnicze, powodując znaczne straty ekonomiczne. Warstwa bakterii i ich wydzielin może powodować ograniczony prze-

ływ mediów, utrudnioną wymianę ciepła, wzrost tarcia na elementach ruchomych, zapychanie się filtrów i awarie urządzeń. W produkcji napojów biofilmy są przyczyną ich wtórnego zanieczyszczenia, a obecność mikroflory zanieczyszczającej może prowadzić do mętności napoju oraz wiązać się z występowaniem niekorzystnego aromatu i smaku [18, 19].

Zagrożenie zdrowotne

Bakterie *Asaia* sp. należą do grupy ryzyka 1. (biosafety level 1), co oznacza, że stanowią grupę mikroorganizmów saprofitycznych, niewywołujących chorób u ludzi. Według danych literatury omawiane bakterie mogą jednak wywoływać oportunistyczne infekcje, gdy przedostaną się do krwioobiegu człowieka z obniżoną odpornością [24]. Udokumentowano kilka przypadków bakteriemii wywołanej przez *Asaia bogorensis* i *A. lannaensis* u osób dorosłych, przewlekle chorych, poddawanych okresowym dializom lub narkomanów oraz u dzieci chorych na kardiomiopatię lub choroby nowotworowe [1, 8]. Szczepy oportunistyczne izolowane z materiałów klinicznych mogą wykazywać zróżnicowaną oporność na typowe antybiotyki: doksycyklinę, gentamycynę lub tetracyklinę (tab. 4).

Tabela 4

Porównanie wartości minimalnej dawki hamującej (MIC) dla różnych szczepów *Asaia bogorensis*, izolowanych z materiału klinicznego.

Comparing the values of minimum inhibitory concentration (MIC) for various *Asaia bogorensis* strains isolated from clinical material.

Antybiotyk Antibiotic	MIC [mg/l]	
	Szczep 1 / Strain 1	Szczep 2 / Strain 2
Doksycyklina / Doxycycline	1,0-1,5	0,25
Gentamycyna / Gentamicin	2,0-3,0	0,25
Imipenem (cylastatyna) Imipenem (cilastatin)	32,0	6,0
Netylmycyna / Netilmicin	1,0-1,5	0,125
Tetracyklina / Tetracycline	1,0	0,25
Tigecyklina / Tigecycline	3,0	1,0
Tobramycyna / Tobramycin	4,0-8,0	1,5
Penicylina / Penicillin	> 32	brak danych / lack of data

Źródło: / Source:

Opracowanie własne na podstawie: [23, 24] / The author's own study based on [23, 24].

Szczep 1, wykazujący zdecydowanie większą oporność, wyizolowany został od pacjentki przewlekle chorej, poddawanej długotrwałej antybiotykoterapii. Nie odnotowano do tej pory ryzyka infekcji człowieka drogą pokarmową, czyli po spożyciu produktu zanieczyszczonego pałeczkami *Asaia* sp.

Podsumowanie

Wprowadzenie na rynek nowych napojów produkowanych na bazie naturalnych aromatów owocowych, często pochodzących z krajów egzotycznych, wiąże się dla producenta z ryzykiem zanieczyszczenia linii technologicznej i produktu końcowego nieznaną dotąd mikroflorą. Nowe drobnoustroje mogą zakłócić ustalone dotychczas parametry technologiczne, zapewniające odpowiednią jakość napojów.

Pomimo braku danych o udokumentowanych przypadkach infekcji u człowieka drogą pokarmową, występowanie bakterii *Asaia* sp. wiąże się ze znacznym pogorszeniem cech sensorycznych napojów, niezwykle istotnych dla konsumenta.

Poznanie parametrów wzrostu bakterii *Asaia* sp. oraz ich charakterystyki, np. ciepłoporności i wrażliwości na środki dezynfekcyjne w środowisku produkcyjnym, pozwoli na prognozowanie wystąpienia ryzyka zanieczyszczenia. Kompleksowe wykorzystanie wiedzy dotyczącej *Asaia* sp. umożliwi opracowanie nowych technologii produkcji lub modyfikacji istniejących, pozwalających na zachowanie stabilności mikrobiologicznej napojów podczas magazynowania i dystrybucji.

Literatura

- [1] Abdel-Haq N., Savaşan S., Davis M., Asmar B.I., Painter T., Salimnia H.: *Asaia lannaensis* bloodstream infection in a child with cancer and bone marrow transplantation. J. Med. Microbiol., 2009, **7** (58), 974-976.
- [2] Garrity G.M, Brenner D.J., Krieg N.R., Staley J.T.(Eds): Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, The Proteobacteria. Vol. 2, second edition, Springer – Verlag, New York 2005.
- [3] Cleenwerck I., de Vos P.: Polyphasic taxonomy of acetic acid bacteria: an overview of the currently applied methodology. Int. J. Food Microbiol., 2008, **125**, 2-14.
- [4] De Vero L., Giudei P.: Genus-specific profile of acetic acid bacteria by 16S rDNA PCR-DGGE. Int. J. Food Microbiol., 2008, **125**, 96-101.
- [5] Favia G., Ricci I., Damiani C., Raddadi N., Crotti E., Marzorati M., Rizzi A., Urso R., Brusetti L., Borin S., Mora D., Scuppa P., Pasqualini L., Clementi E., Genchi M., Corona S., Negri I., Grandi G., Alma A., Kramer L., Esposito F., Bandi C., Sacchi L., Daffonchio D.: Bacteria of the genus *Asaia* stably associate with *Anopheles stephensi*, an Asian malarial mosquito vector. Microbiology, 2007, **21** (104), 9047-9051.
- [6] Greenberg D.E., Porcella S.F., Stock F., Womg A., Conville P.S., Murray P.R., Holland S. M., Zelazny A.M.: *Granulibacter bethesdensis* gen. nov., sp. nov., a distinctive pathogenic acetic acid bacterium in the family *Acetobacteraceae*. Int. J. Sys. Evol. Microbiol., 2006, **56**, 2609-2616.
- [7] Horsakova I., Voldrich M., Cerovsky M., Dedlackova P., Sienerova P., Ulbrich P.: *Asaia* sp. as a bacterium decaying the packaged still fruit beverages. Czech. J. Food Sci., 2009, **27**, 362-365.

- [8] Juretschko S., Beavers-May T.K., Stovall S.H.: Nosocomial Infection with *Asaia lannaensis* in two pediatric patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *J. Med. Microbiol.*, 2010, **59**, 848 (in press)
- [9] Kato N., Mizuno M., Nakai Y., Nozaki K., Suga H., Kanda T., Yamanaka S., Amano Y.: Structural analysis of the water-soluble carbohydrate from *Asaia bogorensis* by NMR spectroscopy. *J. Appl. Glycosci.*, 2007, **54**, 231-233.
- [10] Katsura K., Kawasaki H., Potacharoen W., Saono S., Seki T., Yamada Y., Uchimura T., Komagata K.: *Asaia siamensis* sp. nov., an acetic acid bacterium in the alpha-proteobacteria. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2001, **51**, 559-63.
- [11] Kommanee J., Tanasupawat S., Yukphan P., Malimas T., Muramatsu Y., Nakagawa Y., Yamada Y.: *Asaia spathodeae* sp. nov., an acetic acid bacterium in the α -Proteobacteria. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 2010, **56**, 81-87.
- [12] Kręgiel D., Rygała A.: Jakość wód mineralnych i napojów – problemy mikrobiologiczne. *Przem. Spoż.*, 2011, **6** (w druku).
- [13] Malimas T., Yukphan P., Tagahashi M., Kaneyasu M., Potacharoen W., Tanasupawat S., Nakagawa Y., Tanticharoen M., Yamada Y.: *Asaia lannaensis* sp. nov., a new acetic acid bacterium in the *Alpha-Proteobacteria*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2008, **72**, 666-671.
- [14] Moore J.E., McCalmont M., Xu J., Millar B.Ch., Heaney N.: *Asaia* sp., an unusual spoilage organism of fruit-flavored bottled water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2002, **68**, 4130-4131.
- [15] Moore J.E., Xu J., Heaney N., Millar B.C.: Spoilage of fruit-flavoured bottled water by *Gluconobacter sacchari*. *Food Microbiol.*, 2002, **19**, 399-401.
- [16] Myszka K., Czaczyk K.: Ograniczona dostępność składników odżywczych w środowisku wzrostu jako induktor zmian metabolicznych u bakterii heterotroficznych. *Post. Mikrobiol.*, 2006, **45**, 87-95.
- [17] Ndoye, B., Lebecque S., Dubois-Dauphin R., Tounkanra L., Guiro A.T., Kere C., Diawara B. and Thonart P.: Thermoresistant properties of acetic acids bacteria isolated from tropical products of Sub-Saharan Africa and destined to industrial vinegar. *Enz. Microb. Technol.*, 2006, **39**, 916-923.
- [18] Oberman H., Kręgiel D., Drewicz E.: Wpływ zakażeń mikrobiologicznych na cechy sensoryczne piwa. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2003, **10**, 17-19.
- [19] Oberman H., Kręgiel D., Drewicz E.: Wpływ zakażeń mikrobiologicznych na cechy sensoryczne piwa. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.*, 2003, **11**, 16-17.
- [20] Sengun I.Y., Karabiyikli S.: Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food Control*, 2011, **22**, 647-656.
- [21] Song B., Leff L.G.: Influence of magnesium ions on biofilm formation by *Pseudomonas fluorescens*. *Microbiol. Res.*, 2006, **4 (161)**, 355-361.
- [22] Suzuki R., Zhang Y., Iino T., Kosako Y., Komagata K., Uchimura T.: *Asaia astilbes* sp. nov., *Asaia platycodi* sp. nov., and *Asaia prunellae* sp. nov., novel acetic acid bacteria isolated from flowers in Japan. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 2010, **56**, 339-346.
- [23] Tuuminen T., Heinasmaki T., Kerttula T.: First report of bacteremia by *Asaia bogorensis*, in a patient with a history of intravenous-drug abuse. *J. Clin. Microbiol.*, 2006, **44**, 3048-3050.
- [24] Tuuminen T., Roggenkamp A., Vuopio-Varkila J.: Comparison of two bacteremic *Asaia bogorensis* isolates from Europe. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 2007, **26**, 523-524.
- [25] Yamada Y., Yukphan P.: Genera and species in acetic acid bacteria. *Int. J. Food Microbiol.*, 2008, **125**, 15-24.
- [26] Yamada, Y., Katsura, K., Kawasaki, H., Widyastuti, Y., Saono, S., Seki, T., Uchimura, T., Komagata, K.: *Asaia bogorensis* gen. nov., sp. nov., an unusual acetic acid bacterium in the *Alpha-Proteobacteria*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 2000, **50**, 823-829.

- [27] Yukphan P., Malimas T., Potacharoen W., Tanasupawat S., Tanticharoen M., Yamada Y.: *Noeasaia chianmaiensis* gen.nov., sp. nov., a novel osmotolerant acetic acid bacterium in the *Alpha-Proteobacteria*. J. Gen. Appl. Microbiol., 2005, **51**, 301-311.
- [28] Yukphan P., Potacharoen W., Tanasupawat S., Tanticharoen M., Yamada Y.: *Asaia krungthepensis* sp. nov., an acetic acid bacterium in the *Alpha-Proteobacteria*. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 2004, **54**, 313-316.

BACTERIA *ASAIA* SP. – THE NEW CONTAMINATION OF FLAVOURED MINERAL WATERS

S u m m a r y

Summary

Asaia sp. is a new species of acetic acid bacteria that is very common in nature. Tropical flowers, fruits, and insects in SE Asia constitute their natural environment. According to the literature data, they also occur in Europe, in flavoured mineral waters with natural juices or natural aromas added. Their development causes adverse sensory changes in the products, mainly opacity, sediments, flocks, and changes in smell or colour. Owing to their adhesive properties and the ability to form slime, they also occur as a component of bio-films and are a factor contaminating technological production lines and difficult to remove.

Key words: *Asaia*, AAB, flavoured water, organoleptic faults ☒