

Dr inż. Tomasz ŻELAZIŃSKI  
Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

## WPŁYW DODATKU GRYKI NA ZMIANY BARWY EKSTRUDATU KUKURYDZIANEGO®

*W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu dodatku gryki na zmianę barwy ekstrudatu kukurydziano-gryczanego. Badania barwy przeprowadzono na podstawie zdjęć w formacie TIF wykonanych w bezcieniowej komorze świetlnej i opracowanych w oprogramowaniu graficznym Adobe Photoshop 6.0. Stwierdzono, że parametry barwy ekstrudatu bardzo szybko reagują na zmiany udziału gryki w mieszance i mogą stanowić czuły wskaźnik składu ekstrudowanych mieszanek.*

### WSTĘP

Barwa jest cechą fizyczną, która bezpośrednio wpływa na pozytywny bądź negatywny odbiór produktu przez konsumenta, może także informować o składzie chemicznym, a tym samym o jego przydatności do spożycia czy przechowywania. W procesach technologicznych barwa może być wyznacznikiem jakości produktów, w tym ekstrudowanych [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 17, 24, 28]. W przypadku ekstrudatów z dodatkiem gryki badania barwy nabierają szczególnego znaczenia ze względu na cechy prozdrowotne gryki [2, 5, 11, 12, 22, 23]. Gryka jest surowcem cenionym i może być uprawiana w Polsce na dużą skalę jednak spożycie produktów z gryki jest ciągle niewielkie w porównaniu do produktów np. z pszenicy czy kukurydzy.

W przypadku ekstrudatów z dodatkiem gryki badania barwy w ciągu ostatnich lat przeprowadzane były stosunkowo rzadko. Większość badań polegała na ocenie sensorycznej [18, 26] rzadziej były to instrumentalne badania jakości. Rezultaty uzyskanych wyników można znaleźć w pracach [10, 11, 27]. Wyniki badań wskazują, że istnieje korelacja pomiędzy barwą ekstrudatu, a dodatkiem gryki. W wymienionych pracach stwierdzono, że ekstrudaty takie były zwykle ciemniejsze, a w ocenie ekspertów ich wygląd ogólny był mniej atrakcyjny od ekstrudatów kukurydzianych. Badania instrumentalne przeprowadzono zwykle z wykorzystaniem fotokolorymetrów. Biorąc pod uwagę powyższe istnieje potrzeba gruntownego zbadania parametrów barwy ekstrudatów z udziałem gryki, których wyniki mogłyby być pomocne w ustalaniu dodatku gryki w mieszankach z innymi surowcami poddawanych ekstruzji.

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań wpływu dodatku gryki na zmiany parametrów barwy ekstrudatu kukurydzianego.**

Zakres przeprowadzonej pracy badawczej obejmował:

- wykonanie ekstrudatów kukurydziano-gryczanych przy różnym udziale gryki i kukurydzy,
- przeprowadzenie badań instrumentalnych zmian barwy ekstrudatów,
- analizę statystyczną uzyskanych wyników badań.

### METODYKA BADAŃ

Podstawowym materiałem wykorzystywanym w badaniach było ziarno kukurydzy odmiany Credo. Jako dodatek

do mieszanki stosowano ziarno gryki odmiany Luba. Przed rozpoczęciem ekstruzji zarówno ziarno kukurydzy jak i gryki rozdrabniano za pomocą rozdrabniacza walcowego typu RUD 216 z walcami rowkowanymi. Nasiona gryki rozdrabniano jednokrotnie, natomiast twarde ziarno kukurydzy trzykrotnie. W ten sposób otrzymano surowce o zbliżonym stopniu rozdrobnienia (tabela 1). Stopień rozdrobnienia zmierzono na przesiewaczu laboratoryjnym LPzE-2e firmy Multi-serw. Z rozdrobnionego surowca przygotowywano następnie mieszanki kukurydziano-gryczane o różnej procentowej zawartości składników: 100% kukurydzy oraz 15, 30, 50, 75 i 100% gryki.

**Tabela 1. Stopień rozdrobnienia surowców poddawanych procesowi ekstruzji [%]**

Fracja [mm]	Kukurydza	Gryka
>2	3,5	2,7
2-1,5	3,4	4,3
1,5-1,2	0,2	0,2
1,2-1,02	3,3	4,1
1,02-0,75	31,7	21,5
0,75-0,6	7,8	4,6
0,6-0,43	17,9	14,8
0,43-0,25	19,7	15,4
<0,25	12,5	32,4

Źródło: Badania własne

Poszczególne próbki nawilżano do wilgotności 13%, 17% i 20% wodą o temperaturze 25 °C, a następnie w celu ujednoczenia wilgotności i dobrego wymieszania surowców, mieszano je w mieszalniku wstęgowym przez 15 minut. Tak przygotowany materiał kondycjonowano przez 3 godziny.

Do badań wykorzystano jednoślیمakowy ekstruder KZM-2 o prędkości obrotowej ślimaka  $n = 200 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$  i stosunku długości (L) do średnicy ślimaka (D)  $L/D = 6,5$ . Badania przeprowadzono stosując matrycę z jedną centralnie umieszczoną dyszą o średnicy 10 mm. Szczegółowy schemat zespołu roboczego ekstrudera przedstawiono w pracy Ekielskiego i Majewskiego [8]. Temperatura procesu ekstruzji wynosiła około 130 °C. Parametry procesu dobrano na podstawie badań wstępnych [9, 10], oraz danych literaturowych [14, 19, 20, 21, 25].

Do określenia wartości parametrów barwy zastosowano metodę opisaną przez Kit i in. [14]. Zastosowano system  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  gdzie:  $L^*$  oznacza jasność,  $a^*$  jest wskaźnikiem barwy zmieniającym się od zielonego do czerwonego, natomiast  $b^*$  od żółtego do niebieskiego. Pomiar barwy wykonano na stanowisku badawczym składającym się z bezpiecznej komory świetlnej, wyposażonej w świetlówki światła dziennego TL – D De Luxe Pro 18W/965 o temperaturze barwowej 6500 K i współczynniku odwzorowywania barw  $R_a$  - 90% firmy Philips oraz kolorową kamerę CCD KP – FD30 firmy HITACHI. W kamerze ustawiono balans bieli na wzorcu bieli firmy „Minolta”. Kamerę połączono bezpośrednio z komputerem za pośrednictwem karty do akwizycji obrazu PCI-1411 firmy National Instrument. Zdjęcia zapisywano w pliku komputera w formacie TIF.

Do analizy barwy wybierano losowo powierzchnie 10 zaznaczonych (okręgiem o średnicy 10 mm) fragmentów analizowanego zdjęcia ekstrudatu. Puste przestrzenie w materiale pomijano. Każdy zaznaczony w ten sposób obszar poddano analizie obrazu wykorzystując program Adobe Photoshop 6.0. CE, w którym za pomocą funkcji „histogram” uzyskiwano wartości parametrów  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , które następnie wyliczono według poniższych zależności [14]:

$$L^* = \frac{L}{255} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$a^* = \frac{240a}{255} - 120 \quad (2)$$

$$b^* = \frac{240b}{255} - 120 \quad (3)$$

Do opracowania wyników uzyskanych podczas badań laboratoryjnych wykorzystano program STATISTCA 6.0. Do eliminacji nieistotnych zmiennych i opracowywania formuł regresyjnych zastosowano analizę wariancji ANOVA oraz regresję krokową wsteczną. W opracowanych równaniach regresji uwzględniono udziały zmiennych drugiego rzędu oraz człony interakcyjne (efekty interakcji dwuczynnikowej) jako dodatkowe zmienne niezależne w modułach regresji. Do oceny statystycznej jakości dopasowania równań powierzchni odpowiedzi wykorzystano również poprawiony współczynnik determinacji  $R^2_{\text{popr}}$  ( $R^2_{\text{unorm}}$ ) oraz błąd średni kwadratowy MSE (ang. Mean Square Error). W celu zilustrowania charakteru wpływu i istotności poszczególnych zmiennych na analizowane parametry, wyniki parametrów poddano analizie wariancji oraz przedstawiono na wykresach Pareto efektów standaryzowanych.

Na podstawie wartości współczynnika determinacji  $R^2$  oraz współczynnika Mallowsa  $C_p$ , obliczanego ze wzoru 4 [16] oszacowano stopień wielomianu oraz liczbę zmiennych najlepiej opisującą analizowany parametr.

$$C_p = \frac{RSS}{s^2} - (n - 2m) \quad (4)$$

Gdzie:  $RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2$  – resztowa suma kwadratów odchyłań,

$$s^2 = \frac{nS_y^2}{n-1}$$

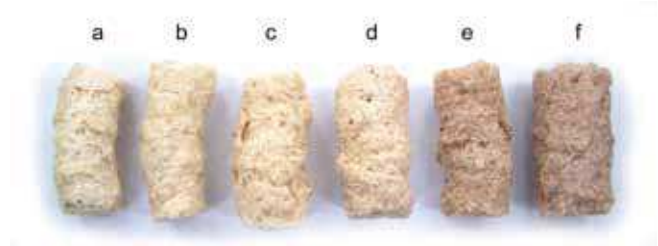
$n$  – liczba obserwacji

$m$  – liczba szacowanych parametrów

W pracy w celu zwiększenia czytelności analizowanych wyników wprowadzono następujące oznaczenia:  $G$  – udział gryki w mieszance,  $W$  – wilgotność surowca.

## WYNIKI BADAŃ

Na podstawie obserwacji ekstrudatów kukurydziano-gryczanych stwierdzono, że zmiana proporcji składników powodowała zmianę barwy produktu (rys. 1). Żółte ekstrudaty kukurydziane w miarę dodawania gryki zmieniały barwę na lekko brązową. Obserwacje te są zgodne z wynikami wcześniejszej prowadzonych badań [9] jak również z wynikami badań sensorycznych prezentowanych w pracy [15, 30]. W celu dokładnej oceny wpływu udziału gryki na zmianę barwy ekstrudatów przeprowadzono analizę ich barwy, przedstawiając wyniki pomiarów w systemie  $L^* a^* b^*$ .



**Rys. 1.** Przykładowe próbki ekstrudatu z różnym udziałem gryki wytworzone z surowca o wilgotności 17%: a) kukurydza 100%, b) gryka 15%, c) gryka 30%, d) gryka 50%, e) gryka 75%, f) gryka 100%.

**Źródło:** Fot. własna

W celu określenia istotności wpływu parametrów wejściowych (zmiennych) takich jak: udział gryki w mieszance  $G$  i wilgotność surowca  $W$  na wskaźniki barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  wyniki badań empirycznych poddano analizie wariancji ANOVA, tabela 2. Rozpatrując parametr barwy  $L^*$  można zauważyć, że tylko oddziaływanie drugiego stopnia  $G^2$  nie były istotne. Analizując kolejny wskaźnik barwy  $a^*$  stwierdzono, że nieistotnymi parametrami podobnie jak dla  $L^*$  były oddziaływanie drugiego rzędu  $G^2$ , jednakże tu nieistotne było również współdziałanie  $G$  wz.  $W$ . Rozpatrując wyniki wskaźnika barwy  $b^*$  można zauważyć, że tylko oddziaływanie drugiego stopnia  $W^2$  były nieistotne.

W dalszej analizie te czynniki zostały pominięte, a wyniki przedstawiono na wykresie Pareto efektów standaryzowanych uwzględniając tylko czynniki istotne (rys. 2, 3, 4). Pominięcie nieistotnych czynników spowodowało, że ich zmienność została włączona do błędu zwiększając jego średni kwadrat  $MS$ . Spowodowało to spadek prawdopodobieństwa  $p$ , i w wyniku zmiany istotności  $t$  dla pozostałych czynników. Na histogramie (rys. 2) można zaobserwować, że największy wpływ na parametr  $L^*$  wywierał udział

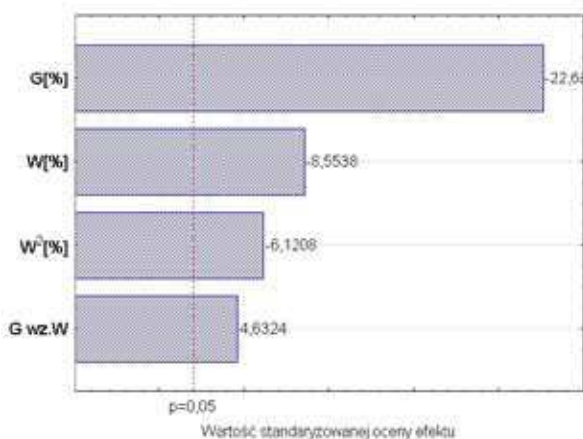
Tabela 2. Analiza wariancji wskaźników barwy L\*, a\*, b\*

L* [%]					
Parametr	SS	df	MS	F	p
G [%]	4952,3701	1	4952,3701	509,2854*	0,0000
G <sup>2</sup> [%]	0,0721	1	0,0721	0,0074	0,9315
W [%]	707,0008	1	707,0008	72,7056*	0,0000
W <sup>2</sup> [%]	362,0026	1	362,0026	37,2272*	0,0000
G wz. W	207,3496	1	207,3496	21,3232*	0,0000
Błąd	1516,9680	156	9,7242		
a* [-]					
G [%]	57,5015	1	57,5015	42,9748*	0,0000
G <sup>2</sup> [%]	1,8736	1	1,8736	1,4003	0,2385
W [%]	74,7801	1	74,7801	55,8883*	0,0000
W <sup>2</sup> [%]	6,7394	1	6,7394	5,0368*	0,0262
G wz. W	0,1256	1	0,1256	0,0939	0,7597
Błąd	208,7322	156	1,3380		
b* [-]					
G [%]	4885,0041	1	4885,0041	752,5957*	0,0000
G <sup>2</sup> [%]	157,3210	1	157,3210	24,2372*	0,0000
W [%]	55,9782	1	55,9782	8,6242*	0,0038
W <sup>2</sup> [%]	4,2974	1	4,2974	0,6620	0,4171
G wz. W	63,9091	1	63,9091	9,8459*	0,0020
Błąd	1012,5761	156	6,4911		

\* – Różnica istotna przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$

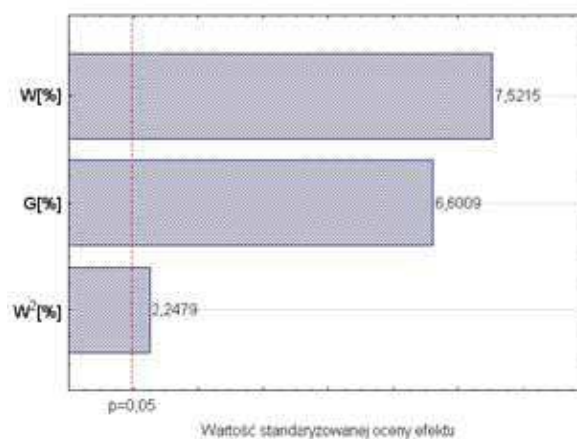
Źródło: Badania własne

gryki G zaś wilgotność W i W<sup>2</sup> oraz interakcje G wz. W wywierały znacznie mniejszy wpływ. Udział gryki G wywierał również największy wpływ na wartość wskaźnika b\*. W przypadku wskaźnika barwy a\* największy wpływ na zmiany tego wskaźnika miała wilgotność surowca W oraz procentowy udział gryki G.



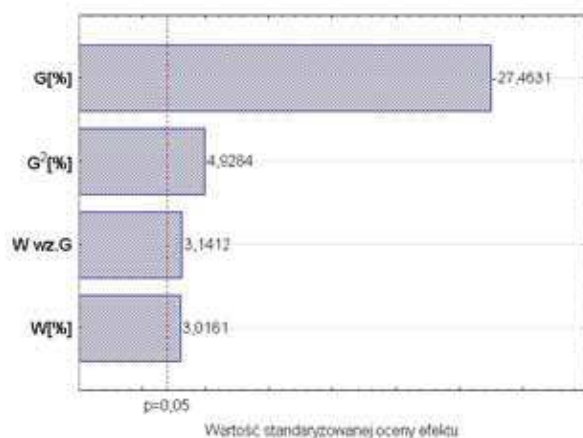
Rys. 2. Wykres Pareto efektów standaryzowanych dla L\* [%].

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Wykres Pareto efektów standaryzowanych dla a\* [-].

Źródło: Badania własne



Rys. 4. Wykres Pareto efektów standaryzowanych dla  $b^*$  [-].

Źródło: Badania własne

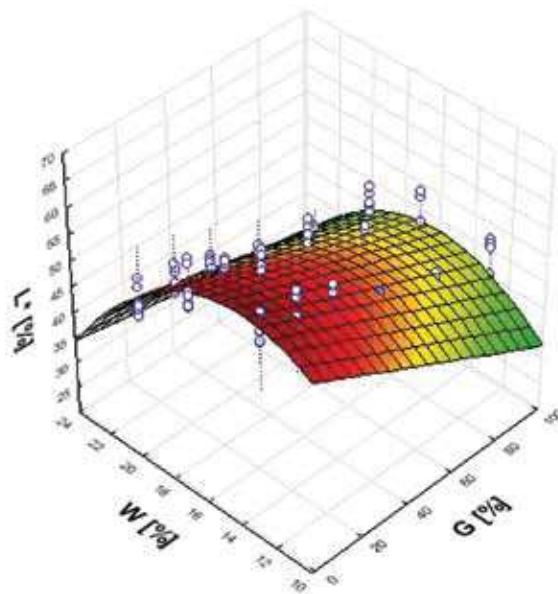
Po eliminacji nieistotnych zmiennych z uzyskanych wyników obliczono współczynniki regresji z których opracowano równanie regresyjne oraz wyznaczono powierzchnie odpowiedzi.

Tabela 3. Równania regresyjne

$R^2 = 0,9862$	$R^2_{\text{popr}} = 0,9861$	$C_p = 4,009$	$MSE = 9,6627$
$L^* = -0,3452 \cdot G + 7,4379 \cdot W - 0,2652 \cdot W^2 + 0,0112 \cdot G \cdot W$			
$R^2 = 0,6942$	$R^2_{\text{popr}} = 0,6827$	$C_p = 3,4972$	$MSE = 1,3337$
$a^* = 11,2578 + 0,0174 \cdot G - 0,9551 \cdot W + 0,0362 \cdot W^2$			
$R^2 = 0,8336$	$R^2_{\text{popr}} = 0,8293$	$C_p = 4,658$	$MSE = 6,4769$
$b^* = 29,2008 - 0,3405 \cdot G + 0,0011 \cdot G^2 + 0,0049 \cdot G \cdot W$			

Źródło: Badania własne

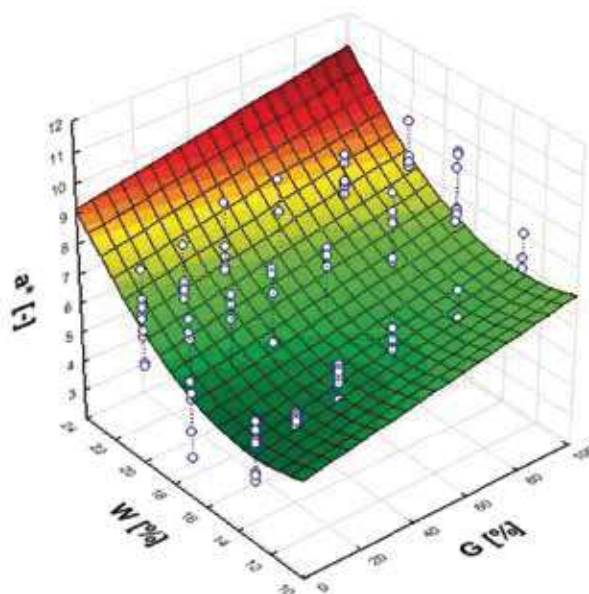
Z wykresu (rys.5) wynika, że wartości  $L^*$  zmniejszały się ze wzrostem udziału gryki przy wszystkich badanych poziomach wilgotności, przy czym wzrost wilgotności powodował zmniejszenie wartości rozpatrywanego parametru. Najmniejszymi wartościami parametru  $L^*$  charakteryzowały się ekstrudaty o wilgotności surowca 20%. Analizując wyniki badań należy również zwrócić uwagę, że według przebiegu trendów powierzchni odpowiedzi produkty o wysokiej jasności można uzyskać przy wilgotności surowca 17%, pomimo że wyniki wcześniejszych badań [9] wskazują na wilgotność niższą (13%). Taki wniosek może być jednak uzasadniony, ponieważ przy zastosowaniu wilgotności mieszanki 17% wartości niektórych parametrów opisywanych w pracy [29], takich jak stopień ekspandowania objętościowego, wskaźniki wodochłonności i rozpuszczalności były zbliżone bądź nawet wyższe niż przy wilgotności 13%.



Rys. 5. Dopasowana powierzchnia odpowiedzi przedstawiająca wpływ udziału gryki i wilgotności surowca na zmianę wskaźnika barwy  $L^*$  [%].

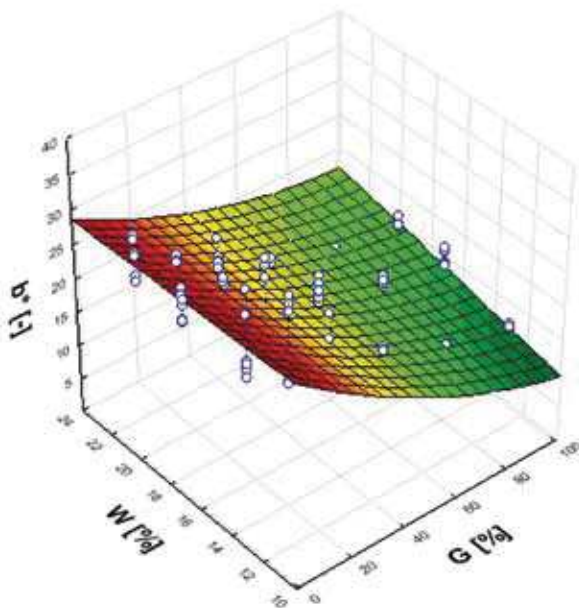
Źródło: Badania własne

Odmienne przebieg uzyskano dla parametru barwy  $a^*$  (rys. 5), którego wartości wzrastały ze wzrostem udziału gryki w mieszance. Na ogół, najwyższymi wartościami tego parametru charakteryzowały się ekstrudaty uzyskane przy wilgotnościach surowca 20%, jednak tylko nieznacznie mniejsze wartości zanotowano dla ekstrudatów z mieszank o wilgotności 17%. Najwyższą wartość parametru  $a^*$  uzyskano przy wilgotności 17% i udziale gryki 100%. Natomiast zmniejszenie wilgotności do 13% powodowało spadek wartości parametru  $a^*$ , przy czym wahały się one od 5,7 w przypadku samej kukurydzy do 9,2 dla samej gryki.



Rys. 6. Dopasowana powierzchnia odpowiedzi przedstawiająca wpływ udziału gryki i wilgotności surowca na zmianę wskaźnika barwy  $a^*$  [-].

Źródło: Badania własne



Rys. 7. Dopasowana powierzchnia odpowiedzi przedstawiająca wpływ udziału gryki i wilgotności surowca na zmianę wskaźnika barwy  $b^*$  [-].

Źródło: Badania własne

Wartości parametru  $b^*$  zmniejszały się wyraźnie wraz ze wzrostem udziału gryki w mieszance (rys. 7), nawet w zakresie od 35 do 15 przy wilgotności surowca 13%. Podobny przebieg zmian omawianego parametru uzyskano dla mieszanek o wilgotności 17% i 20%.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zwiększenie procentowego udziału gryki w mieszance z kukurydzą ma bardzo istotny wpływ na zmiany barwy ekstrudatu. Przebieg krzywych na wszystkich rysunkach, wskazuje, że nawet najmniejszy dodatek gryki (15%) ma wyraźny wpływ na zmiany parametrów barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Należy także zwrócić uwagę, że na zmiany barwy ekstrudatów miała również wpływ wilgotność surowca poddawanego ekstruzji, co zaobserwowano głównie przy parametrze barwy  $a^*$ . Istotny wpływ udziału gryki i wilgotności na zmiany parametrów barwy ekstrudatu potwierdziły wyniki badań statystycznych. Można zatem przypuszczać, że gryka w połączeniu z innymi surowcami będzie również w znaczący sposób oddziaływać na zmiany barwy wytworzonych z nich produktów. Potwierdzenie powyższych zależności i ich praktyczne wykorzystanie wymagałoby jednak przeprowadzenia bardziej szczegółowych badań w tym zakresie obejmujących badania wielu innych surowców ekstrudowanych wraz z gryką oraz użycia różnych typów ekstruderów spożywczych.

## LITERATURA

- [1] BHATTACHARYA S., SIVAKUMAR V., CHAKRABORTY D. 1997. Changes in CIELab colour parameters due to extrusion of rice-greengram blend: a response surface approach. *Journal of Food Engineering*, 32 (2), 125-131.
- [2] BILLER E. 2010. Właściwości przeciwutleniające związków nieenzymatycznego brązowienia. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*. T. 20, nr 2, 30-32.
- [3] BILLER E. 2005. *Technologia żywności - wybrane zagadnienia*. Wydanie I, Wydawnictwo SGGW.
- [4] BILLER E., EKIELSKI A., ZAREMBA R. 2005. Próba oszacowania niezbędnej liczby pomiarów przy oznaczaniu barwy wybranych produktów spożywczych. *Inżynieria Rolnicza*, 11 (71), 37-42.
- [5] CHANG M., PENG J.-C., WEI K. 2001. The study of optimum conditions of die diameter and buckwheat content for the development of extruded corn food. *Mechanical Engineering*, 10 (1-4), 43-57.
- [6] EKIELSKI A., BILLER E., ŻELAZIŃSKI T. 2005. Investigation on the effect of wheat extrudate break-up on its colour. *Annals of Warsaw Agricultural University. Agriculture (Agricultural Engineering)*, 46, 33-38.
- [7] EKIELSKI A., BILLER E., ŻELAZIŃSKI T. 2005. Wpływ wybranych parametrów procesu ekstruzji na zmiany barwy ekstrudatu. *Inżynieria Rolnicza*, 10 (70), 65-73.
- [8] EKIELSKI A., MAJEWSKI Z. 2005. Effect of dimension of selected elements of the single screw extruder on energy consumption in the maize grit extrusion process. *Materiały IX Międz. Kongr. Mech. I Energii w Roln.*, 27-29 IX. 2005. Izmir, Turcja, 209-212.
- [9] EKIELSKI A., MAJEWSKI Z., ŻELAZIŃSKI T. 2007. Effect of die hole diameter in the extruder on energy consumption and quality indices of maize-buckwheat extrudate. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 2(A), 53-56.
- [10] EKIELSKI A., MAJEWSKI Z., ŻELAZIŃSKI T. 2007. Effect of extrusion conditions on physical properties of buckwheat -maize blend extrudate. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57, 2(A), 57-61.
- [11] FORNAL L. 1998. Ekstruzja produktów skrobiowych nowo wyroby. Zaawansowane techniki wytwarzania przemysłowych mieszanek paszowych. Praca zbiorowa pod. red. J. Grochowicza, PAGROS, Lublin.
- [12] FORNAL L., SMIETANA, Z., SORAL-SMIETANA M., FORNAL J., SZPENDOWSKI, J. 1985. Products extruded from buckwheat flour and its mixtures with milk proteins. II. Chemical characteristics and physico-chemical properties of proteins and starch of products extruded from buckwheat flour and its mixture with milk proteins. *Acta Alimentaria Polonica*, 11, 397-411.
- [13] ILO S., BERGHOFER E. 1999. Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits. *Journal of Food Engineering*, 39 (1), 73-80.
- [14] JANSSEN L. P. B. M., MOŚCICKI L. 2010. Design and modelling of single screw food extruders. *Teka Komisji Motoryzacji Energetyki Rolnictwa PAN*, 10, 136-144.
- [15] KIT L. Y., SPYRYDION E., PAPADAKIS E. 2004.

- A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces.* Journal of Food Engineering, 61 (1), 137-142.
- [16] **KORNACKI A., WESOŁOWSKA – JANCZAREK M. 2008.** *O weryfikowaniu poprawności matematycznych modeli procesów w oparciu o dane empiryczne.* Problemy Inżynierii Rolniczej, 3, 5-18.
- [17] **MANIAK M., KUNA-BRONIOWSKA I., PIEKARSKI W., SZMIGIELSKI M., ZDYBEL B., SAGAN A. 2012.** The physicochemical evaluation of oils used for frying chips in the aspect of biofuel production. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa PAN, 12 (2), 163-170.
- [18] **MARZEC A. 2008.** *Tekstura żywności. Cz. 2. Wybrane metody sensoryczne.* Przemysł Spożywczy, T. 62, nr 5, 42-45.
- [19] **MITRUS M. 2005.** Changes of specific mechanical energy during extrusion cooking of thermoplastic starch. Teka Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa PAN, 5, 152-157.
- [20] **MOŚCICKI L. 2002.** *Zmiany właściwości fizykochemicznych surowców roślinnych poddawanych procesowi ekstruzji.* Przegląd Zbożowo-Młynarski, 6, 27-29.
- [21] **MOŚCICKI L., MITRUS M., WÓJTOWICZ A. 2007.** Technika ekstruzji w przemyśle rolno-spożywczym, PWRiL, Warszawa.
- [22] **PAPOTTO G., VIRTUCIO L., MONDARDINI I. 1990.** *Development of an extrusion cooked corn-buckwheat flaked ready-to-eat cereal.* Cereal Foods World, 35 (12), 1157-1159.
- [23] **RAYAS-DUARTE P., MAJEWSKA K., DOETKOTT C. 1998.** *Effect of extrusion process parameters on the quality of buckwheat flour mixes.* Cereal Chemistry, 75 (3), 338-345.
- [24] **TOMASZEWSKA M., ZALEWSKA M., GOMULSKA I. 2012.** *Ocena właściwości fizycznych Marchwi przygotowanej technologią sous vide oraz tradycyjnie.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego (1), 33-38.
- [25] **WOJDALSKI J., (RED.). 2010.** *Użytkowanie maszyn i aparatury w przetwórstwie rolno-spożywczym, Ekstrudery,* 82-98. Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- [26] **WÓJTOWICZ A., KOLASA A., MOŚCICKI L. 2013.** *Influence of Buckwheat Addition on Physical Properties, Texture and Sensory Characteristics of Extruded Corn Snack.* Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 63 (4), 0-0.
- [27] **WÓJTOWICZ A., MOŚCICKI L., MITRUS M., ONISZCZUK T. 2010.** *Wpływ konfiguracji układu plastyfikującego na wybrane cechy ekstrudowanych makaronów pełnoziarnistych.* Inżynieria Rolnicza. Nr 4 (122), 291-297.
- [28] **ZAPOTOCZNY P., ZIELIŃSKA M. 2005.** *Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru barwy marchwi.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 1 (42), 121-132.
- [29] **ŻELAZIŃSKI T. 2010.** *Badania procesu ekstruzji mieszanek z udziałem gryki i kukurydzy.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych nr 546.
- [30] **ŻELAZIŃSKI T., EKIELSKI A. 2012.** *Badania sensoryczne ekstrudatów kukurydzian-gryczanych.* Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego (1), 50-54.

## EFFECT OF THE BUCKWHEAT ADDITION ON CHANGE OF EXTRUDATE CORN COLOUR

### SUMMARY

*The paper presented results of colour investigations of corn – buckwheat extrudate. The research of colour the conducted in format TIF in the light chamber and worked out in software the gaphic Adobe Photoshop 6.0. It it was affirmed was that the parameters of colour exstrudatu react on change of the buckwheat addition in mixture very quickly and can to make up the very tender coefficient of composition to the extrudate of mixtures.*