

MECHANIKA

**CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS**

MECHANICS

WYDAWNICTWO

POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

1-M/2009

ZESZYT 3

ROK 106

ISSUE 3

YEAR 106

STANISŁAW KUCIEL*, ANETA LIBER-KNEĆ*, STANISŁAW ZAJCHOWSKI**

**WPŁYW BIODEGRADACJI NA WŁAŚCIWOŚCI
KOMPOZYTÓW NA OSNOWIE TERMOPLASTYCZNEJ
SKROBI NAPEŁNIONEJ WŁÓKNAMI KENAFU LUB
MĄCZKI DRZEWNEJ**

**THE INFLUENCE OF BIODEGRADABILITY ON THE
PROPERTIES OF COMPOSITES WITH THERMOPLASTIC
STARCH MATRIX FILLED WITH KENAF FIBRES
OR WOOD FLOUR**

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem dwóch form biodegradacji – moczenia w wodzie i przymy kompostowej na podstawowe właściwości mechaniczne oznaczane w próbie rozciągania. Chłonność wody jest znaczna i po 90 dniach przekracza 10%, dodatek naturalnych wypełniaczy, a szczególnie mączki drzewnej zwiększa ją prawie dwukrotnie. Kompozyty nawet po analizowanych procesach degradacji mają moduł sprężystości większy niż nienapełniana, oryginalna osnowa. Lepszą poprawę wytrzymałości termoplastycznej skrobi uzyskujemy przy zastosowaniu kenafu, jako wzmocnienia. Skrobia modyfikowana włóknami poddana działaniu środowiska ma lepsze właściwości niż czysty polimer.

Słowa kluczowe: termoplastyczna skrobia, biodegradacja, mączka drzewna, kenaf

Abstract

In the work, test results of influence of two kinds of biodegradation – soaking in the water and compost on the basic mechanical properties obtained in the tensile test were presented. The absorption of water is high and after 90 days exceeds 10%, the addition of natural fillers and particularly wood fibers caused almost double increase of it. The composites even after ana-

* Dr inż. Stanisław Kuciel, dr inż. Aneta Liber-Kneć, Katedra Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Wydział Mechaniczny, Politechnika Krakowska.

** Dr inż. Stanisław Zajchowski, Zakład Technologii Polimerów, Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy.

lyzed degradation processes have the modulus of elasticity higher than the pure matrix. Better increase of the tensile strength of the thermoplastic starch is obtained when the kenaf as filler is used. The starch modified by fibers put to the environment impact has better properties than the pure polymer.

Keywords: thermoplastic starch, biodegradation, wood fiber, kenaf

1. Wprowadzenie

Opracowanie i badanie materiałów podatnych na biodegradację stanowi aktualny kierunek badań zarówno w dziedzinie polimerów, jak i ochrony środowiska. Mogą to być polimery wytwarzane bezpośrednio z surowców naturalnych, polimery uzyskiwane drogą klasycznej syntezy chemicznej z monomerów pochodzenia naturalnego, a także polimery produkowane przez mikroorganizmy i polimery produkowane z surowców petrochemicznych z udziałem poliestru alifatycznego PCL, poliestry amidowe, kopoliestry, PVAL. Zastosowanie do wytwarzania biopolimerów surowców pochodzenia naturalnego stanowi alternatywę dla recyklingu tworzyw niedegradowanych oraz oszczędza światowe zasoby ropy naftowej i gazu ziemnego i zmniejsza emisję CO₂ do atmosfery Ziemi.

Istotnym czynnikiem determinującym powszechne użycie biodegradowalnych polimerów jest określenie wpływu oddziaływania różnych środowisk biologicznych powodujących rozkład oraz zmianę tych właściwości w czasie. Na rynku istnieje zapotrzebowanie zarówno na materiały degradowalne zachowujące dobre właściwości przez okres np. 10 lat (dla przemysłu motoryzacyjnego i AGD) jak i te ulegające szybkiej degradacji (opakowania i wyroby dla rolnictwa).

2. Część eksperymentalna

Do badań użyto kompozytów na osnowie termoplastycznej skrobi Solanyl BP20F holenderskiej firmy Rodenburg Biopolymers oraz dwóch rodzajów napełniaczy: włókien kenafu produkcji włoskiej firmy Kenaf Eco Fibers i mączki drzewnej Lingocel CB120 produkcji niemieckiej firmy Rettenmaier & Söhne GmbH. Udział masowy włókien w kompozytach wynosił 25 lub 45%, oznaczenia oraz gęstość badanych kompozytów podano w tabeli 1.

Dla oceny stopnia zmian właściwości kompozytów polimerów pochodzenia naturalnego z mączką drzewną i kenafem przeprowadzono próby rozciągania przy użyciu maszyny wytrzymałościowej firmy Instron wg PN-EN ISO 527-1. Wykorzystano standardowe kształtki do badań w formie wiosełek. Oznaczono wytrzymałość na rozciąganie, moduł sprężystości i odkształcenie przy zerwaniu. Próbkę do badań w kształcie wiosełek otrzymano metodą wtryskiwania przy użyciu wtryskarki Wh 80 Ap. Stosowano następujące parametry wtrysku: temperatury 120, 180 i 185°C, prędkość obrotowa ślimaka 100 min⁻¹, czas wtryskiwania 3 s, czas docisku 7 s i czas chłodzenia 20 s. Badanie chłonności wody wykonano zgodnie z PN-81/C-89032 na podstawie pomiaru masy, stosując próbki w postaci wtryskiwanych beleczek o wymiarach 4x10x100 mm.

Podstawą oceny biodegradacji była ocena zmian własności mechanicznych oznaczanych w próbie rozciągania po moczeniu w wodzie destylowanej przez 90 dni lub kompostowaniu w przyzміe ogrodowej przez 40 dni.

Tabela 1

Oznaczenie i gęstość badanych kompozytów

Oznaczenie	Udział masowy włókien w kompozycie [%]		Gęstość [g/cm ³]
	Kenaf	Mączka drzewna	
25k	25	-	1,328
25m	-	25	1,327
40k	40	-	1,352
40m	-	40	1,341
S2	czysta skrobia termoplastyczna		1,299

3. Wyniki badań

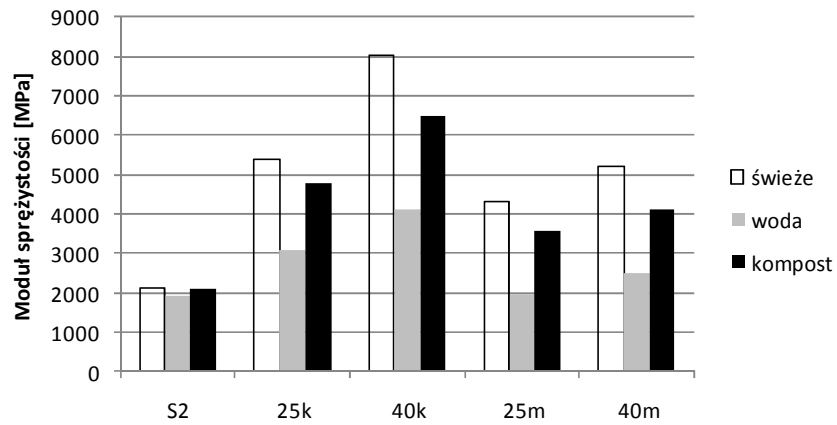
Chłonność wody badanych kompozytów porównano w tabeli 2. Wartość modułu sprężystości kompozytów i czystej skrobi zmniejsza się w wyniku degradacji w wodzie i przyzміe kompostowej (rys. 1).

Na rys. 1 porównano wpływ rodzaju degradacji na wartości uzyskiwanych modułów sprężystości, a na rys. 2 wartości wytrzymałości na rozciąganie dla kompozytów oryginalnych oraz poddanych degradacji w wodzie i przyzміe kompostowej. Możemy zaobserwować spadek wytrzymałości dla próbek poddanych działaniu wody i kompostu. Podobnie jak w przypadku modułu, jest on wyraźnie większy w przypadku poddania próbek działaniu wody. Przedstawione na rys. 3 porównanie wpływu degradacji na odkształcenia przy zerwaniu pokazują, iż w tym przypadku woda działa bardziej plastyfikująco na kompozyty niż przyzміa kompostowa, szczególnie dla mączki drzewnej.

Tabela 2

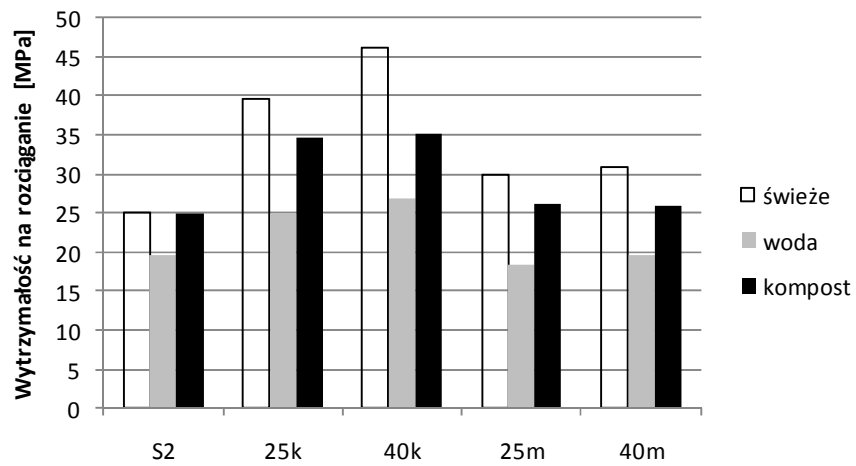
Chłonność wody badanych kompozytów

Kompozyt	Chłonność [%]		
	1 dzień	7 dni	90 dni
25k	1,33	3,83	10,24
25m	1,28	4,11	10,32
4k	1,83	5,28	12,51
4m	1,80	5,48	13,54
S2	1,97	2,83	8,00



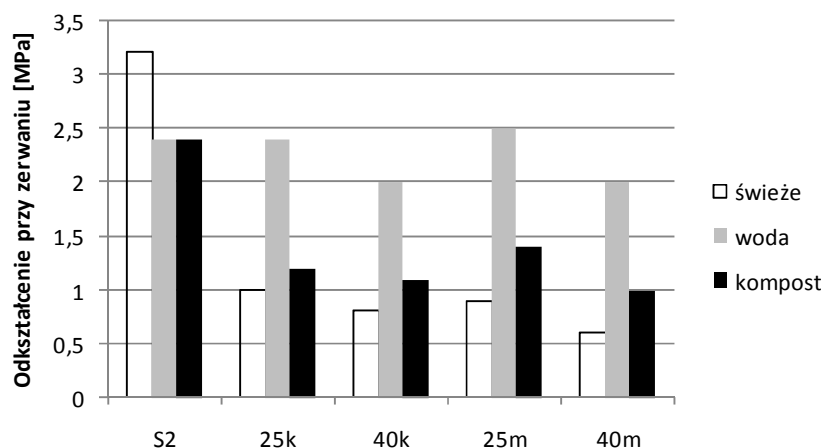
Rys. 1. Wpływ degradacji na moduł sprężystości badanych kompozytów

Fig. 1. The influence of biodegradation on modulus of elasticity of tested composites



Rys. 2. Wpływ degradacji na wytrzymałość na rozciąganie badanych kompozytów

Fig. 2. The influence of biodegradation on tensile strength of tested composites



Rys. 3. Wpływ degradacji na odkształcenie przy zerwaniu badanych kompozytów

Fig. 3. The influence of biodegradation on strain at break of tested composites

4. Wnioski

Zastąpienie w biokompozytach mączki drzewnej – kenafem poprawia jeszcze bardziej zarówno ich wytrzymałość jak i sztywność, co wskazuje na celowość opracowania przemysłowych metod otrzymywania włóknistych napełniaczy roślinnych z uwzględnieniem stosowania odpowiedniej apertury i technologii ich rozdrabniania pod kątem zastosowania jako napełniaczy polimerów termoplastycznych. Związane jest to prawdopodobnie z dobrą adhezją naturalnych napełniaczy do termoplastycznych, wytworzonych z roślin biopolimerów. Potwierdzają to wykonane [6] zdjęcia SEM na których obserwujemy regularny rozkład włókien i dobrą ich homogenizację a także mechanizmy zniszczenia z popękanymi poprzecznie lecz mocno osadzonymi w osnowie włóknami kenefu oraz wyraźny wzrost wytrzymałości na rozciąganie dla kompozytów na osnowie Solanylu. Chłonność wody jest znaczna i po 90 dniach przekracza 10%, dodatek naturalnych napełniaczy, a szczególnie mączki drzewnej zwiększa ją prawie dwukrotnie. Kompozyty nawet po analizowanych procesach degradacji mają moduł sprężystości większy niż nienapełniana, oryginalna osnowa. Lepszą poprawę wytrzymałości termoplastycznej skrobi uzyskujemy przy zastosowaniu kenafu, jako wzmocnienia. Skrobia modyfikowana włóknami poddana działaniu środowiska ma lepsze właściwości niż czysty polimer.

Prowadzone badania wskazują, iż istnieją szerokie potencjalne możliwości zastosowań takich biokompozytów na wiele wyrobów technicznych; związane będzie to z rozwojem biotechnologii i produkcją termoplastycznych biopolimerów z roślin, również w Polsce.

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego oraz ze środków budżetu państwa w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013

Umowa nr UDA-POIG.01.03.01-00-092/08-00 z dnia 26 lutego 2009r.

„Nowe przyjazne dla środowiska kompozyty polimerowe z wykorzystaniem surowców odnawialnych” realizowana w ramach Działania 1.3 PO IG, Poddziałania 1.3.1.

Literatura

- [1] Jankowski G., *Biokompozyty na osnowie termoplastycznej skrobi i polikwasu masłowego napełniane włóknami naturalnymi*, praca magisterska, Politechnika Krakowska, Kraków 2009.
- [2] Johnson R.M., Mwaikambo L.Y., Tucker N., *Biopolymers*, vol 14. 2003.
- [3] David K., *Biodegradable Polymers*, Market Report, Platt 2006.
- [4] Mohanty A.K., Misra M., Lawrence T., *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*. Drzal 2005.
- [5] Błędzki A.K., Sperber V.E., Faruk O., *Natural and Wood Fiber Reinforcement in Polymer*, 2002.
- [6] Kuciel S., Liber-Kneć A., Zajchowski S., *Biokompozyty na osnowie termoplastycznej skrobi lub mieszaniny polilaktydu ze skrobi napełniane włóknami naturalnymi*, *Polimery* 2009, 54, nr 10, 11-17.