

WŁAŚCIWOŚCI SKROBI EKSTRUADOWANEJ Z DODATKIEM SZKŁA WODNEGO ¹

*Antoni Golachowski ¹, Aleksandra Tokarczyk ¹, Ewa Tomaszewska-Ciosk ¹,
Tomasz Zięba ¹, Adam Figiel ²*

¹ Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

² Instytut Inżynierii Rolniczej, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Właściwości skrobi można zmieniać (modyfikować) metodami chemicznymi, fizycznymi i enzymatycznymi, względnie kombinacjami tych metod. W wyniku modyfikacji można wytworzyć preparaty skrobiowe o pożądanych właściwościach, nieraz diametralnie różniące się od skrobi naturalnej. Modyfikaty skrobiowe znajdują coraz szersze zastosowanie nie tylko w przemyśle spożywczym, lecz także w przemyśle „nieszpożywczym”, np. papiernictwie, włókiennictwie, farmacji, budownictwie.

Ciągle poszukuje się nowych możliwości zmieniania i kształtowania cech skrobi. W wielu pracach stwierdzono, że dodanie różnych substancji, jak np. cukrów [RICHARDSON i in. 2003; ABU-JDAYIL i in. 2001; MAAURF i in. 2001], kwasów organicznych [YAMADA i in. 1986; VALLÉS-PÁMIÉS i in. 1997], substancji powierzchniowo czynnych [ROACH, HOSENEY 1995; RICHARDSON i in. 2003] lub soli [JANE 1993; MAAURF i in. 2001] wpływa na przebieg procesu kleikowania, lepkość kleików, rozpuszczalność i wodochłonność, podatność na synerezę i inne cechy skrobi. Na właściwości skrobi wpłynąć może również dodatek nierozpuszczalnych w wodzie substancji mineralnych. Stwierdzono, że dodatek cementu i hydroksypapatytów poprawia właściwości biomateriałów skrobiowych stosowanych w medycynie [MANO i in. 1999; FLORES i in. 2000], a dodatek związków krzemu kaolinu i talku wpływa na właściwości termoplastycznej skrobi [BIATNAGAR, HANNA 1996; CARVALHO i in. 2001] stosowanej jako składnik tworzyw biodegradowalnych.

Nie był badany wpływ innego związku krzemu – krzemianu sodu $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$. Związek ten zmieszany z ługiem sodowym nazywany jest „szkłem wodnym” i stosowany jest m.in. jako środek do impregnacji tkanin i drewna, klej mineralny, surowiec do produkcji kitów i zapraw. Krzemiany w nim zawarte na skutek kontaktu z CO_2 z powietrza stają się nierozpuszczalne w wodzie. Dodatek

¹ Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych jako projekt badawczy 3P06T04723.

szkła wodnego do skrobi powinien wpłynąć na zwiększenie odporności na działanie wody oraz podobnie jak innych związków krzemu na właściwości mechaniczne ekstrudowanej skrobi. Mieszanki termoplastycznej skrobi ze szkłem wodnym mogą stanowić składnik biodegradowalnych tworzyw opakowaniowych. Wyekspandowane ekstrudaty w formie kulek lub płatków służyć mogą jako materiał wypełniający opakowania, zabezpieczający delikatne wyroby (szkło, porcelana) przed uszkodzeniem w trakcie transportu.

Celem pracy było określenie wybranych właściwości skrobi ziemniaczanej zmieszanej ze szkłem wodnym w różnych proporcjach i poddanej procesowi ekstruzji w różnych temperaturach.

Materiał i metodyka

Materiał badawczy stanowiła przemysłowa skrobia ziemniaczana oraz szkło wodne wyprodukowane przez firmę „Synpeko”.

Skrobię doprowadzono do wilgotności 25% przez dodanie odpowiedniej ilości wody i ujednolicono przez mieszanie. Następnie dodawano szkło wodne w takich ilościach, aby zawartość szkła wodnego w mieszaninie ze skrobią wynosiła odpowiednio 0, 5, 10, ... 50% (w przeliczeniu na bezwodną skrobię). Po wymieszaniu pozostawiono próby na 24 godziny w temperaturze ok. 20°C. Następnie rozdrobniono powstałe grudki i przecierano przez sito o otworach 1 x 1 mm.

Ekstruzję przeprowadzono w jednoślindakowym ekstruderze laboratoryjnym Brabender, stosując ślimak 2:1, okrągłą dyszę o średnicy 4 mm, przy obrotach ślimaka 80 obr·min⁻¹, w trzech różnych wariantach temperatur (tab. 1).

Tabela 1; Table 1

Temperatury procesu ekstruzji (°C)
Extrusion temperatures (°C)

Wariant doświadczenia Experiment	Temperatura w I sekcji Temperatures in section I	Temperatura w II sekcji Temperatures in section II	Temperatura w III sekcji Temperatures in section III
I	50	60	70
II	90	100	120
III	140	150	170

Otrzymane ekstrudaty w formie walca były cięte na odcinki o długości około 20 cm i przetrzymywane przez tydzień w temperaturze ok. 20°C. Następnie część z nich była rozdrabniana w młynku nożowym Pulverisette 22 firmy „Fritsch” do cząsteczek o średnicy mniejszej niż 0,5 mm. Zarówno całe, jak i rozdrobnione ekstrudaty, przetrzymywane były przez 2 miesiące w pomieszczeniu o temperaturze około 20°C i w wilgotności względnej około 60%, a następnie poddane analizom.

W nierozdrobnionych ekstrudatach oznaczono:

- stopień ekspansji – jako stosunek średnicy ekstrudatu do średnicy dyszy ekstrudera [RYU, WALKER 1995];
- gęstość – jako stosunek masy ekstrudatu do jego objętości [RYU, WALKER 1995];

- naprężenie zrywające oraz odkształcenie przy zerwaniu – przy użyciu maszyny wytrzymałościowej Instron 5566 z głowicą tensometryczną o zakresie pomiarowym 1 kN, przy szybkości rozciągania $5 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ na próbkach ekstrudatów o długości 40 mm.

W rozdrobnionych ekstrudatach oznaczono:

- rozpuszczalność w wodzie w temperaturze 30°C [RICHTER i in. 1968];
- temperatury i ciepło przemiany fazowej – przy użyciu różnicowego kalorymetru skaningowego DSC Mettler-Toledo. Naważki ekstrudatów (około 20 mg) umieszczano w aluminiowych naczynkach o pojemności $40 \mu\text{l}$, szczelnie zamykano i ogrzewano w zakresie temperatur $20\text{--}200^{\circ}\text{C}$ przy szybkości ogrzewania $6^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$.

Wyniki doświadczeń poddane zostały obliczeniom statystycznym (analiza wariancji, obliczenie współczynnika determinacji) przy użyciu pakietu Statistica 6,0.

Omówienie i dyskusja wyników

Dodatek szkła wodnego do skrobi ziemniaczanej wpływał na zmiany wyglądu i konsystencji mieszaniny, przeznaczonej do ekstruzji. Próby, w których udział szkła wodnego wynosił 40% i więcej, po 24 godzinach przetrzymywania stały się tak maziste i lepiące, że uniemożliwiało to ich ekstrudowanie. Próby, w których dodatek szkła wodnego wahał się od 20% do 35% lekko zbrzydały się i lepily. Po 24 godzinach przetrzymywania powstałe grudki dawały się jednak z łatwością rozdrobnić i przetrzeć przez sito o otworach $1 \times 1 \text{ mm}$.

Ekstrudaty wytworzone w temperaturze $50^{\circ}\text{--}60^{\circ}\text{--}70^{\circ}\text{C}$ i $90^{\circ}\text{--}100^{\circ}\text{--}120^{\circ}\text{C}$ (wariant I i II) miały gładką i błyszczącą powierzchnię. Ekstrudaty wytworzone z samej skrobi były przezroczyste, a z dodatkiem szkła wodnego mleczno-matowe tym silniej, im większy był udział szkła wodnego w mieszaninie. Ekstrudaty wytworzone w temperaturze $130^{\circ}\text{--}150^{\circ}\text{--}170^{\circ}\text{C}$ (wariant III) miały charakterystyczny wygląd produktów ekspandowanych, tj. chropowatą powierzchnię i strukturę przypominającą pumeks. Barwa ekstrudatów wahała się od śnieżnobiałej (próba bez dodatku szkła wodnego) poprzez żółtawą do żółtobrazowej (próba z największym dodatkiem szkła wodnego). Zabarwienie ekstrudatów powstawało prawdopodobnie na skutek hydrolizy skrobi zachodzącej w wysokim pH (szkło wodne ma silnie alkaliczny odczyn wywołany obecnością NaOH) i karmelizacji powstałych cukrów. Stosowany do doświadczeń preparat szkła wodnego nie zmieniał swego zabarwienia po podgrzaniu do temperatury 170°C , więc nie wpływał bezpośrednio na zabarwienie próby.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 2, stopień ekspansji ekstrudatów wytworzonych w warunkach wariantu I i II był podobny i wahał się od 1,6 do 1,8 bez względu na ilość dodanego szkła wodnego. Ekstrudaty wytworzone w najwyższej temperaturze (wariant III) charakteryzowały się nieco większym stopniem ekspansji (1,9–2,3) przy czym też nie stwierdzono wpływu wielkości dodatku szkła wodnego na tę cechę ekstrudatów. Ekspansja zależy od współdziałania wielu czynników, np. wilgotności, temperatury ekstruzji, rodzaju skrobi, obecności substancji organicznych i nieorganicznych [CHINNASWAMY 1993; RYU, WALKER 1995; BHATNAGAR, IIANNA 1996; MAAURF i in. 2001; ZIOBRO i in. 2002].

Tabela 2; Table 2

Stopień ekspansji oraz gęstość ekstrudatów
Expansion degree and density of extrudates

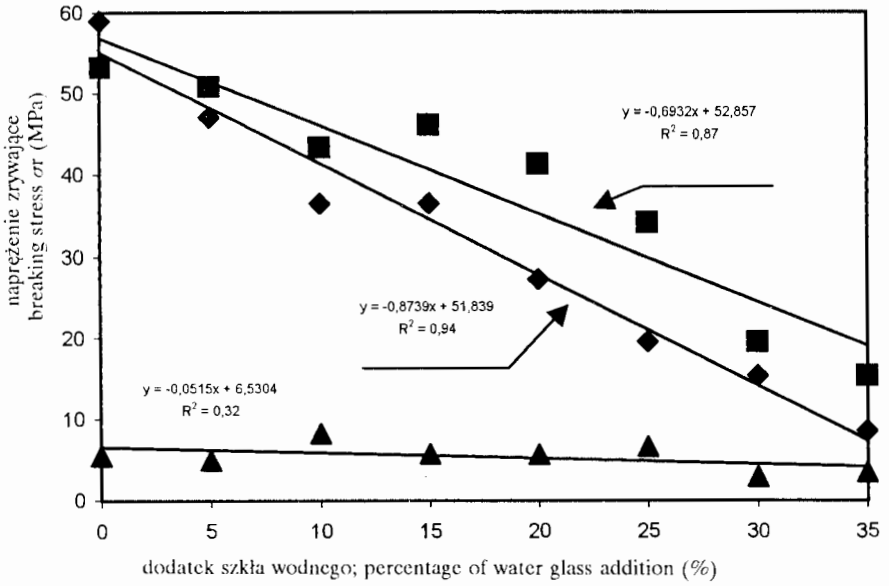
Udział szkła wodnego w mieszaninie ze skrobią Percentage of water glass (%)	Stopień ekspansji Expansion degree (mm·mm ⁻¹)			Gęstość Density (g·cm ⁻³)		
	wariant I experiment I	wariant II experiment II	wariant III experiment III	wariant I experiment I	wariant II experiment II	wariant III experiment III
	0	1,6	1,6	2,2	1,46	1,41
5	1,7	1,7	2,0	1,40	1,35	0,48
10	1,7	1,7	1,9	1,37	1,35	0,57
15	1,8	1,7	2,0	1,38	1,40	0,61
20	1,7	1,8	2,1	1,43	1,44	0,64
25	1,8	1,7	2,3	1,40	1,42	0,68
30	1,8	1,8	2,3	1,36	1,41	0,73
35	1,8	1,8	2,1	1,30	1,41	0,81
NIR; LSD	0,2			0,06		

Gęstość ekstrudatów wytwarzanych w warunkach wariantu I i II była zbliżona i oscylowała pomiędzy 1,30–1,46 g·cm⁻³ (tab. 2). Gęstość ekstrudatów wytwarzanych w temperaturze 130°–150°–170°C (wariant III) była znacznie mniejsza, co wiązało się z charakterystyczną porowatą strukturą ekstrudatów. Gęstość ekstrudatów wytworzonych w tej temperaturze z samej skrobi wahała się od 0,48 g·cm⁻³ do 0,81 g·cm⁻³ i była tym większa, im większy był dodatek szkła wodnego. Gęstość nie była zależna od stopnia ekspansji, wpływały na nią ilość i wielkość porów oraz grubość ich ścianek. Na zależność gęstości od porowatości ekstrudatów wskazywali również inni autorzy [TAKAMINE i in. 1995; BHATNAGAR, HANNA 1996].

Od budowy (struktury) ekstrudatów zależała nie tylko ich gęstość lecz także ich właściwości mechaniczne. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunkach 1, 2, 3 ekstrudaty wytworzone w najwyższej ze stosowanych w doświadczeniu temperaturze 140°–150°–170°C (wariant III) ze względu na porowatą strukturę charakteryzowały się znacznie gorszymi właściwościami mechanicznymi niż ekstrudaty wytworzone w niższych temperaturach ekstruzji.

Wielkość naprężenia zrywającego ekstrudatów wytworzonych w temperaturze 50°–60°–70°C i w temperaturze 90°–100°–120°C zależała od ilości dodanego szkła wodnego i była tym niższa, im większy był dodatek – zależność wyrażona funkcją liniową (rys. 1). Natomiast zależność pomiędzy zmniejszaniem się wartości odkształcenia przy zerwaniu od dodatku szkła wodnego była opisana funkcją wykładniczą (rys. 2). Moduły sprężystości ekstrudatów wytworzonych w omawianych warunkach (wariant I i II) były zbliżone do siebie i praktycznie nie zależały od wielkości dodatku szkła wodnego (rys. 3).

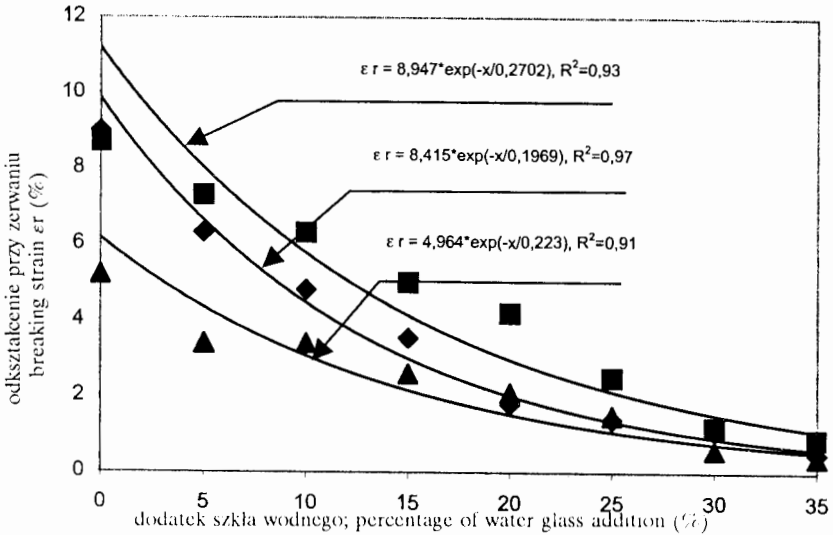
Dodatek szkła wodnego spowodował pogorszenie właściwości mechanicznych ekstrudatów. Spowodowane było to prawdopodobnie tym, że krzemian sodu zawarty w szkle wodnym nie „wbudował się” w matrycę skrobiową tak jak kaolin czy talk, co sprawiało, że ekstrudaty stawały się twardsze i bardziej sprężyste [BHATNAGAR, HANNA 1996; CARVALHO i in. 2001].



temperatura ekstruzji; temperature extrusion (°C) ◆ 50-60-70 ■ 90-100-120 ▲ 140-150-170

Rys. 1. Zmiany naprężeń zrywających ekstrudatów w zależności od temperatury ekstruzji i dodatku szkła wodnego

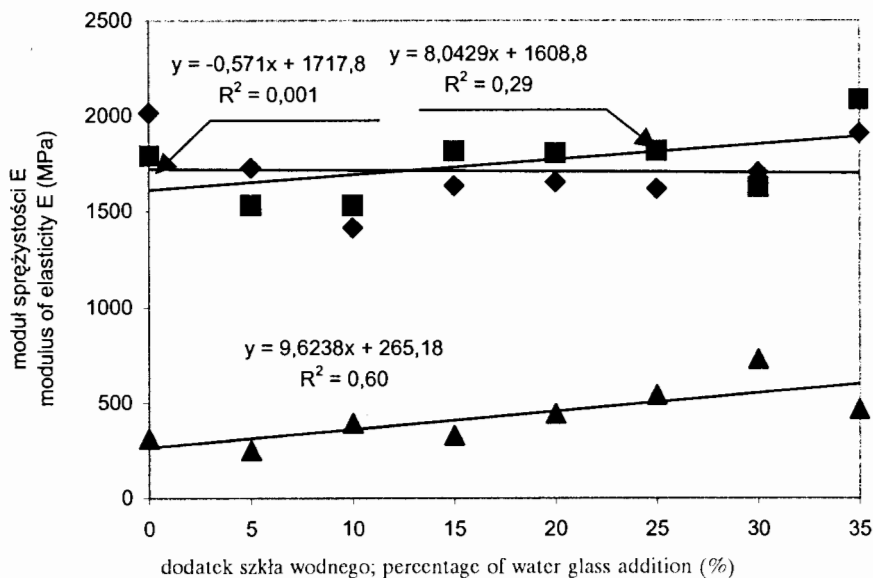
Fig. 1. Changes in breaking stress of extrudates, depending on extrusion temperatures and water glass addition



temperatura ekstruzji; temperature extrusion (°C) ◆ 50-60-70 ■ 90-100-120 ▲ 140-150-170

Rys. 2. Wydłużenie przy zerwaniu ekstrudatów w zależności od temperatury ekstruzji i dodatku szkła wodnego

Fig. 2. Elongation of extrudates at breaking, depending on extrusion temperatures and water glass addition



temperatura ekstruzji; temperature extrusion (°C) ◆ 50-60-70 ■ 90-100-120 ▲ 140-150-170

Rys. 3. Moduł sprężystości ekstrudatów w zależności od temperatury ekstruzji i dodatku szkła wodnego

Fig. 3. Modulus of elasticity of potato starch extrudates, depending on extrusion temperatures and water glass addition

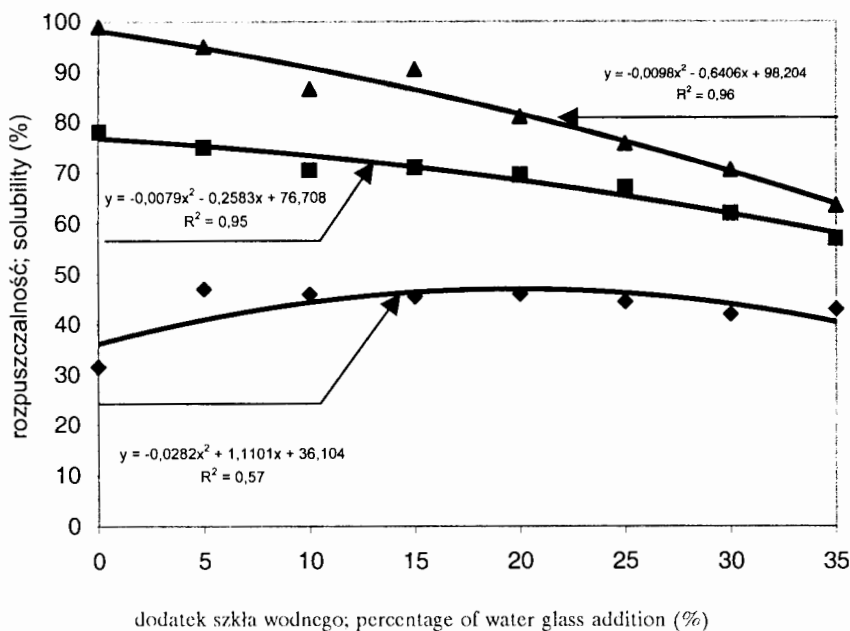
Na podstawie pomiarów przeprowadzonych za pomocą różnicowego kalorymetru skaningowego (DSC) stwierdzono, że dodatek szkła wodnego do skrobi nie wpływał na temperatury i ciepło przemian fazowych mieszanin (dane nie zamieszczone). Wpływ na parametry przemian fazowych miała jedynie wysokość temperatury ekstruzji. Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 3, próby ekstrudowane w najwyższej stosowanej w doświadczeniu temperaturze (140°-150°-170°C – wariant III) pobierały mniej ciepła do przemiany fazowej niż próby ekstrudowane w niższych temperaturach (wariant I i II). Świadczy to o mocniejszym zdestrukturyzowaniu skrobi w wyższej temperaturze ekstruzji.

Tabela 3; Table 3

Temperatury i ciepło przemiany fazowej ekstrudatów wytworzonych w różnych temperaturach

Temperatures and enthalpy of potato starch extrudates obtained at different temperatures

Temperatura ekstruzji (°C) Extrusion temperatures (°C)	Temperatura przemian fazowych Phase transition temperatures		Ciepło przemiany Enthalpy (Jg ⁻¹)
	temperatura początku przemiany onset temperature (°C)	temperatura końca przemiany Endset temperature (°C)	
50-60-70	155±5	177±8	-215±15
90-100-120	155±5	175±6	-216±10
140-150-170	148±6	179±7	-195±10



temperatura ekstruzji; temperature extrusion (°C) ◆ 50–60–70 ■ 90–100–120 ▲ 140–150–170

Rys. 4. Rozpuszczalność ekstrudatów w zależności od temperatury ekstruzji i dodatku szkła wodnego

Fig. 4. Solubility of potato starch extrudates, depending on extrusion temperatures and water glass addition

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 4, rozpuszczalność ekstrudatów zależała od temperatury, w jakiej przeprowadzano ekstruzję i była tym większa im wyższa była temperatura ekstruzji. Po godzinnym przetrzymywaniu rozdrobnionych ekstrudatów wytworzonych w temperaturze 50°–60°–70°C w wodzie o temperaturze 30°C rozpuszczało się około 40–50% ich masy, a w przypadku ekstrudatów wytworzonych w temperaturze 140°–150°–170°C rozpuszczalność niektórych prób wynosiła ponad 90%. Na podobne zależności pomiędzy rozpuszczalnością ekstrudowanej skrobi ziemniaczanej a temperaturą ekstruzji wskazywano w innych pracach [ŠMIETANA i in. 1996; ZIOBRO i in. 2002].

Dodatek szkła wodnego powodował zmniejszenie rozpuszczalności ekstrudatów wytworzonych w wyższych temperaturach ekstruzji (wariant II i III) w stosunku do ekstrudatów wytworzonych z samej skrobi. Zmniejszenie rozpuszczalności było tym większe im większy był dodatek szkła wodnego. W przypadku ekstrudatów wytworzonych w temperaturze 140–150–170°C (wariant III) rozpuszczalność w wodzie zmniejszyła się o około 30% (z 95% do 65%), a w ekstrudatach wytworzonych w temperaturze 90–100–120°C (wariant II) o około 20% (z 80% do 60%).

Oceniając przydatność ekstrudowanych mieszanin skrobi ze szkłem wodnym jako składnika tworzyw biodegradowalnych stwierdzić można, że nie uzyskano spodziewanego efektu całkowitego „zaimpregnowania” ekstrudatów, tak aby były odporne na działanie wody.

Można polecić dodatek szkła wodnego w ilości 5%–10% w przypadku wytworzenia „wypełniaczy” do opakowań. Dodatek ten powoduje, że wytworzone w temperaturze 140–150–170°C ekstrudaty mają mniejszą gęstość niż ekstrudaty wytworzone z samej skrobi, a ich właściwości mechaniczne nie odbiegają znacząco od ekstrudatów wytworzonych bez dodatku szkła wodnego.

Wnioski

1. Możliwe jest wytworzenie ekstrudatów z mieszaniny skrobi ziemniaczanej i szkła wodnego, w których udział szkła wodnego nie przekracza 35%. Przy wyższych dodatkach szkła wodnego mieszanina stawała się mazista i lepiała, co uniemożliwiało ekstruzję.
2. Właściwości ekstrudatów zależały od wielkości dodatku szkła wodnego i od temperatury ekstruzji.
3. Dodatek szkła wodnego powodował obniżenie rozpuszczalności, zmniejszenie naprężenia potrzebnego do zerwania i zmniejszenie odkształcenia przy zerwaniu ekstrudatów.
4. Ekstrudaty wytworzone w najwyższej ze stosowanych temperatur (140°–150°–170°C) charakteryzowały się większym stopniem ekspansji, większą rozpuszczalnością, mniejszą gęstością, niższymi temperaturami przemian fazowych, mniejszą ilością ciepła potrzebnego do przemiany fazowej oraz gorszymi właściwościami mechanicznymi (mniejszym napięciem zrywającym, mniejszym odkształceniem przy zerwaniu, mniejszym modułem sprężystości) niż ekstrudaty wytworzone w temperaturze 50°–60°–70°C i 90°–100°–120°C.

Literatura

- ABU-JDAYIL B., AZZAM M.O.I., AL-MALAN K.I.M. 2001. *Effect of glucose and storage time on the viscosity of wheat starch dispersions*. Carbohydrate Polymers 46: 207–215.
- BHATNAGAR S., HANNA M.A. 1996. *Effect of talc on properties of corn starch extrudates*. Starch/Stärke 48: 94–1001.
- CARVALHO A.J.F., CURVELO A.A.S., AGNELLI J.A.M. 2001. *A first insight on composites of thermoplastic starch and kaolin*. Carbohydrate Polymers 45: 189–194.
- CHINNASWAMY R. 1993. *Basic of cereal starch expansion*. Carbohydrate Polymers 21: 157–167.
- FLORES A., BAYER R.K., KRAWIETZ K., BALTA CALEYA F.J. 2000. *Elastoplastic properties of starch based materials as revealed by microindentation measurements*. J. of Macromolecular Sci. – Physics B 39: 749–759.
- JANE J. 1993. *Mechanism of starch gelatinization in neutral salt solutions*. Starch/Stärke 45: 161–166.
- MAAUF A.G., CIE MAN Y.B., ASBI B.A., JUNAINAH A.H. KENNEDY J.F. 2001. *Gelatinization of sago starch in the presence of sucrose and sodium chloride as assessed by*

- differential scanning calorimetry*. Carbohydrate Polymers 45: 335–345.
- MANO J.F., VAZ C.M., MENDES S.C., REIS R.L., CUNHA A.M. 1999. *Dynamic mechanical properties of hydroxyapatite reinforced and porous starch – based degradable biomaterials*. J. of Material Sci.: Materials in Medicine 10: 857–862.
- RICHARDSON G., LANGTON M., BARK A., HERMANSSON A.M. 2003. *Wheat starch gelatinization – the effect of sucrose, emulsifier and the physical state of the emulsifier*. Starch/Stärke 55: 150–161.
- RICHTER M., AUGUSTAT S., SCHIERBAUM F. 1968. *Ausgewählte Methoden der Stärkechemie VEB Fachbuch Verlag, Leipzig*.
- ROACH R.R., HOSENEY R.C. 1995. *Effect of certain surfactants on the swelling, solubility and amylograph consistency of starch*. Cereal Chem. 72: 571–577.
- RYU G.H., WALKER C.E. 1995. *The effect of extrusion conditions on the physical properties of wheat flour extrudates*. Starch/Stärke 47: 33–36.
- ŚMIETANA Z., SZPENDOWSKI J., SORAL-ŚMIETANA M., ŚWIGOŃ J. 1996. *Modification of potato starch by extrusion*. Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olsstenensis Technologia Alimentarum 29: 3–13.
- TAKAMINE K., BHATNAGAR S., HANNA M.A. 1995. *Effect of eggshell on properties of corn starch extrudates*. Cereal Chemistry 72: 385–388.
- VALIÉS-PÁMIÉS B., BARCLAY F., HILL S.E., MITCHELL J.R., PATERSON L.A., BLANSIARD J.M.V. 1997. *The effect of low molecular weight additives on the viscosities of cassava starch*. Carbohydrate Polymers 34: 31–38.
- YAMADA T., MORIMOTO Y., HISAMATSU M. 1986. *Effect of citric acid on potato starch gelatinization*. Starch/Stärke 38: 264–268.
- ZIOBRO R., NOWOTNA A., GOLACIOWSKI A., GAMBUŚ H., HERNIK M., SABAT R. 2002. *The influence of extruder's temperature profile on the characteristics of processed starch*. Żywność 4(33) supl.: 242–248.

Słowa kluczowe: skrobia, szkło wodne sodowe, ekstrudaty

Streszczenie

Badano właściwości ekstrudatów wytworzonych ze skrobi ziemniaczanej i szkła wodnego sodowego przy użyciu jednoślimakowego ekstrudera laboratoryjnego Brabender w temperaturach: 50–60–70°C, 90–100–120°C i 130–150–170°C.

Stwierdzono, że wygląd i właściwości ekstrudatów zależały od temperatury ekstruzji i wielkości dodatku szkła wodnego. Dodatek szkła wodnego powodował obniżenie rozpuszczalności, zmniejszenie naprężenia potrzebnego do zerwania i zmniejszenie odkształcenia przy zerwaniu ekstrudatów. Ekstrudaty wytworzone w najwyższej ze stosowanych temperatur (140–150–170°C) charakteryzowały się większym stopniem ekspansji, większą rozpuszczalnością, mniejszą gęstością, niższymi temperaturami przemian fazowych, mniejszą ilością ciepła potrzebnego do przemiany fazowej oraz gorszymi właściwościami (mniejszym napięciem zrywającym, mniejszym odkształceniem przy zerwaniu, mniejszym modułem sprężystości) niż ekstrudaty wytworzone w temperaturze 50–60–70°C i 90–100–120°C.

THE PROPERTIES OF STARCH EXTRUDED WITH WATER GLASS ADDITIVE

*Antoni Golachowski¹, Aleksandra Tokarczyk¹, Ewa Tomaszewska-Ciosk¹,
Tomasz Zięba¹, Adam Figiel²*

¹ Department of Food Technology and Storage, Agricultural University, Wrocław

² Institute of Agricultural Engineering, Agricultural University, Wrocław

Key words: starch, sodium water glass, extrudates

Summary

The properties of extrudates obtained from potato starch and sodium water glass were determined using a Branderber screw extruder at: 50–60–70°C; 90–100–120°C and 130–150–170°C.

It was found that the appearance and properties of extrudates depended on the temperature of extrusion and water glass addition. The addition of water glass decreased solubility, breaking stress and strain of extrudates. The extrudates produced at the highest temperatures (140–150–170°C) exhibited the higher degree of expansion and solubility, but lower density, lower phase transition temperatures, lower enthalpy necessary for phase transition and worse properties (breaking stress, and strain and modulus of elasticity) as compared to those extruded at 50–60–70°C and 90–100–120°C.

Prof. dr hab. Antoni **Golachowski**
Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Akademia Rolnicza
ul. C.K. Norwida 25
50-375 WROCŁAW
e-mail: golachowski@wnoz.ar.wroc.pl