

**PRZEMYSŁAW KOWALCZEWSKI**<sup>1</sup>**GRAŻYNA LEWANDOWICZ**<sup>1</sup>**AGNIESZKA MAKOWSKA**<sup>2</sup>**AGATA OLEJNIK**<sup>1</sup>**WIKTOR OBUCHOWSKI**<sup>2</sup><sup>1</sup>Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu<sup>2</sup>Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## Charakterystyka ekstrudowanych przekąsek zbożowych zawierających sok z ziemniaka\*

### Characterisation of the extruded cereal snacks containing potato juice

Sok z ziemniaka powszechnie jest postrzegany jako produkt odpadowy, który w najlepszym przypadku może być stosowany w żywieniu zwierząt. Rezerwą wobec możliwości stosowania go w żywieniu człowieka pogłębia dodatkowo fakt, że zawiera on glikoalkaloidy o udokumentowanym działaniu toksycznym. Tymczasem opublikowane w ostatnich latach badania przeprowadzone w różnych ośrodkach wykazały, że właśnie te substancje wykazują szczególną aktywność (*in vitro*) przeciw komórkom nowotworowym. Badania kliniczne z użyciem soku z ziemniaka wykazały ponadto jego skuteczność w niektórych chorobach przewodu pokarmowego. Sok z ziemniaka mógłby więc być składnikiem żywności funkcjonalnej adresowanej np. do chorych na nieswoiste zapalenie jelit. Celem pracy było opracowanie technologii otrzymywania atrakcyjnych sensorycznie chrupek zawierających sok z ziemniaka oraz ogólna charakterystyka jakościowa tego produktu. Chrupki otrzymywano na drodze ekstruzji w ekstruderze jednoślismakowym. Sok z ziemniaka dodawano w postaci suszu otrzymanego za pomocą suszarki rozpyłowej. W celu uniknięcia ewentualnego przekroczenia dopuszczalnej dziennej dawki glikoalkaloidów ilość dodanego soku z ziemniaka dobierano w ten sposób, aby jedna porcja chrupek (100g) zawierała nie więcej soku niż znajduje się w 200 g świeżych ziemniaków. Otrzymany produkt poddano analizie sensorycznej. Ponadto badano: współczynnik ekspansji promieniowej, gęstość właściwą, współczynniki WAI i WSI, barwę w skali L\*a\*b\* oraz wytrzymałość mechaniczną. Przeprowadzone badania wykazały, że w celu uzyskania atrakcyjnych sensorycznie chrupek kukurydzianych z dodatkiem suszu soku z ziemniaka konieczne jest zastosowanie dodatku przypraw i substancji barwiących.

**Słowa kluczowe:** chrupki, nieswoiste zapalenie jelit, sok z ziemniaka, żywność funkcjonalna

Potato juice is widely recognised as a waste product which could be possibly used for animal nutrition. The application of potato juice in human nutrition is avoided due to toxicity of glycoalkaloids. In contrast, there are a few pieces of scientific evidence on *in vitro* activity of glycoalkaloids against cancer cells. Moreover, clinical trials on medicinal use of potato juice proved that it could be the

\* Praca została wykonana w ramach projektu pt. „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych” realizowanego w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka, 2007–2013

treatment option in patients suffering from gastrointestinal disorders. So, the potato juice could be used as a component of functional foods targeted for patients suffering from inflammatory bowel disease. The aim of this study was to develop a technology for production of extruded cereal snacks containing the potato juice. Physicochemical and sensory characteristics of the product were also done. Snacks were extruded using spray dried potato juice as an ingredient. The resulting products were analysed in terms of the radial expansion ratio, bulk density, WAI and WSI, the colour scale  $L^*a^*b^*$ , as well as breaking strength index. It was found that manufacturing of extruded cereal snacks containing potato juice needs modification of extrusion parameters as well as application of the spices and colouring additives.

**Key words:** extruded cereal snacks, functional food, inflammatory bowel disease, potato juice

## WSTĘP

Sok z ziemniaka powszechnie jest postrzegany jako produkt odpadowy, który w najlepszym przypadku może być stosowany w żywieniu zwierząt (Tuśnio i in., 2011). Rezerwę wobec możliwości stosowania go w żywieniu człowieka pogłębia dodatkowo fakt, że zawiera on glikoalkaloidy o udokumentowanym działaniu toksycznym (Zgórska i in., 2006). Tymczasem opublikowane w ostatnich latach badania wykazały, że właśnie te substancje wykazują nie tylko szczególnie wysoki potencjał antyoksydacyjny, ale również szczególną aktywność (*in vitro*) przeciw komórkom nowotworowym (Kowalczewski i in., 2012; Olejnik i in., 2011; Ji i in., 2008; Saleem i in., 2009). Badania kliniczne z użyciem soku z ziemniaka wykazały ponadto jego skuteczność w niektórych chorobach przewodu pokarmowego (Chrubasik i in., 2006; Vlachoianis i in., 2010).

Chorzy na nieswoiste zapalenie jelit stanowią specyficzną grupę konsumentów wybierających do swojej diety wyłącznie produkty lekkostrawne i nie wykazujące działania drażniącego (Gassull, Cabré, 2001). Z drugiej strony konieczność zachowania ww. rygorów powoduje znużenie monotonią diety. Z tego powodu celowe jest poszukiwanie nowego typu produktów spożywczych, w tym przekąsek, spełniających jednak restrykcyjne wymagania tej grupy konsumentów. Dodatkowe wzbogacenie tego typu produktów w składniki o działaniu przeciwzapalnym pozwoliłoby na bardziej skutecznie postępowanie dietetyczne w stosunku do tej grupy pacjentów.

Proces ekstruzji wysokotemperaturowej (HTST), coraz powszechniej stosowany w przetwórstwie produktów zbożowych wskutek równoczesnego, krótkotrwałego działania wysokiej temperatury, ciśnienia, wilgoci i sił ścinających pozwala na uzyskanie lekkostrawnych produktów o wysokiej atrakcyjności sensorycznej (Lazou, Krokida, 2010). Chrupki kukurydziane są najchętniej spożywanym ekstrudowanym produktem zbożowym. Istnieje wiele doniesień na temat wzbogacania tego typu produktów przekąskowych w celu zwiększenia ich wartości odżywczej, czy dietetycznej (Moreira i in., 2008; Makowska, Józefacki, 2010; Cardoso-Santiago i in., 2001). Wzbogacenie chrupek w składniki bioaktywne wydaje się być skuteczną metodą wzbogacenia diety chorych na nieswoiste zapalenie jelit. Celem pracy było opracowanie technologii otrzymywania atrakcyjnych sensorycznie chrupek zawierających sok z ziemniaka oraz ogólna charakterystyka jakościowa tego produktu.

## MATERIAŁY I METODY

Materiałem badawczym był świeży sok z ziemniaka pobrany w toku kampanii ziemniaczanej 2011 roku z Zakładu Produkcyjnego w Stawie będącego częścią Wielkopolskiego Przedsiębiorstwa Przemysłu Ziemniaczanego w Luboniu. Bezpośrednio po pobraniu sok był schładzany w zbiorniku magazynowym do temperatury 4°C i po przetransportowaniu do Katedry Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności poddany procesowi suszenia rozpyłowego.

Suszenie rozpyłowe prowadzono w suszarni półtechnicznej 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 otrzymując susz soku ziemniaczanego o wilgotności  $10,69 \pm 0,24\%$ .

Surowiec podstawowy stanowiła kaszka kukurydziana o granulacji 750–1250µm, zakupiona w przedsiębiorstwie Młyn Zbożowy Stanisław Grygier w Wonieściu, dodatki zakupiono w handlu detalicznym w sklepach spożywczych.

Chrupki otrzymywano na drodze ekstruzji w ekstruderze jednoślismakowym typu S-45 wyprodukowanym przez Metalchem Gliwice, o układzie plastyfikującym L:D = 12 i dyszy 4,5 mm. Ekstruzji poddawano surowiec o wilgotności 13%. Na drodze wstępnych doświadczeń dobrano następujące warunki temperaturowe procesu: 135°C (temperatura pierwszej strefy), 155°C (temperatura drugiej strefy); 135°C (temperatura głowicy).

Współczynnik ekspansji promieniowej (ER) obliczono jako stosunek średnicy ekstrudatu do średnicy dyszy. Oznaczenie wykonano w 15 powtórzeniach.

Gęstość właściwą chrupek określono wyznaczając objętość pojedynczych chrupek i ważąc je. Z uzyskanych pomiarów wyliczono gęstość właściwą ekstrudatów:

$$\rho = 4 m / \pi d^2 l$$

gdzie  $\rho$  — gęstość ekstrudatu ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  $d$  — średnica ekstrudatu (cm), a  $l$  — długość ekstrudatu (cm) (Thymi i in., 2005; Asare i in., 2004). Pomiary masy i objętości wykonywano w 15 niezależnych powtórzeniach.

Współczynniki rozpuszczalności (WSI, ang. water solubility index) i wodochłonności (WAI, ang. water absorption index) oznaczono metodą wirówkową według Andersona (Anderson i in., 1969). W tym celu 1,0 g rozkruszonego ekstrudatu zawieszano w 20 ml wody i wytrząsano w temp. otoczenia w czasie 10 minut. Następnie otrzymaną ciecz wirowano z prędkością 4300g przez 10 minut. Supernatant oddzielano od warstwy żelu. Następnie oznaczano masę żelu jak również masę suchej pozostałości po suszeniu supernatantu w temp. 105°C. Współczynniki WAI i WSI obliczano ze wzorów:

$$\text{WSI} (\%) = 100m_1 / m_0$$

$$\text{WAI} (\text{g/g}) = m_2 / m_0$$

gdzie  $m_1$  — masa pozostałości po wysuszeniu supernatantu;  $m_0$  — sucha masa naważki ekstrudatu;  $m_2$  — masa warstwy żelu.

Wytrzymałość mechaniczną chrupek wyznaczono za pomocą analizatora tekstury TA-XT.plus firmy Stable Micro Systems (Wielka Brytania). Chrupki przecinano nożem Warnera-Bratzlera, przy prędkości głowicy podczas testu 2 mm/s i jej obciążeniu 20 N. Maksymalną siłę niezbędną do przecięcia chrupki przyjęto za siłę łamania chrupki. Na

podstawie tej wartości i średnicy przecinanego ekstrudatu wyliczono Indeks Siły Łamania (ISŁ) jako stosunek maksymalnej siły potrzebnej do przecięcia próbki i jej średnicy (Chaiyakul i in., 2009).

Uzyskane dane poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA) przy użyciu pakietu Statistica 10 (StatSoft) na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

Barwę otrzymanych chrupkek oznaczano w systemie  $L^*a^*b^*$  używając aparatu Chroma Meter CR-410 firmy Konica Minolta Sensing Inc. (Japonia). Do oznaczenia każdorazowo używano 3 chrupki, które przed badaniem roztarto. Oznaczenie barwy wykonywano w 5 niezależnych powtórzeniach. Oznaczono jasność chrupkek ( $L^*$ ), a także pozostałe składowe barwy:  $a^*$  — nasycenie barwą czerwoną (+)/zieloną (-) oraz  $b^*$  — nasycenie barwą żółtą (+)/niebieską(-).

Oznaczenie suchej substancji metodą wagową wykonano zgodnie z Polską Normą PN-90/A-75101/03, w temperaturze 105°C.

Analizę sensoryczną otrzymanych produktu przeprowadzono stosując ankietową metodę 10. punktową pytając grupę 100 osób o następujące cechy: kształt i wygląd, spulchnienie i porowatość, powierzchnię i zabarwienie, kruchość, konsystencję oraz ogólną pożądalność.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wzbogacanie żywności musi być przeprowadzane w taki sposób, aby dostarczyć konsumentom taką ilość substancji aktywnej, która będzie wywierała pozytywny efekt fizjologiczny, jednak przede wszystkim tak aby nie przekroczyć zalecanego dziennego spożycia (RDA). W przypadku wzbogacania sokiem z ziemniaka jest to zadanie szczególnie trudne ze względu na fakt, iż jest to produkt o równocześnie udokumentowanym działaniu leczniczym jak i toksycznym. Dodatkowym utrudnieniem jest fakt, że zawartość substancji toksycznych (solaniny i chakoniny) w ziemniakach, a co za tym idzie w soku jest niezwykle zróżnicowana (Rytel, 2010; Burlingame i in., 2009). Za pozytywny uznać należy jednak bez wątpienia fakt, iż zawartość glikoalkaloidów w ziemniakach kierowanych do spożycia jest znacznie niższa niż dopuszczalne limity (Pęksa i in., 2006). W badaniach wstępnych zastosowano dodatek suszonego soku z ziemniaka na dwóch poziomach 4% (K2) oraz 8% (K3). Próbę odniesienia stanowiły chrupki wyprodukowane z kaszki kukurydzianej bez dodatków (K1). Poziom 8% dodatku suszonego soku ziemniaczanego (przy założeniu 100 gramowej wielkości porcji gotowego produktu) stanowi równoważną ilość soku otrzymanego z 200 g świeżych ziemniaków. Spożycie takiej ilości ziemniaków jest powszechnym standardem w wielu krajach i z tego powodu przyjęto, że może być uznane za bezpieczne dla naszego zdrowia. Słuszność takiej hipotezy potwierdzają symulacje uwzględniające toksyczność glikoalkaloidów. Dawka  $LD_{50}$  solaniny dla szczurów, po podaniu doustnym, wynosi 590 mg/kg, a po podaniu dootrzewnowym tylko 67–5 mg/kg (Zeiger, 1998). Jednak w stosunku do ludzi, na podstawie odpowiednich obliczeń przyjmuje się, że dawka toksyczna jest dużo niższa i wynosi 2–5 mg/kg masy ciała, przy czym letalna może być już dawka 3–6 mg/kg (Morris, Lee, 1984; Zeiger, 1998). Badania polskich autorów wykonane na odmianach ziemniaków

uprawianych w Polsce wskazują, że zawartość glikoalkaloidów w odmianach późnych, które są głównym surowcem przemysłu skrobiowego, jest znacznie niższa niż w odmianach wczesnych i w nieobieranych bulwach waha się w granicach 4–6 mg/100g dla chakoniny i 1,5–2,5 g/100 g dla solaniny (Pęksa i in., 2002). Zawartość glikoalkaloidów wzrasta w toku przechowywania, zwłaszcza jeśli magazynowane są bulwy uszkodzone i nie jest ograniczony dostęp światła. Wartości średnie ogólnej zawartości glikoalkaloidów w polskich odmianach wynoszą w świeżo zebranych nieuszkodzonych bulwach ok. 50 mg/kg, natomiast w uszkodzonych, przechowywanych na świetle aż 134 mg/kg (Zgórska i in., 2006). Spostrzeżenia te zostały potwierdzone w najnowszych badaniach prowadzonych w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin na 14 polskich odmianach ziemniaków (Trawczyński, Wierzbička, 2011). Stwierdzona zawartość glikoalkaloidów, w nieobieranych bulwach, była bardzo podobna i wahała się w granicach 29–134 mg/kg. Dane te wskazują, że w żadnej z polskich odmian nie stwierdzono przekroczenia poziomu zawartości glikoalkaloidów 200 mg/kg uznanego za granicę bezpieczeństwa zdrowotnego (Zgórska i in., 2006; Trawczyński, Wierzbička, 2011; Zeiger, 1998). Biorąc pod uwagę nawet najwyższe średnie zawartości glikoalkaloidów w bulwach, wskutek spożycia soku z 200 g ziemniaków wprowadza się do organizmu niespełna 27 mg tych substancji, czyli nie więcej niż 0,5 mg/kg średniej wagi dorosłego człowieka. Uwzględniając wszystkie powyższe uwarunkowania należy stwierdzić, że nie jest możliwe przy wprowadzeniu do produktu spożywczego soku z ziemniaka w ilości do 200 g na porcję, osiągnięcie dawki toksycznej glikoalkaloidów. Można więc twierdzić iż przyjęte założenie zapewnia pełne bezpieczeństwo zdrowotne konsumentów, bez względu na użytą w produkcji odmianę ziemniaka.

Tabela 1

**Skład badanych produktów**  
**Ingredients of the products**

Próba Sample	Skład produktów Contents
K1	100% kaszki kukurydzianej; processed maize
K2	96% kaszki; maize, 4% suszu soku ziemniaczanego; dried potato juice
K3	92% kaszki; maize, 8% suszu soku; dried potato juice
P1	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% soli ziołowej salt with herbs (w tym: sól; salt 80%, cebula prażona; fried onion 8%, gorczyca biała; white mustard 5%, pieprz czarny; black pepper 4%, bazylija; basil, cząber; savory, papryka; pepper po 1% )
P2	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% soli; salt
P3	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% papryki; pepper
P4	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 1,5% papryki; pepper, 1,5% soli; salt
P5	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% gotowej mieszanki przyprawowo-warzywnej; ready mixture of spices and vegetables
P6	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% bazylii; basil
P7	93% kaszki; maize, 4% suszu; dried potato juice, 3% natki pietruszki; parsley

W wyniku wstępnej oceny sensorycznej stwierdzono, że bardziej atrakcyjne są chrupki o zawartości suszu 4% i dalsze badania prowadzono stosując taki dodatek soku ziemniaczanego. Stwierdzono również, że dodatek suszu negatywnie wpływa na atrakcyj-

ność otrzymanego produktu zmieniając nieznacznie jego barwę, oraz współczynnik ekspansji promieniowej, a nade wszystko smak chrupiek, w których wyczuwalny staje się wyraźnie obcy posmak ziemniaczany. Konieczne zatem okazało się zastosowanie odpowiednich dodatków smakowych, mających na celu poprawę atrakcyjności przekąski ekstrudowanej z dodatkiem soku ziemniaczanego. W tym celu zastosowano suszone dodatki naturalne w ilości 3%, takie jak: papryka (P3); bazylija (P6); natka pietruszki (P7); sól (P2); sól ziołowa będąca mieszanką soli 80%, cebuli prażonej 8%, gorczyicy białej 5%, pieprzu czarnego 4%, bazylii, cząbrku, papryki po 1% (P1); gotowa handlowa mieszanka przyprawowo-warzywna (P5); mieszanka 1,5% papryki i 1,5% soli (P4). Szczegółowy skład testowanych wariantów produktów przedstawiono w tabeli 1.

#### Charakterystyka fizykochemiczna chrupiek

Chrupki wzbogacane sokiem z ziemniaka wykazywały nieco zmienione w stosunku do klasycznych chrupiek kukurydzianych właściwości fizykochemiczne (tab. 2–4). W najbardziej spektakularny sposób uległa zmianie barwa produktów (tab. 2). Dodatek suszu ziemniaczanego spowodował zmniejszenie jasności chrupiek, spadek nasycenia barwą żółtą, oraz wzrost nasycenie barwą czerwoną. Zastosowanie dodatków takich jak papryka, sól ziołowa, czy bazylija i susz pietruszki spowodowało dalsze zmiany barwy. We wszystkich przypadkach zaobserwowano spadek nasycenia barwą żółtą oraz wzrost nasycenia barwą czerwoną (z wyjątkiem chrupiek z dodatkiem natki pietruszki). Dodatek warzyw i ziół powodował dalsze obniżenie jasności produktu, jednak dodatek soli wywierał odwrotny skutek.

Tabela 2

Barwa otrzymanych produktów w systemie L\*a\*b\*  
The color of the obtained products in the L\*a\*b\* system

Próba Sample	L*	a*	b*
K1	81,63 ± 0,13	0,58 ± 0,06	59,28 ± 0,81
K2	68,99 ± 0,18	9,25 ± 0,09	47,42 ± 0,20
K3	64,86 ± 0,08	12,06 ± 0,06	45,26 ± 0,10
P1	68,13 ± 0,08	8,59 ± 0,06	44,07 ± 0,08
P2	72,17 ± 0,03	7,52 ± 0,06	45,39 ± 0,03
P3	60,01 ± 0,06	15,32 ± 0,05	42,04 ± 0,13
P4	67,17 ± 0,01	12,26 ± 0,04	45,84 ± 0,02
P5	69,17 ± 0,03	8,65 ± 0,03	45,76 ± 0,03
P6	64,92 ± 0,05	1,30 ± 0,07	41,24 ± 0,04
P7	58,57 ± 0,04	-5,49 ± 0,03	39,58 ± 0,05

Dodatek suszu soku ziemniaczanego w ilości 8% spowodował znaczące obniżenie współczynnika ekspansji promieniowej ekstrudatów (tab. 3). Dalszy obniżenie odnotowano stosując dodatki smakowe do produktu. Najmniej wyekspandowane były chrupki z dodatkiem suszonej natki pietruszki. Zmiany te nie przełożyły się jednak na zmiany gęstości. Dodatek suszu w ilości 4% oraz większości dodatków smakowych nie wpłynął znacząco na ten parametr (tab. 3).

Dodatek suszu soku ziemniaczanego oraz innych przypraw w różny sposób wpłynęły na wodochłonność i rozpuszczalność suchej substancji, czyli parametry najdobitniej

ilustrujące stopień skleikowania skrobi w wyniku ekstruzji. Zastosowane dodatki nie wpłynęły znacząco na wartość współczynnika WAI. Jedyne dodatek bazylii spowodował jego podwyższenie. Znaczniejsze różnice zaobserwowano natomiast w odniesieniu do indeksu rozpuszczalności WSI. Dodatek suszu zarówno w ilości 4%, jaki i 8% powodował obniżenie tego parametru. Dalsze obniżenie współczynnika WSI zaobserwowano również po dodaniu bazylii i pietruszki.

Tabela 3

**Podstawowa charakterystyka produktów ekstrudowanych**  
**Basic characteristics of the extruded products**

Próba Sample	Współczynnik ekspansji Expansion ratio	Gęstość właściwa Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	WAI (g/g)	WSI (%)
K1	4,49 ± 0,16	0,0927 ± 0,0065	6,42 ± 0,02	22,62 ± 0,01
K2	4,27 ± 0,19	0,0956 ± 0,0111	6,31 ± 0,12	17,12 ± 0,01
K3	3,98 ± 0,26	0,1089 ± 0,0087	6,34 ± 0,19	16,41 ± 0,01
P1	4,03 ± 0,18	0,1042 ± 0,0093	6,35 ± 0,03	25,77 ± 0,01
P2	3,98 ± 0,13	0,1028 ± 0,0105	6,21 ± 0,10	23,66 ± 0,01
P3	3,78 ± 0,15	0,1012 ± 0,0078	6,04 ± 0,19	20,33 ± 0,02
P4	3,82 ± 0,26	0,0966 ± 0,0076	6,30 ± 0,10	22,40 ± 0,01
P5	3,94 ± 0,20	0,1130 ± 0,0144	6,01 ± 0,01	23,67 ± 0,01
P6	3,21 ± 0,10	0,1173 ± 0,0156	6,78 ± 0,17	14,12 ± 0,01
P7	2,96 ± 0,19	0,1479 ± 0,0301	6,11 ± 0,41	11,51 ± 0,02

Dodatek suszu soku ziemniaczanego oraz przypraw istotnie wpływała na właściwości mechaniczne chrupek (tab. 4). Co prawda dodatek 4% suszonego soku ziemniaczanego nie wpłynął istotnie na twardość chrupek, oznaczaną jako siła potrzebna do ich przełamania, jednak zwiększenie dodatku do 8% spowodowało znaczące zmniejszenie się wymaganej siły. Ponadto zaobserwowano, że dodatki: papryki, natki pietruszki i soli ziołowej zmieniły istotnie wartości siły łamania. Wartości w pozostałych wariantach nie odbiegały od próby referencyjnej. Podobnie kształtował się wpływ soku na Indeks Siły Łamania.

Tabela 4

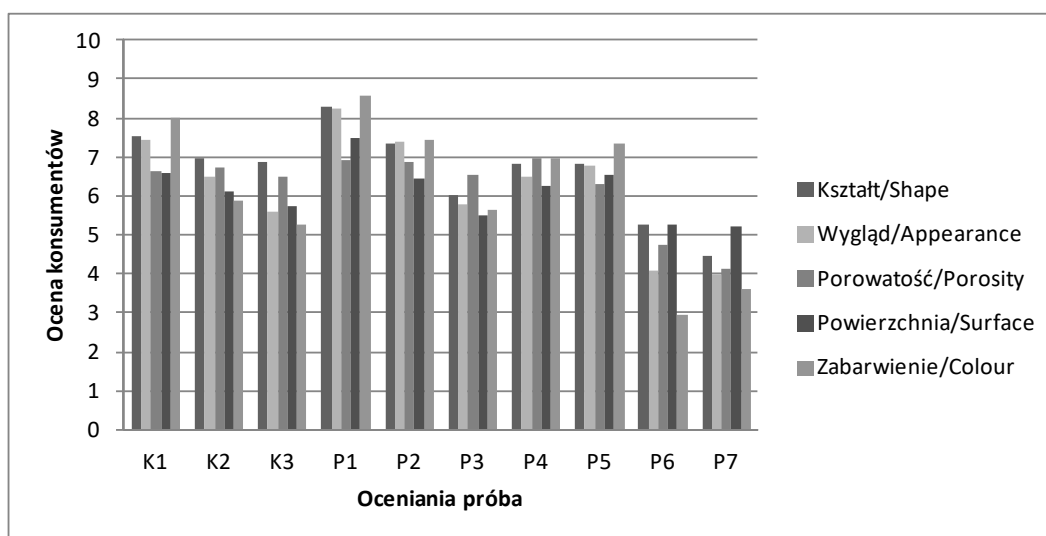
**Właściwości mechaniczne nowych produktów**  
**The mechanical properties of the new products**

Próba Sample	Siła łamania Breaking force [kg]	Indeks Siły Łamania Breaking strength index [N/mm]
K1	1,83 ± 0,12	0,091 ± 0,006
K2	1,58 ± 0,18	0,087 ± 0,012
K3	1,22 ± 0,24	0,070 ± 0,013
P1	2,05 ± 0,31	0,115 ± 0,021
P2	1,45 ± 0,24	0,084 ± 0,016
P3	0,98 ± 0,24	0,066 ± 0,018
P4	1,23 ± 0,12	0,067 ± 0,006
P5	1,26 ± 0,17	0,075 ± 0,009
P6	1,49 ± 0,30	0,108 ± 0,021
P7	1,84 ± 0,26	0,158 ± 0,026

Tylko 8% dodatek suszu soku z ziemniaka wpłynął istotnie na ISŁ. Również dodatek bazylii, soli ziołowej oraz natki pietruszki znacząco podwyższa wartość ISŁ, przy czym największy wzrost odnotowano dla próby P7.

### Wyniki oceny konsumenckiej

Jak wspomniano w opisie badań wstępnych, dodatek suszonego soku ziemniaczanego negatywnie wpłynął na ocenę barwy otrzymanych przekąsek obniżając ją z 8,03 pkt dla próby K1 do 5,29 pkt dla K3 (rys. 1). Okazało się jednak, że odpowiednio dobrane przyprawy mogą pozytywnie zmienić postrzeganie barwy przez konsumentów tak, że produkt wzbogacony suszem soku ziemniaczanego na poziomie 4% mógł być oceniony lepiej niż próba odniesienia K1. Najwyżej oceniana była barwa chrupkek z dodatkiem soli zielonej (8,58 pkt). Również wygląd chrupkek z tym dodatkiem był wyżej oceniany od produktu standardowego. Oceny wynosiły odpowiednio 8,25 i 7,46. Najniższą akceptację konsumencką ze względu na wygląd, kształt, porowatość, powierzchnię i zabarwienie uzyskały chrupki z dodatkiem natki pietruszki oraz bazylii.



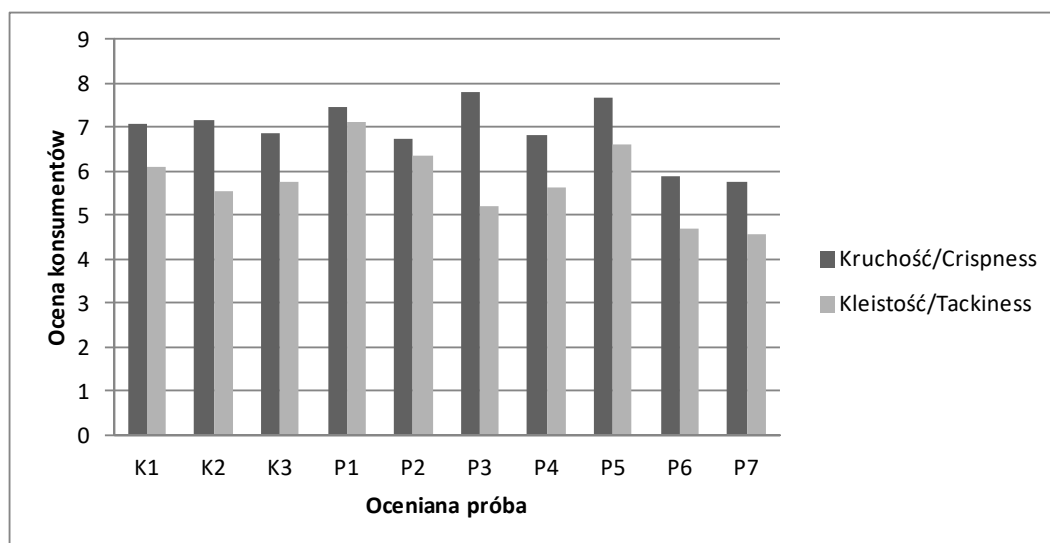
Rys. 1. Wyniki oceny konsumenckiej dotyczące kształtu, wyglądu, porowatości, powierzchni oraz zabarwienia otrzymanych chrupkek

Fig. 1. The results of the evaluation of the consumer testing: shape, appearance, porosity, surface, colour

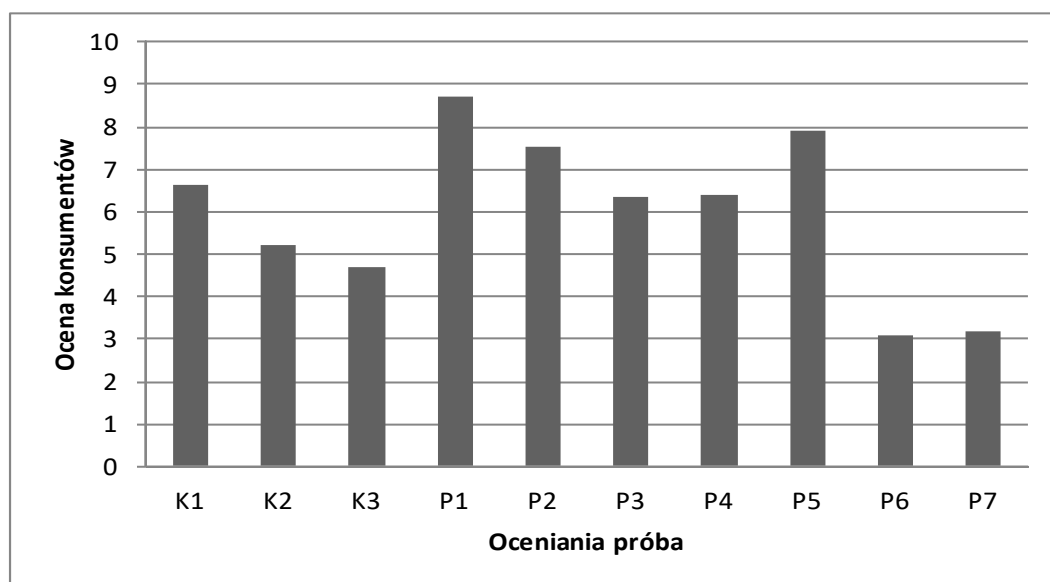
Jak wynika z danych przytoczonych na rys. 2 dodatek samego soku z ziemniaka nie wpłynął istotnie na postrzeganie przez konsumentów kruchości chrupkek. Jednak zastosowane dodatki smakowe wpłynęły na ocenę kruchości. Najniżej oceniono chrupki z dodatkiem suszonej natki pietruszki (5,75 pkt). Podobnie kształtowały się oceny atrakcyjności pod względem kleistości otrzymanych produktów.

Ocena ogólnej pożądalności badanych produktów wykazała, że chrupki wzbogacone sokiem z ziemniaka mogą być bardziej atrakcyjne dla konsumentów, o ile zastosowane będą odpowiednie dodatki smakowe. W ocenie ogólnej pożądalności najwyżej oceniane były chrupki z dodatkiem smakowym w postaci soli zielonej. Ocena ogólna wyniosła 8,73 pkt i była znacznie wyższa, niż ocena standardowych chrupkek kukurydzianych (6,66 pkt).





Rys. 2. Wyniki oceny konsumenckiej dotyczące kruchości i kleistości badanych wariantów chrupek.  
Fig. 2. The results of the consumer testing: crispness, tackiness



Rys. 3. Ogólna pożądalność produktów wg oceny konsumenckiej  
Fig. 3. The overall desirability the new products according to the consumer testing

Wyższe oceny niż kontrolnej próby K1 uzyskały także chrupki wzbogacone sokiem z ziemniaka z dodatkiem soli lub komercyjnej mieszanki przyprawowej (odp. 7,55 i 7,93 pkt). Oba dodatki skutecznie zmodyfikowały smak chrupek nadając im nowy, atrakcyjny charakter. Wzbogacanie samym sokiem z ziemniaka spowodowało obniżenie ogólnej

pożądalności do 5,20 i 4,71 pkt odpowiednio przy dodatku 4% i 8% suszu. Najniższą ocenę konsumentką uzyskały chrupki z dodatkiem natki pietruszki i bazylii — 3,20 i 3,10 pkt.

#### WNIOSKI

1. Dodatek suszu soku ziemniaczanego do chrupki kukurydzianych wpływa na cechy gotowego produktu, zmniejszając stopień ekspansji i ich twardość oraz na jego cechy sensoryczne: smak, barwę i ogólną pożądalność produktu.
2. Możliwy jest do zaakceptowania przez konsumentów 4% dodatek suszu ziemniaczanego, przy zastosowaniu odpowiednich dodatków przyprawowych, pozwalających zamaskować ziemniaczany posmak chrupki. Dodatek 8% powoduje zbyt intensywny posmak ziemniaczany produktu i niższą jego pożądalność.
3. Najlepszej jakości produkty uzyskano stosując jako dodatki przyprawy — mieszankę przyprawowo-warzywną, sól ziołową oraz sól kuchenną. Produkty uzyskane z ich dodatkiem uzyskały wyższe noty niż tradycyjne chrupki kukurydziane
4. Dodatek suszonej natki pietruszki oraz bazylii do eksudatów nie wpłynął pozytywnie na ich jakość w ocenie konsumentkiej.

#### LITERATURA

- Anderson R. A., Conway H. F., Pfeifer V. F., Griffin E. L., Jr. 1969. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking. *Cereal Sci. Today* 14: 4 — 7: 11 — 12.
- Asare E. K., Sefa-Dedeh S., Sakyi-Dawson E. O., Afoakwa, E. O. 2004. Application of Response Surface Methodology for Studying the Product Characteristics of Extruded Rice-cowpea-groundnut Blends. *Int. J. Food Sci. Tech.* 55 (5): 431 — 439.
- Burlingame B., Mouille B., Charrondiere R. 2009. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Critical Review. J. Food Compos. Anal.* 22: 494 — 502.
- Cardoso-Santiago, R. A., Arêas J. A. G. 2001. Nutritional evaluation of snacks obtained from chickpea and bovine lung blends. *Food Chem.* 74 (1): 35 — 40.
- 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.
- Gassull M. A., Cabré E. 2001. Nutrition in inflammatory bowel disease. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 4 (6): 561 — 569.
- 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 Ethnopharmacol.* 115: 194 — 202.
- Kowalczewski P., Celka K., Białas W., Lewandowicz G. 2012. Antioxidant activity of potato juice. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 11 (2): 175 — 181.
- Lazou A., Krokida M. 2010. Structural and textural characterization of corn-lentil extruded snacks. *J. Food Eng.* 100 (3): 392 — 408.
- Makowska A., Józefacki A. 2010. Możliwość wykorzystania wybranych produktów odpadowych w produkcji wysokobłonnikowych wyrobów ekstrudowanych. *ABiD.* XV, 3: 39 — 44.
- Moreira-Araújo, Regilda S. R., Araújo, Marcos A. M., Arêas, José A. G. 2008. Fortified food made by the extrusion of a mixture of chickpea, corn and bovine lung controls iron-deficiency anaemia in preschool children. *Food Chem.* 107 (1): 158 — 164.
- Morris, S. C., Lee. T. H. 1984. The toxicity and teratogenicity of *Solanaceae glycoalkaloids*, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): A review. *Food Technol. Aust.* 36 (3): 118 — 124.
- Olejniak A., Białas W., Tomczyk J., Lewandowicz G. 2011. Cytotoksyczność i genotoksyczność soku z ziemniaka. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu* nr 205: 118 — 125.

- Pęksa A., Gołubowska G., Rytel E., Lisińska G., Aniołowski K. 2002. Influence of harvest date on glycoalkaloid contents of three potato varieties. *Food Chem.* 78: 313 — 317.
- Pęksa A., Gołubowska G., Aniołowski K., Lisińska G., Rytel E. 2006. Changes of glycoalkaloids and nitrate contents in potatoes during chip processing. *Food Chem.* 97: 151 — 156.
- Rytel E. 2010. Wybrane substancje odżywcze i antyżywniowe ziemniaka i zmiany ich zawartości podczas przetwarzania na produkty spożywcze. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 557, 43 — 61.
- Saleem T. S., Chetty C.M., Ramkanth S., Alagusundaram M., Gnanaprakash K., Rajan V. S. T., Angalaparameswari S. 2009. *Solanum nigrum* Linn. — A review. *Pharmacogn. Rev.* 3 (6): 342 — 345
- Thymi S., Krokida M. K., Papa A., Maroulis Z.B. 2005. Structural properties of extruded corn starch. *J. Food Eng.* 68, 519–526.
- Trawczyński C., Wierzbicka A. 2011. Odmianowe i środowiskowe zróżnicowanie zawartości glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR* 262, 119 — 125.
- 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. *J. Anim. Feed Sci.* 20 (3), 361 — 378.
- Vlachoianis, J.E., Cameron M., Chrubasik S. 2010. Medicinal Use of Potato-derived Products, A Systematic Review. *Phytother. Res.* 24.
- Zeiger E. 1998.  $\alpha$ -Chaonine,  $\alpha$ -Solanine. Review of Toxicological Literature. National Institute of Environmental Health Sciences. Research Triangle Park, North Carolina.
- Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M. 2006. Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Żyw. – Nauk. Technol. Ja.* 1 (46) Supl.: 229 — 234.