

T. Oniszczyk^{**}, L.P.B.M. Janssen^{**}, L. Mościcki^{*}

^{*}Katedra Inżynierii Procesowej

Akademia Rolnicza w Lublinie

^{**}Katedra Inżynierii Chemicznej

Uniwersytet Królewski w Groningen

WPŁYW DODATKU WŁÓKIEN NATURALNYCH NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE WYPRASEK BIOPOLIMEROWYCH

Streszczenie

W pracy przedstawiono rezultaty badań właściwości mechanicznych materiałów biodegradowalnych uzyskanych ze skrobi termoplastycznej z wykorzystaniem techniki ekstruzji i wtrysku wysokociśnieniowego. Badano wpływ dodatku włókien lnianych i celulozowych na właściwości mechaniczne produktu uzyskanego z mieszanki skrobi z gliceryną. Badania właściwości mechanicznych próbek przeprowadzono na urządzeniu Zwick typ BDO-FBO0,5TH przy prędkości przesuwu głowicy 3mm/min. Miejsca przerwań próbek były analizowane w świetle spolaryzowanym za pomocą mikroskopu optycznego w celu określenia związania materiału z włóknami.

Słowa kluczowe: skrobia termoplastyczna, ekstruzja, właściwości mechaniczne, wtrysk wysokociśnieniowy, wtryskarka, ekstruder

Wprowadzenie

Coraz większa troska o środowisko naturalne stała się powodem zainteresowania tworzywami, które po krótkim czasie eksploatacji ulegają rozkładowi. Wzrastająca świadomość proekologiczna społeczeństwa wielu krajów, a wręcz moda na ekologię przyczyniła się do rozwoju badań nad tworzywami biodegradowalnymi. Szczególną uwagę zwrócono na badania grupy materiałów pochodzenia naturalnego, tzn. tworzyw produkowanych ze skrobi. Biopolimer otrzymywany jest po uprzednim wymieszaniu skrobi z plastyfikatorem (gliceryną), tak aby umożliwić upłynnienie materiału w temperaturze niższej niż temperatura rozkładu skrobi. Taka forma skrobi nosi nazwę termoplastycznej. Produkcja biopolimerów możliwa jest przy wykorzystaniu maszyn i urządzeń stosowanych przy produkcji polimerów synte-

tycznych. Tworzywa te mogą być alternatywnym uzupełnieniem tworzyw sztucznych. Niestety w dalszym ciągu produkty wykonane ze skrobi termoplastycznej nie mają szerokiego zastosowania użytkowego z powodu ich niedoskonałości. [Czerniawski 1998; Lisińska-Kuśnierz 2003; Janssen 2003; Funke 1998; Onteniente 2000]. W celu poprawienia właściwości mechanicznych biopolimeru stosowane są dodatki włókien naturalnych np.: lnianych, konopnych, jutowych w ilościach nawet do 20-35% w mieszance. Dodatek włókien poprawia właściwości mechaniczne tworzywa nawet o kilka razy [Sikora 1993; van Soest 1997; Wollerdorfer 1998; Mohanty 2000; Janssen 2000]

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu dodatku włókien naturalnych na właściwości mechaniczne wyprasek biopolimerowych, oraz ocena stopnia związania włókien z biopolimerem.

Metodyka

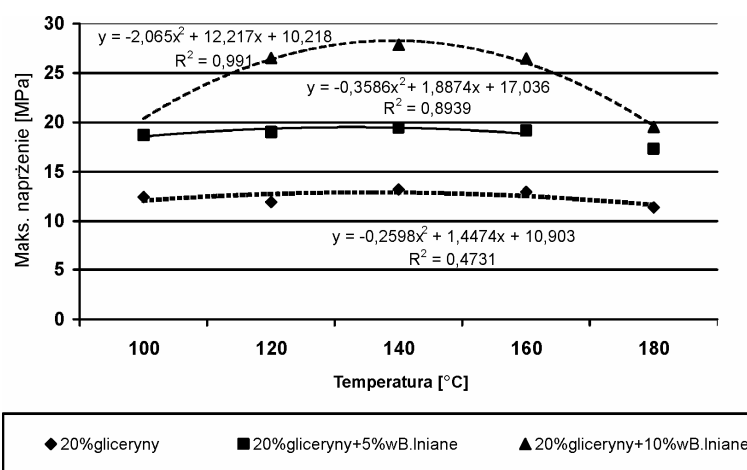
Do badań używano skrobi ziemniaczanej typu Superior - produkcji Avebe b.v. (NL) wymieszanej z gliceryną i włóknami w różnorodnych proporcjach. Gliceryna (98,5% czystości) pochodziła także z Holandii. W badaniach stosowano także włókna lniane cięte pozyskane od producenta z Polski oraz włókna celulozowe vivapur typ 102 firmy JRS z Niemiec. Mieszaniny skrobi, gliceryny i włókien sporządzane były przy użyciu laboratoryjnej mieszarki wstępowej. Udział gliceryny wynosił 20% wagowo w mieszaninie, udział włókien przy wybranych mieszankach wynosił od 5 % do 10 %. Po wymieszanu próbki zostawiane były w szczelnie zamkniętych workach plastikowych na 24 godziny w celu intensyfikacji wnikania gliceryny w ziarna skrobi. Bezpośrednio przed ekstruzją mieszaniny były jeszcze raz mieszane. Proces ekstruzji prowadzony był na ekstruderze dwu ślimakowym produkcji włoskiej o $L/D = 5$, wyposażonym w matrycę szczelinową posiadającą jeden otwór o wymiarach: 1x2mm. Ekstrudat (tzn. skrobia termoplastyczna) produkowany był w zakresie temperatur od 80 do 130°C, ciśnieniu od 50 do 160 bar i prędkości obrotowej ślimaków ekstrudera 68 obr/min. Następnie cięty był za pomocą szybkoobrotowego noża na granulaty o żądanym wymiarze, który był materiałem wyjściowym do produkcji form przeznaczonych do dalszych badań.

Kształtki produkowane były na wtryskarce ARBURG 220H90-350, $L/D = 20,5$ z uzyskanego wcześniej granulatu. Parametry prowadzonego procesu: ciśnienie wtrysku 1080-2280 bar, czas wtrysku 5s, 3s, temperatura od 100-180°C. Do produkcji próbek zastosowano matrycę, dzięki której otrzymano podstawową kształtkę w formie „łyżeczki, łopatkę” przeznaczoną do wykonania badań właściwości mechanicznych biopolimeru.

Badania wytrzymałościowe przeprowadzono na urządzeniu Zwick typ BDO-FBO0,5TH, podczas testu na rozrywanie. Prędkość przesuwu głowicy wynosiła 3mm/min. Przeprowadzono próby z granulatami (skrobią termoplastyczną) zawierającymi 20% gliceryny, oraz granulatami z 20% zawartością gliceryny, oraz 5% i 10% zawartością włókien lnianych i celulozowych. Badania na wtryskarce rozpoczynano od temperatury 100°C dla trzech sekcji wtryskarki, następnie temperatura była zwiększana co 20°C do 180°C, przy czasie wtrysku 5s i 3s. W celu określenia, czy włókna zostały wyciągnięte z materiału, czy też uległy przerwaniu, próbki (miejsca przerwań) były analizowane przy użyciu mikroskopu optycznego Axioskop firmy Zeiss (West Germany) wyposażonego w przystawkę polaryzacyjną oraz kamerę.

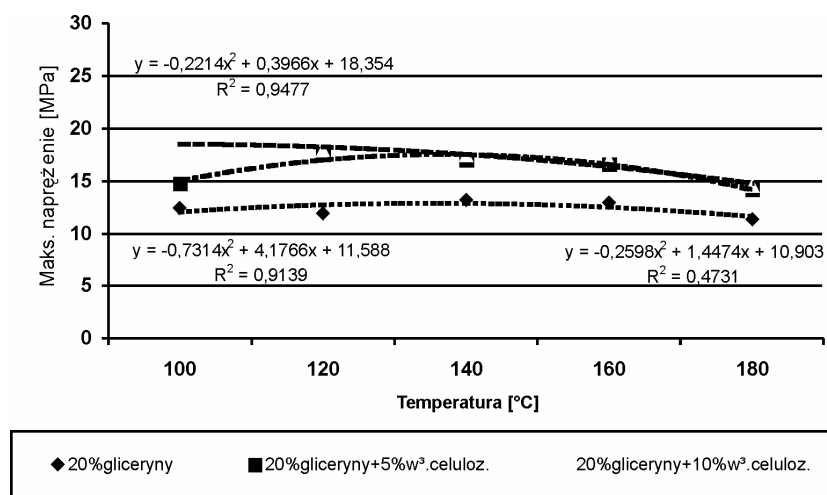
Wyniki badań

Poniższe wykresy przedstawiają wpływ dodatku włókien celulozowych i lnianych na wartość maksymalnego naprężenia. Na podstawie analizy wyników stwierdzono korzystny wpływ dodatku włókien roślinnych na cechy wytrzymałościowe biopolimerów. W całym zakresie stosowanych temperatur wypraski wytworzone bez dodatku włókien charakteryzowały się mniejszą wytrzymałością mechaniczną. Dodatek włókien powodował wzrost maksymalnego naprężenia powodującego przerwanie wypraski. Wraz ze wzrostem zawartości włókien lnianych wypraski charakteryzowały się większą wytrzymałością. W przypadku dodatku włókien celulozowych nie zaobserwowano tej zależności.



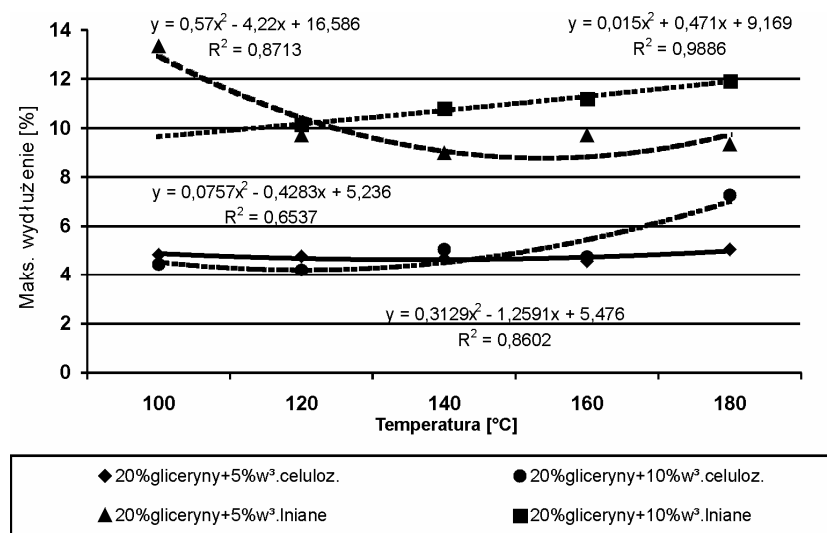
Rys. 1. Wpływ dodatku włókien lnianych na wartość maksymalnego naprężenia powodującego przerwanie wypraski (czas wtrysku tworzywa 3s)

Fig. 1. Influence of flax fibres addition on maximum tensile strength (injection time $t = 3s$)



Rys. 2. Wpływ dodatku włókien celulozowych na wartość maksymalnego naprężenia powodującego przerwanie wypraski (czas wtrysku 3s.)

Fig. 2. Influence of cellulose fibres addition on maximum tensile strength (injection time $t = 3s$)



Rys. 3. Wpływ rodzaju i udziału włókien naturalnych na wartość maksymalnego wydłużenia (czas wtrysku 3s)

Fig. 3. Influence of type and level natural fibres addition on maximum elongation

Rysunek 3 przedstawia wpływ rodzaju i udziału włókien naturalnych na wartość maksymalnego wydłużenia. Zaobserwowano że wypraski wytworzone z dodatkiem włókien lnianych w całym zakresie temperatur charakteryzują się w stosunku do wyprasek wyprodukowanych z dodatkiem włókien celulozowych wyższą wartością wydłużenia maksymalnego.

Powyższe wykresy przedstawiają wyniki pomiarów wyprasek wyprodukowanych dla czasu wtrysku tworzywa 3s. Wyniki badań wyprasek wyprodukowanych przy czasie wtrysku tworzywa 5s są zbliżone. Wyników tych nie wyeksponowano z powodów ograniczeń redakcyjnych. Analiza mikroskopowa próbek po testach wytrzymałościowych wykazała, że włókna lniane i celulozowe zostały przerwane. Świadczy to jednoznacznie o dobrym związaniu włókien z biopolimerem.



Rys. 4. Miejsce przerwania wypraski z 10% zawartością włókien lnianych, (temperatura procesu wtryskiwania 120°C)
Fig. 4. Place of breaking sample with 10% of flax fibres (production temperature 120°C)



Rys. 5. Miejsce przerwania wypraski z 5% zawartością włókien celulozowych, temperatura procesu wtryskiwania 160°C
Fig. 5. Place of breaking sample with 5% of cellulose fibres (production temperature 160°C)

Podsumowanie

1. Wypraski wyprodukowane z dodatkiem włókien lnianych charakteryzują się najlepszą wytrzymałością mechaniczną (maksymalne naprężenie dochodzi do 28 MPa) i największym maksymalnym wydłużeniem (ok.12-14%).
2. Zastosowany czas wtrysku nie wpływa w istotny sposób na właściwości mechaniczne biopolimeru.

3. Dodatek włókien naturalnych wpływa korzystnie na poprawę właściwości mechanicznych biopolimeru.
4. Badania miejsc przerw w wypraskach biopolimerowych z wykorzystaniem mikroskopu optycznego wyposażonego w przystawkę polaryzacyjną potwierdziły dobre związanie włókien w szczególności włókien lnianych z biopolimerem niezależnie od stosowanej temperatury wtrysku wysokociśnieniowego.

Bibliografia

Czerniawski B., Michniewicz J. 1998. s. 895-960: Opakowania Żywności. Agro Food Technology, Czeladź.

Funke U., Berghaller W., Lindhauer M.G. 1998. 59, s. 293-296: Processing and characterization of biodegradable products based on starch. Polymer Degradation and Stability.

Janssen L.P.B.M, Mościcki L., Mitrus M., Oniszczyk T. 2003. Biodegradable Products from Thermoplastic Starches, 4th European Congress Of Chemical Engineering, Topic 12 and 13 Abstracts, Granada, Spain.

Janssen L.P.B.M. 2000. s. 120-132: Polymer Process Technology. Dept. Chemical Engineering University of Groningen.

Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M. 2003. s. 58-68: Postęp techniczny w opakownictwie. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.

Mohanty A. K., Misra M., Hinrichsen G. 2000. Biofibres, Biodegradable polymers and biocomposites: An overview. Macromolecular Materials and Engineering.

Onteniente J.P., Meziere Ch., Abbes B., Safa L.H. 2000. 4, s. 112-117: Fully Biodegradable Lubricated Thermoplastic Wheat Starch: Mechanical and Rheological Properties of Injection Grade. Starch.

Sikora R. 1993. s. 183-227: Przetwórstwo Tworzyw Wielocząsteczkowych. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej.

van Soest J.J.G., Borger D.B. 1997. 64, s. 631-644: Structure and Properties of Compression-Molded Thermoplastic Starch Materials from Normal and High-Amylose Maize Starches. Journal of applied polymer science.

Wollerdorfer M., Bader H. 1998. 8, s. 105-112: Influence of natural fibres on the mechanical properties of biodegradable polymers. Industrial Crops and Products.

INFLUENCE OF NATURAL FIBRES ADDITION ON SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF BIOPOLIMERS SAMPELS

Summary

The paper presents the results of studies on the mechanical properties of biodegradable thermoplastic starch obtained by the extrusion and injection moulding methods. Especially the influence of flax and cellulose fibre percentage with 20% of glycerol (plasticizer) and on the mechanical properties of the obtained material was tested. The tests on specimens mechanical properties were performed on Zwick model BDO-FBO0,5TH. The samples were analysed using polarized light microscopy.

Key words: thermoplastic starch, extrusion, mechanical properties, injection mold, injection moulding machine, extruder