

Mgr inż. Przemysław KOWALCZEWSKI

Dr hab. inż. Anna SIP

Prof. dr hab. inż. Grażyna LEWANDOWICZ

Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

AKTYWNOŚĆ PRZECIWDROBNOUSTROJOWA SOKU ZIEMNIACZANEGO®

Antimicrobial activity of potato juice®

Praca została wykonana w ramach projektu nr POIG 01.01.02-00-061/09 pt. „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” realizowanego w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013

Słowa kluczowe: aktywność przeciwdrobnoustrojowa, sok z ziemniaka, hydrolizat soku ziemniaczanego, frakcja niskocząsteczkowa soku ziemniaczanego, bioaktywność.

Doniesienia literaturowe wskazują, że sok z ziemniaków może być cennym źródłem związków bioaktywnych korzystnie oddziałujących na organizm człowieka. Jak dotąd nie scharakteryzowano jednak w pełni aktywności przeciwdrobnoustrojowej tego produktu. Dlatego też, w niniejszej pracy oceniono aktywność przeciwdrobnoustrojową suszu soku ziemniaczanego powstałego w procesie suszenia rozpyłowego oraz sublimacyjnego, jego hydrolizatu oraz frakcji odbiałzonej. W testach bioaktywności zastosowano szczepy bakterii z rodzajów: Bacteroides, Listeria, Salmonella, Clostridium, Escherichia, Enterococcus, Lactobacillus, Staphylococcus, Yersinia oraz drożdże Candida i Saccharomyces. Aktywność przeciwdrobnoustrojową oznaczano metodą punktowo-dyfuzyjną. Dodatkowo zbadano zawartość glikoalkaloidów, mikro- i makroelementów, witamin z grupy B oraz witaminy C w soku z ziemniaków, a także podjęto próbę określenia ich wpływu na bioaktywność. Przeprowadzone badania wykazały, że żaden z zastosowanych preparatów niezależnie od składu chemicznego i sposobu wytworzenia nie wykazywał aktywności antagonistycznej w stosunku do mikroorganizmów patogennych, probiotycznych i komensalnych.

Key words: antimicrobial activity, potato juice, bioactivity, deproteinization of potato juice.

There are information in the literature that potato juice could be a valuable source of bioactive compounds revealing beneficial effect on the human health. However, the antimicrobial activity on this product has not been fully established so far. The aim of this study was to evaluate the antimicrobial activity of dried potato juice obtained by spray or sublimation drying, as well as products of its enzymatic hydrolysis and deproteinization. The bacteria of the genera Bacteroides, Listeria, Salmonella, Clostridium, Escherichia, Enterococcus, Lactobacillus, Staphylococcus, Yersinia as well as yeasts: Candida and Saccharomyces were used in the study. Antimicrobial activity was determined using the spot-diffusion method. Additionally, characterization of the juice in terms the content of glycoalkaloids, vitamins C and the B group, as well as micro- and macroelements was made. The study showed that none of the investigated species had activity against all pathogenic, commensal and probiotic microflora.

WSTĘP

W medycynie tradycyjnej w leczeniu wielu chorób, zarówno o charakterze metabolicznym jak i infekcyjnym wykorzystywane są rośliny i otrzymywane z nich ekstrakty [10, 21]. Przydatność terapeutyczna surowców roślinnych wiąże się przede wszystkim z ich aktywnością przeciwdrobnoustrojową. Aktywność taką w stosunku do szeregu patogennych dla człowieka bakterii (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. typhi* czy *S. flexneri*) wykazują między innymi czosnek, imbir, goździki czy pieprz czarny [2]. W większości przypadków jest to konsekwencją działania zawartych w nich olejków eterycznych [10, 20, 21].

Stosowanie soku z ziemniaka w celach terapeutycznych również ma wieloletnią tradycję. Produkt ten jest ceniony zwłaszcza w europejskiej i chińskiej medycynie ludowej

[12, 29, 32]. Przeprowadzone w ostatnich latach badania kliniczne potwierdzają jego skuteczność w leczeniu schorzeń przewodu pokarmowego [7, 32]. Lecznicze działanie soku z ziemniaka przypisywane jest obecności w nim wielu związków chemicznych, między innymi białek o właściwościach przeciwwzapalnych, będących inhibitorami proteaz [26, 27]. Istnieją również prace wskazujące na przeciwdrobnoustrojowe działanie białek wyizolowanych z bulw ziemniaka [13, 14]. Generalnie, białka soku z ziemniaka, ze względu na swój skład aminokwasowy, są uważane za najbardziej wartościowy składnik tego surowca i stosowane w żywieniu zwierząt w postaci tzw. Koncentratu, powstającego w procesie koagulacji kwasowo-termicznej [24, 31]. Sok z ziemniaka, oprócz frakcji białkowej, zawiera szereg cennych substancji odżywczych takich jak witaminy czy makro- i mikroelementy, jednak ogromne obawy budzi obecność w nim

glikoalkaloidów, głównie solaniny i chaconiny [5], powszechnie uznanych za toksyczne. Tymczasem długoletnie doskonalenie rodów ziemniaka prowadzone przez polskie instytucje badawcze spowodowało, iż polskie odmiany ziemniaka odznaczają się nie tylko wysoką plennością, doskonałymi cechami organoleptycznymi, odpornością na choroby, ale również relatywnie niską zawartością glikoalkaloidów [25, 28, 33].

Niskocząsteczkowa, bezbiałkowa frakcja soku z ziemniaka, zawierająca m.in. glikoalkaloidy wykazuje szereg istotnych działań, które mogą być przydatne w leczeniu. Na szczególną uwagę zasługuje jej działanie antyproliferacyjne w stosunku do komórek nowotworowych przewodu pokarmowego [18, 23], jak również aktywność przeciwdrobnoustrojowa stwierdzona nie tylko w badaniach *in vitro* ale również *in vivo* [19]. Sok z ziemniaka może wykazywać także aktywność przeciwdrobnoustrojową. Przykładowo, Bontempo i in. [4] wykazali, że ekstrakt ziemniaków, bogatej w antocyjany odmiany *Solanum tuberosum* L. var. *Vitelotte*, ma właściwości antagonistyczne w stosunku do *Staphylococcus aureus*. Z kolei Bennett i Roberts [3] aktywność antagonizującą soku ziemniaczanego stwierdzili w odniesieniu do *Helicobacter pylori*. Jak dotąd czynniki odpowiedzialne za właściwości przeciwdrobnoustrojowe soku z ziemniaka nie zostały jednak dokładnie zidentyfikowane. Przedstawione w literaturze dane dotyczące działania przeciwdrobnoustrojowego tego produktu, a zwłaszcza jego frakcji niskocząsteczkowej zawierającej glikoalkaloidy [15], są kontrowersyjne. W literaturze brak jest też danych dotyczących zakresu aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka. W związku z powyższym za celowe uznano przeprowadzenie dokładnych badań w tym kierunku.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka, jego hydrolizatu oraz frakcji odbiałzonej w stosunku do mikroorganizmów zarówno patogennych, probiotycznych jak i komensalnych.

MATERIAŁY I METODY

Material badany

Badanym materiałem był sok ziemniaczany uzyskany z Zakładu Produkcyjnego w Stawie będącego częścią Wielkopolskiego Przedsiębiorstwa Przemysłu Ziemniaczanego w Luboniu oraz otrzymane z niego produkty:

- ▶ liofilizat,
- ▶ susz powstały w wyniku suszenia rozpyłowego,
- ▶ odciek (supernatant) powstały w wyniku termicznej koagulacji białka,
- ▶ hydrolizat enzymatyczny.

Suszenie sublimacyjne przeprowadzono za pomocą liofilizatora LMC-1 firmy Christ (Niemcy) w następujących warunkach:

- ▶ Zamrażanie: -40°C , ciśnienie atmosferyczne, czas 3 h,
- ▶ Suszenie właściwe: temperatura półki $+10^{\circ}\text{C}$, ciśnienie 0,12 mbar, czas 40 h,
- ▶ Dosuszanie: temperatura półki $+22^{\circ}\text{C}$, ciśnienie 0,04 mbar, czas 4 h.

Suszenie rozpyłowe wykonano z użyciem półtechnicznej suszarni P-6.3 firmy Niro Atomizer (Dania) przy zastosowaniu temperatur powietrza: 170°C na wlocie do komory suszarniczej, 95°C na wylocie oraz szybkości podawania soku 12 l/h.

Koagulację termiczną przeprowadzono poprzez sterylizację soku ziemniaczanego w temperaturze 121°C przez 15 min. Następnie otrzymany produkt wirowano (5000 g, 15 min) i dekantowano. Otrzymany supernatant stosowano do dalszych badań.

Surowcem do otrzymywania hydrolizatu był sok pięciokrotnie zatężony w procesie kriokoncentracji otrzymany zgodnie z metodyką opisaną i przedyskutowaną szczegółowo w pracy Lewandowicz i in. [18]. Otrzymany produkt o stężeniu ekstraktu 30,5° Brix kierowano do bioreaktora III (New Brunswick Scientific Co., Inc. USA) wyposażonego w ultrafiltracyjny moduł separacyjny. Stosowano membranę ceramiczną firmy Tami o punkcie odcięcia 5 kDa i powierzchni filtracyjnej 0,06 m². Następnie pH produktu doprowadzano do poziomu 8,0 i dodawano enzym Alcalase 2,4L FG. Proces hydrolizy prowadzono w sposób ciągły w temp. 30°C , odbierając produkt i uzupełniając układ świeżym surowcem.

Zawartość solaniny i chaconiny oznaczano metodą HPLC za pomocą chromatografu Waters wyposażonego w kolumnę XBridge C18 3,5μm, 3,0 x 100mm, stosując nastrzyk 10 μl. Rozdział miał charakter izokratyczny i był prowadzony przy prędkości przepływu fazy ruchomej 1 ml/min. Fazę ruchomą stanowiła mieszanina acetonitrylu i 0,1M roztwór KH_2PO_4 (20:80 v/v). Detekcji dokonywano przy długości fali 200 nm na detektorze Waters 2998 (Photodiode Array detektor) [30].

Zawartość Ca, Mg, Fe i Mn oznaczano wg metody Zawadzka i Wojciechowska-Mazuer (1984) wykorzystując płomieniową spektrometrię absorpcji atomowej, natomiast Pb i Cd bezpłomieniową AAS.

Zawartość witamin z grupy B i witaminę C oznaczono techniką HPLC przy użyciu zestawu Agilent Technologies 1200 series z detektorem diodowym G1315C z przeglądem widma 220-400 nm. Do oznaczeń wykorzystywano kolumnę SB-C18 1,8 μm, 4,6x500mm (Agilent). Jako eluent stosowano A: 0,04M NaH_2PO_4 pH 2,5 (kwas ortofosforowy), B: metanol, przy przepływie 1 ml/min, w gradiencie: 2 min 1% B, 3 min 12% B, 9min 20% B, 14 min 1% B. Oznaczenia prowadzono w temp. 35°C . Próby nanoszono na kolumnę w ilości 16μl. Identyfikacji jakościowej i ilościowej dokonano metodą standardu zewnętrznego z wykorzystaniem powierzchni pików (pomiar i integracja komputerowa z zastosowaniem ChemStation for LC 3D systems, Agilent).

Badane szczepy i podłoża hodowlane

W testach bioaktywności stosowano szczepy bakterii z rodzajów: *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Bacteroides*, *Staphylococcus* oraz drożdże *Candida* i *Saccharomyces*. Pochodzenie badanych mikroorganizmów i warunki ich hodowli przedstawiono w tab. 1.

Do wstępnego namnażania bakterii z rodzaju *Listeria*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Escherichia*, *Staphylococcus* i *Enterococcus* stosowano bulion wzbogacony

Tabela 1. Mikroorganizmy wykorzystane w badaniach i warunki ich hodowli
Table 1. Microorganisms used in the experiments and their growth conditions

Szcepy Strains	Pochodzenie Source	Pożywka Medium	Temp. [°C]	Inkubacja Incubation
<i>Bacterioides fragilis</i>	ATCC	Columbia	37	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Candida albicans</i> 10231	ATCC	SbB	30	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Clostridium bifermentans</i> 638	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Clostridium histolyticum</i> 19401	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Clostridium perfringens</i> 12915, 13224	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Clostridium sporogens</i> 19404	ATCC	SB	35	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Enterococcus durans</i> 6056	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Enterococcus faecalis</i> S72	KBiMŻ ³	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Escherichia coli</i> O157:H7, 10536	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 25/07	KBiMŻ ²	MRS	38	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Lactobacillus casei</i> 35/08	KBiMŻ ²	MRS	37	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Lactobacillus fermentum</i> 9338	ATCC	MRS	30	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Lactobacillus plantarum</i> 25	KBiMŻ ²	MRS	30	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> 9595	ATCC	MRS	37	beztlenowa - anaerobic ^a
<i>Listeria innocua</i> 33090	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Listeria monocytogenes</i> 54	KBiMŻ ¹	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Listeria ivanovi</i> 35967	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Sacharomyces cerevisiae</i> 1	KBiMŻ	SbB	25	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella enteritidis</i> 05/07	WSSE ²	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella typhi</i> 6539	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Salmonella typhimurium</i> 13311	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Staphylococcus aureus</i> 03/07	WSSE ²	NB	37	tlenowa - aerobic
<i>Yersinia enterocolitica</i> 9610	ATCC	NB	37	tlenowa - aerobic

¹ izolaty kliniczne; ² izolaty z produktów mlecznych; ³ izolaty środowiskowe; ^a warunki beztlenowe (85% N₂, 15%CO₂) wytwarzano za pomocą systemu do hodowli beztlenowych (Anaxomat)

NB: bulion wzbogacony, Biocorp, Polska; MRS: pożywka MRS, Biocorp Polska; Columbia: Columbia Agar, BioMerieux, Polska; ; SB: bulion Scheadlera, Biocorp, SbB: bulion Sabourauda BTL, Polska

ATCC: Amerykańska Kolekcja Czystych Kultur, Rockville, USA; WSSE: Wojewódzka Stacja Sanitaro-Epidemiologiczna w Bydgoszczy, Polska; KBiMŻ: Kolekcja Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Polska;

¹ clinical isolates; ² isolates from dairy products; ³ environmental isolates; ^a anaerobic environment (85% N₂, 15%CO₂) was obtained in a system dedicated for this purpose (Anaxomat)

NB: Nutrient Broth, Biocorp, Poland; MRS: MRS Broth (DE MAN ET AL. 1960), Biocorp Poland Columbia: Columbia Agar, BioMerieux, Poland; SB: bulion Scheadlera, Biocorp, SbB: Sabouraud Broth, BTL, Poland

ATCC: American Type Culture Collection, Rockville, USA; WSSE: Provincial Sanitary Epidemiological Station in Bydgoszcz, Poland; KBiMŻ: Culture Collection of Department of Biotechnology and Food Microbiology, University of Live Sciences, Poznan, Poland;

Źródło: Badania własne

(NB, BTL, Polska) z dodatkiem 2% glukozy (POCH, Polska). Bateria *Lactobacillus* namnażano w podłożu MRS (BTL, Polska), *Clostridium* w podłożu RCM (Oxoid, Wielka Brytania), a drożdże *Sacharomyces* w brzezce.

Testy przeciwdrobnoustrojowe

Aktywność przeciwdrobnoustrojową oznaczano metodą punktowo-dyfuzyjną. Podłoża agarowe odpowiednie dla wzrostu badanych mikroorganizmów zaszczerpiono inokulatami w logarytmicznej fazie wzrostu w takiej ilości by uzyskać stężenie komórek na poziomie ok. 10⁶ jtk/cm³. Następnie na zestalone podłoża agarowe nanoszono 20μl badanych preparatów zawierających 100 mg s.m./ml. Odciek po koagulacyjny oraz hydrolizat enzymatyczny dodatkowo badano w wyższym stężeniu, czyli odpowiednio 500 mg s.m./ml i 225 mg s.m./ml. Po 24-godzinnej inkubacji oceniano

stopień zahamowania wzrostu drobnoustrojów wskaźnikowych. Równolegle wykonano analogiczne testy na podłożu Müller-Hintona z dodatkiem 2% agaru (Oxoid, Wielka Brytania).

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystyka badanych preparatów na bazie soku z ziemniaka

Bulwy ziemniaka, a co za tym idzie i otrzymany z nich sok, jak również jego odbiałczona niskocząsteczkowa frakcja, zawierają w swoim składzie glikoalkaloidy [30] – związki o udokumentowanych właściwościach przeciwdrobnoustrojowych, skierowanych przeciwko patogenom roślin takim jak: *Alternaria brassicicola*, *Phoma medicaginis*, *Ascobolus crenulatus* i *Rhizoctonia solani* [8, 9, 22]. Głównymi przedstawicielami tych związków jest solanina i chakonina. Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka jest zależna od odmiany, warunków uprawy, zbioru i przechowywania [28]. Oznaczenia chromatograficzne przeprowadzone w ramach niniejszej pracy wykazały, że zawartość glikoalkaloidów w soku z ziemniaka, niezależnie od sposobu jego wysuszenia, była wyższa niż w jego odbiałczanym preparacie. Wskazuje to na zdolność wiązania się glikoalkaloidów z białkami i możliwość ich częściowego usuwania. Wyniki oznaczeń zawartości solaniny i chakoniny w badanych produktach przedstawiono w tab. 2.

W niskocząsteczkowej frakcji, oprócz glikoalkaloidów i soli, znajdują się także witaminy. Mimo stosunkowo niskiej ich zawartości, ziemniak jest głównym źródłem witaminy C w diecie przeciętnego Polaka, co ma związek z dużym spożyciem tego produktu w naszym kraju [28]. We frakcji niskocząsteczkowej badanej w prezentowanej pracy nie stwierdzono obecności witaminy C, a jedynie 2 witaminy z grupy B (tab. 3). Witamina C jest substancją nietrwałą i prawdopodobnie uległa rozkładowi w procesie utrwalania i separacji.

Oznaczenie składu mikro- i makroelementów soku ziemniaczanego z użyciem płomieniowej i bezpłomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (tab. 4) wykazało natomiast, że jest on bardzo bogatym źródłem żelaza, potasu i magnezu. 100 g suszu pokrywa aż 1320% dziennego zapotrzebowania na żelazo, 420% zapotrzebowania na potas oraz 150% na magnez. Równocześnie stwierdzono, że sok z ziemniaka zawiera metale ciężkie na bezpiecznym niskim poziomie [11].

Tabela 2. Zawartość solaniny i chakoniny
Table 2. The content of solanine and chaconine

Próba Sample	Zawartość solaniny ± SD The content of solanine [µg/g SM]	Zawartość chakoniny ± SD The content of chaconine [µg/g SM]
Sok ziemniaczany Potato juice	591,19 ± 11,36	990,06 ± 19,88
Odciek po koagulacji białka The effluent after protein coagulation	473,20 ± 10,97	436,11 ± 11,45

Źródło: Badania własne

Tabela 3. Zawartość witamin z grupy B w niskocząsteczkowej frakcji soku ziemniaczanego
Table 3. Contents of B vitamins in the low molecular weight fraction of potato juice

Witamina Vitamin	Zawartość ± SD Content ± SD [mg/g SM]
Ryboflawina (B2)	1,09 ± 0,11
Biotyna (B7)	6,72 ± 0,24

Źródło: Badania własne

Tabela 4. Zawartość mikro- i makroelementów w soku z ziemniaka
Table 4. The content of micro-and macronutrients in potato juice

Pierwiastek Chemical element	Zawartość ± SD Content ± SD
Fe	158,01 ± 1,28 [mg/100g]
K	8354 ± 17 [mg/100g]
Mg	551,50 ± 21,92 [mg/100g]
Mn	3,27 ± 0,01 [mg/100g]
Zn	7,96 ± 0,13 [mg/100g]
Ca	135,04 ± 4,62 [mg/100g]
Cu	18 ± 2,2 [µg/1g]
Pb	3,05 ± 0,5 [µg/1g]
Cd	7,0 ± 0,2 [µg/1g]

Źródło: Badania własne

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Wybrane do badań szczepy mikroorganizmów reprezentowały grupy drobnoustrojów istotne z punktu widzenia fizjologii człowieka, o zróżnicowanym metabolizmie, a więc w odmienny sposób wpływające na zdrowie gospodarza. Do oceny ich aktywności zastosowano metodę punktowo-dyfuzyjną, powszechnie wykorzystywaną w badaniach prowadzonych w tym kierunku.

Przeprowadzone testy aktywności nie wykazały wpływu żadnego z 4-ch badanych preparatów z soku ziemniaczanego na wzrost zastosowanych w pracy mikroorganizmów wskaźnikowych. W związku z tym, że żadna z badanych próbek nie oddziaływała na mikroorganizmy będące naturalnymi komponentami mikrobioty jelitowej, stwierdzono, że spożywanie produktów zawierających sok z ziemniaka nie będzie zmieniało składu mikroekosystemu jelitowego. Uzyskane rezultaty są jednak odmienne od danych literaturowych

wskazujących na aktywność przeciwdrobnoustrojową soku z ziemniaka i sugerujących jego potencjał terapeutyczny [13, 17]. Różnice w składzie badanych produktów, postępowaniu analitycznym, a także odmienne pochodzenie stosowanych w pracy drobnoustrojów wskaźnikowych są prawdopodobnie przyczyną stwierdzonego w niniejszej pracy braku aktywności. Aktywność przeciwdrobnoustrojowa w stosunku do *Clostridium perfringens* i *Escherichia coli* została jak dotąd wykazana jedynie w toku badań klinicznych prowadzonych z zastosowaniem soku ziemniaka odmian Juice Valley i Gogu Yalley [17]. Ustalono jednocześnie, że suplementacja diety ludzi zdrowych sokiem ziemniaków ww. odmian powodowała wzrost liczebności bakterii *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* [17]. W literaturze brak jest jednak wyników badań *in-vitro* potwierdzających takie działanie. W obliczu zaobserwowanego w badaniach własnych braku aktywności przeciwdrobnoustrojowej, wyniki Lee [17] wyjaśnić można pośrednim działaniem soku ziemniaczanego na mikroflorę patogenną przewodu pokarmowego. Stymulowanie wzrostu korzystnych dla zdrowia człowieka bakterii fermentacji mlekowej, często o silnej aktywności przeciwdrobnoustrojowej, prawdopodobnie powodowało wypieranie drobnoustrojów patogennych. W przeprowadzonych w niniejszej pracy badaniach modelowych nie stwierdzono wpływu przetworzonego soku z ziemniaka na wzrost bakterii probiotycznych i komensalnych.

Badania opublikowane przez zespół Jin i wsp. [13] pokazują, że wyekstrahowane białka ziemniaczane w postaci roztworu wodnego, wykazują zdolność do hamowania wzrostu bakterii *E. coli*, *Salmonella Choleraesuis*, *Salmonella Gallinarum*, a także *Staphylococcus aureus*. Wymienieni badacze ustalili ponadto, że minimalne stężenie soku z ziemniaka ograniczające wzrost ww. bakterii wynosiło od 300 do 500 µg/ml, czyli było o dwa rzędy wielkości niższe niż zastosowane w naszym badaniu. Prawdopodobnie i w tym przypadku różnice w składzie badanego materiału były główną przyczyną zaobserwowanych rozbieżności. Jin i wsp. [13] badali frakcję białkową wyizolowaną z bulw *S. tuberosum* L. cv. Gogu Valley, natomiast w naszej pracy analizowano sok otrzymany z ziemniaków wysokoskrobiowych, przetwarzanych w toku kampanii krochmalniczej. Zatem badane preparaty stanowiły mieszaninę różnych związków o charakterze białkowym i niebiałkowym. W badaniach prowadzonych metodą punktowo-dyfuzyjną nie zaobserwowano inhibicji wzrostu bakterii *E. coli* i *C. perfringens* pod wpływem preparatów zawierających białka ziemniaczane, jak również frakcji niskocząsteczkowej. Przeprowadzone w niniejszej pracy doświadczenia nie obejmowały badań interakcji między różnymi rodzajami bakterii oraz wpływu soku ziemniaczanego na wzrost bakterii *Lactobacillus*. Badania w tym kierunku mogą wyjaśnić mechanizm działania przeciwdrobnoustrojowego, sugerowanego przez innych autorów, dlatego są już przedmiotem naszych kolejnych badań.

Wyniki badań aktywności przeciwdrobnoustrojowej soku z ziemniaka opublikowane przez innych autorów wskazują, że wpływ na nią może mieć m.in. potencjał antyoksydacyjny tego surowca [4]. Nasze wcześniejsze doświadczenia wykazały, że niektóre metody przetwórstwa, takie jak hydroliza enzymatyczna czy suszenie rozpyłowe soku z ziemniaka, podwyższają potencjał antyoksydacyjny [16]. W niniejszej pracy przebadano więc także działanie hydrolizatu soku

z ziemniaka oraz frakcji odbiałczonej o wyższym potencjale antyoksydacyjnym w stosunku do świeżego surowca [16, 23]. Przeprowadzone badania nie potwierdziły wpływu żadnej z metod przetwórstwa, a co za tym idzie i potencjału oksydoredukcyjnego soku na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową. Również zastosowanie podwyższonych stężeń hydrolizatu i odcieku nie spowodowało zahamowania wzrostu żadnego z badanych drobnoustrojów. Hydroliza enzymatyczna także nie nadała badanym próbkom soku z ziemniaka zdolności do hamowania wzrostu drobnoustrojów. Doniesienia literaturowe wskazują jednak, że hydrolizaty białek np. mleka mają wyższą aktywność w stosunku do surowca wyjściowego. W wyniku hydrolizy białek często powstają nowe bioaktywne peptydy, które silniej oddziałują na mikroflorę [1, 6]. Analizowany produkt otrzymany w wyniku hydrolizy soku ziemniaczanego był jednak pozbawiony peptydów o takim działaniu.

WNIOSKI

Sok z ziemniaka oraz preparaty jego przetwórstwa, w stężeniu 100 mg s.m./ml, nie ograniczały wzrostu szczepów bakterii chorobotwórczych *Escherichia coli* O157:H7, *Clostridium histolicum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Listeria ivanovii*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis*, *Shaphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, bakterii komensalnych, *Bacteroides*, *Clostridium bifementas*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus durans* oraz probiotycznych *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* i *Lactobacillus fermentum* a także drożdży *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*.

Przeprowadzone badania wykazały, że:

- ▶ zwiększenie potencjału antyoksydacyjnego soku w wyniku procesów przetwórczych nie miało wpływu na jego aktywność przeciwdrobnoustrojową,
- ▶ peptydy powstałe w wyniku hydrolizy enzymatycznej białek soku ziemniaczanego nie wykazywały aktywności przeciwdrobnoustrojowej,
- ▶ hydrolizat soku z ziemniaka oraz odciek po koagulacji termicznej białek zastosowane w podwyższonych stężeniu (odpowiednio 225 i 500 mg s.m./ml) były również pozbawione aktywności w stosunku do badanych drobnoustrojów,
- ▶ nie stwierdzono związku pomiędzy składem, sposobem przetworzenia i stopniem zateżenia soku z ziemniaków, a jego aktywnością w stosunku do mikroorganizmów zarówno patogennych, jak i probiotycznych oraz komensalnych.

LITERATURA

- [1] ALMAAS H., HOLM H., LANGSRUD T., FLENGSRUD R., VEGARUD G. 2006. *In vitro studies of the digestion of caprine whey proteins by human gastric and duodenal juice and the effects on selected microorganisms*. British Journal of Nutrition, 96, 562-569.
- [2] ARORA D., KAUR J. 1999. *Antimicrobial activity of spices*. International Journal of Antimicrobial Agents, 12 (3), 257-262.
- [3] BENNETT H., ROBERTS I. S. 2008. Treatment of gastrointestinal diseases. Pat. WO 2008053224.
- [4] BONTEMPO P., CARAFA V., GRASSI R., BASILE A., TENORE G., FORMISANO C., RIGANO D., ALTUCCI L. 2013. *Antioxidant, antimicrobial and anti-proliferative activities of Solanum tuberosum L. var. Violotte*. Food and Chemical Toxicology, 55, 304-312.
- [5] BURLINGAME B., B MOUILLE B., CHAR-RONDIERE R. 2009. *Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes*. Critical Review. Journal of Food Composition and Analysis, 22, 494-502.
- [6] CHENG X., TANG X., WANG Q., MAO X.Y. 2013. *Antibacterial effect and hydrophobicity of yak k-casein hydrolysate and its fractions*. International Dairy Journal, 31, 111-116.
- [7] CHRUBASIK S., CHRUBASIK C., TORDA T., MADISH A. 2006. *Efficacy and tolerability of potato juice in dyspeptic patients: A pilot study*. Phytomedicine 13, 11-15.
- [8] FEWELL A. M., RODDICK J. G. 1993. *Interactive antifungal activity of the glycoalkaloids α -solanine and α -chaconine*. Phytochemistry 33, 323-328.
- [9] FEWELL A. M., RODDICK J. G. 1997. *Potato glycoalkaloid impairment of fungal development*. Mycological research 101, 597-603.
- [10] HAMMER K., CARSON C., RILEY T. 1999. *Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts*. Journal of Applied Microbiology 86, 985-990.
- [11] JECFA 2003. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Sixty-first meeting Rome, 10-19 June 2003. Toxicological recommendations and information on specifications.
- [12] JI Y. B., GAO S. Y., JI C. F., ZOU X. 2008. *Induction of apoptosis in HepG2 cells by solanine and Bcl-2 protein*. Journal of Ethnopharmacology, 115, 194-202.
- [13] JIN Z., YANG Y. X., CHOI J. Y., SHINDE P. L., YOON S. Y., HAHN T.-W., LIM H. T., PARK Y., HAHM K.-S., JOO J. W., CHAE B. J. 2008. *Potato (Solanum tuberosum L. cv. Gogu valley) protein as a novel antimicrobial agent in weanling pigs*. Journal of Animal Science, 86, 1562-1572.
- [14] JIN-YOUNG K., SEONG-CHEOL P., MI-HYUN K., HAK-TAE L., YOONKYUNG P., KYUNG-SOO H. 2005. *Antimicrobial activity studies on a trypsin-chymotrypsin protease inhibitor obtained from potato*. Biochemical and Biophysical Research Communications, 330 (3), 921-927.
- [15] KORPAN Y. I., NAZARENKO E. A., SKRY-SHEVSKAYA, MARTELET C., JAFFREZIC-RENAULT N., EL'SKAYA A. V. 2004. *Potato glycoalkaloids: true safety or false sense of security*. Trends in Biotechnology, 22, 147-151.

- [16] KOWALCZEWSKI P., CELKA K., BIAŁAS W., LEWANDOWICZ G. 2012. *Antioxidant activity of potato juice*. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria, 11(2), 175-181.
- [17] LEE, H. S. 2005. *Clinical effects of intake of Juice valley and Gogu valley towards fecal microflora of healthy human volunteers*. Food Science and Biotechnology, 14, 540-542.
- [18] LEWANDOWICZ G., KOWALCZEWSKI P., BIAŁAS W., OLEJNIK A., RYCHLIK J. 2012. *Rozdział frakcji soku ziemniaczanego różniących się masą cząsteczkową i charakterystyka ich aktywności biologicznej*. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, 266, 331-344.
- [19] LEWANDOWICZ G., KOWALCZEWSKI P., OLEJNIK A., JODYNIS-LIEBERT J., KUJAWSKA M., LESIECKI M. 2014. *Sposób otrzymywania preparatu z soku ziemniaka oraz jego zastosowanie*. Zgłoszenie Patentowe PL nr P.406918 z dnia 24.01.2014.
- [20] MAHASNEH A., EL-OQLAH A. 1999. *Antimicrobial activity of extracts of herbal plants used in the traditional medicine of Jordan*. Journal of Ethnopharmacology, 64, 271-276.
- [21] MARČETIĆ M., PETROVIĆ S., MILENKOVIĆ M., NIKETIĆ M. 2014. *Composition, antimicrobial and antioxidant activity of the extracts of Eryngium palmatum Pančić and Vis. (Apiaceae)*. Central European Journal of Biology, 9(2), 149-155.
- [22] MILNER S., BRUNTON N., JONES P., O'BRIEN N., COLLINS S., MAGUIRE A. 2011. *Bioactivities of glycoalkaloids and their aglycones from Solanum species*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 3454-3484.
- [23] OLEJNIK A., BIAŁAS W., TOMCZYK J., LEWANDOWICZ G. 2011. *Cytotoksyczność i genotoksyczność soku z ziemniaka*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 205, 118-125.
- [24] PASTUSZEWSKA B., TACIAK M., TUŚNIO A. 2007. *Koncentrat białka ziemniaczanego w żywieniu zwierząt monogastrycznych*. Postępy Nauk Rolniczych 5, 91-106.
- [25] PEKSA A., GOLUBOWSKA G., ANIOŁOWSKI K., LISIŃSKA G., RYTEL E. 2006. *Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chip processing*. Food Chemistry, 97, 151-156.
- [26] POUVREAU L., GRUPPEN H., PIERSMA S. R., VAN DEN BROEK A. M., VAN KONINGSVELD G. A., VORAGEN A. G. J. 2001. *Relative Abundance and Inhibitory Distribution of Protease Inhibitors in Potato Juice from cv. Elkana*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, 2864-2874.
- [27] RUSELER-VAN EMBDEN J. G. H., VAN LIESHOUT L. M. C., LAMAN J. D. 2004. *Methods and means for preventing or treating inflammation or pruritis*, Patent USA 6,723,354.
- [28] RYTEL E. 2010. *Wybrane substancje odżywcze i antyżywnieniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze*. Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych 557, 43-61.
- [29] SALEEM T. S. M., CHETTY C. M., RAMKANTH S., ALAGUSUNDARAM M., GNANAPRAKASH K., RAJAN V. S. T., ANGALAPARAMESWARI S. 2009. *Solanum nigrum Linn. – A review*. Pharmacognosy Reviews, 3 (6), 342-345.
- [30] STOBIECKI M., MATYSIAK-KATA I., FRASIŃSKI R., SKAŁA J., SZOPA J. 2003. *Monitoring changes in anthocyanin and steroid alkaloid glycoside content in lines of transgenic potato plants using liquid chromatography/mass spectrometry*. Phytochemistry, 62, 959-969.
- [31] TUŚNIO A., PASTUSZEWSKA B., SWIECH E., TACIAK M. 2011. *Response of young pigs to feeding potato protein and potato fibre – nutritional, physiological and biochemical parameters*. Journal of Animal and Feed Science, 20 (3) 361-378.
- [32] VLACHOJANNIS, J. E., CAMERON M., CHRUBASIK S. 2010. *Medicinal use of potato-derived products, A systematic review*. Phytotherapy Research, 24, 159-162.
- [33] ZGÓRSKA K., CZERKO Z., GRUDZIŃSKA M. 2006. *Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1(46) Supl., 229-234.