

Wpływ promieniowania na wybrane właściwości folii biodegradowalnych

Słowa kluczowe: biodegradacja, kompostowanie, folie celulozowe, właściwości wytrzymałościowe, promieniowanie UV, promieniowanie słoneczne

Streszczenie

W artykule przedstawiono wpływ promieniowania UV i słonecznego na wybraną właściwość mechaniczną, jaką jest siła zrywania, na trzy rodzaje folii biodegradowalnych: CellothermT, NatureFlex: NK i NVS. Folie starzono w różnym czasie, jednak przy zachowaniu tej samej dawki promieniowania. Wyniki badań podsumowano wnioskami.

Wstęp

Biodegradacja, jest procesem biologicznym, który zachodzi na ogół bardzo powoli. Według definicji przedstawionej w normie [8] *biodegradacja to degradacja wywołana czynnikami biologicznymi, szczególnie działaniem enzymów, prowadząca do znacznych zmian w strukturze chemicznej materiału*. Proces ten zależy m.in.: od właściwości fizykochemicznych gleby, temperatury, wilgotności oraz pH gleby [2, 3].

Istotnym pojęciem w aspekcie środowiskowym jest **kompostowanie**. Jest ono odmianą biodegradacji, polegającą na rozkładzie biologicznym materiału w ściśle określonych warunkach. Proces kompostowania trwa 180 dni, temperatura w komorze reaktora powinna wynosić 70°C, natomiast materiał otrzymany po kompostowaniu powinien składać się z frakcji mniejszej, niż 2 mm [8–14].

Kompostowalność materiałów jest pożądaną cechą, gdyż w stosunkowo krótkim czasie, ulegają one rozkładowi biologicznemu, a w związku z tym, nie zalegają na wysypiskach śmieci. **Materiały kompostowalne** zatem należą do materiałów biodegradowalnych, które ulegają rozkładowi biologicznemu w warunkach kompostowania w stosunkowo krótkim czasie [8–14].

Do interesujących rozwiązań, na światowym rynku opakowaniowym, należy zaliczyć folie celulozowe, które ulegają procesowi kompostowania. Wśród nich znajdują się folie NatureFlex, produkowane przez firmę Innovia Films, np. NatureFlex NK, NatureFlex NP, NatureFlex NVS. Wymienione folie różnią się powłokami funkcyjnymi, wszystkie wykazują natomiast wysoką przezroczystość i połysk, łatwość zadrukowania, regulowaną barierowość dla wilgoci oraz możliwość barwienia w masie [5–6].

Materiały, urządzenia i metodyka badań

Folie, stanowiące materiał badawczy, tj. CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS starzono promieniowaniem UV w komorze starzeniowej Suntest CPS+, starzenie promieniowaniem słonecznym przeprowadzono natomiast poprzez bezpośrednią ekspozycję folii na słońce. Dawka promieniowania, bez względu na jego źródło była stała i wynosiła 250 W/m^2 . Czas starzenia był natomiast zmienny i wynosił: 30, 60 i 90 h.

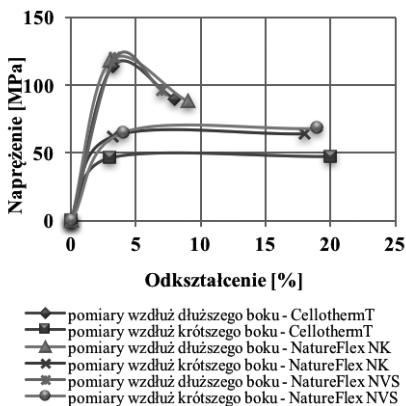
Badania wytrzymałości, tzn. siły zrywania próbek prowadzono przy pomocy urządzenia Zwick Roell BT1-FB010TN.D30. W ten sposób można było uzyskać zależność odkształcenia od naprężenia danej próbki [7].

Wyniki badań i wnioski

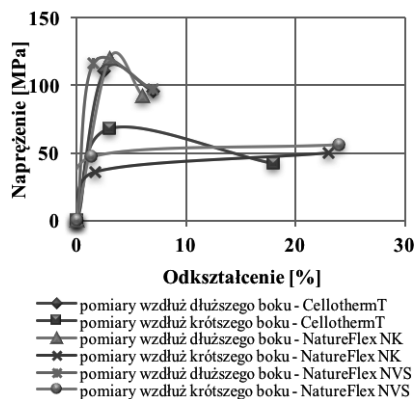
Na rysunku 1. przedstawiono wyniki badań siły zrywania dla folii CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS, na rysunkach 2–4 zaś wyniki badań siły zrywania dla tych samych rodzajów folii, poddawanych jednak działaniu promieniowania UV, na rysunkach 5–7 natomiast, przedstawione są wyniki badań siły zrywania dla folii, które poddawano działaniu promieniowania słonecznego.

Na podstawie wykresów 1–7, stwierdzono, że najwyższą wytrzymałością charakteryzują się próbki wszystkich folii, których nie poddano starzeniu. Wartość naprężenia, badanego w kierunku dłuższego boku próbek jest wyższa, niż w wypadku pomiarów przeprowadzonych wzdłuż krótszego boku. Odkształcenie z kolei osiąga wyższą wartość dla próbek badanych wzdłuż krótszego boku.

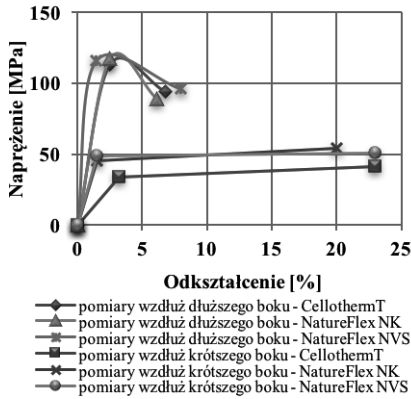
W wypadku folii starzonych promieniowaniem UV, największa wartość naprężenia wykazywała folia NatureFlex NVS. Analizując różne warianty czasu starzenia dla folii, naprężenie wzdłuż dłuższego boku próbek wahało się w granicach ok. 89–116 MPa, wzdłuż krótszego boku natomiast, przyjmowało wartości: 40–58 MPa. Wartość odkształcenia wzdłuż krótszego boku próbek mieściła się w grani-



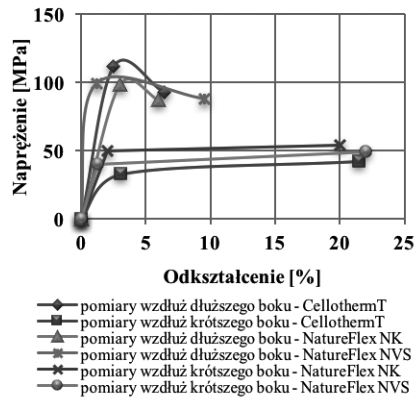
Rys. 1. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii niestarczonych: Cellotherm T, NatureFlexNK, NatureFlex NVS



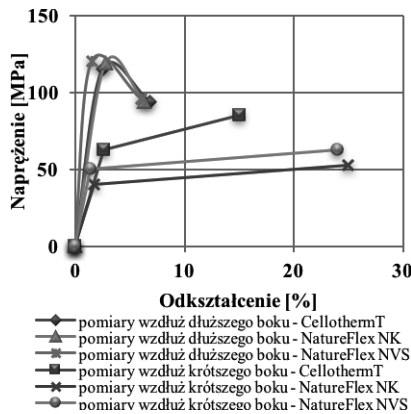
Rys. 2. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu promieniowania UV 250 W/m^2 i czasie starzenia 30h



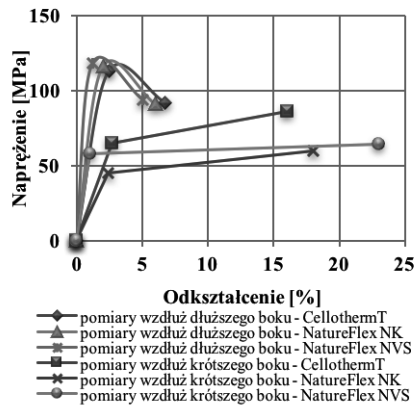
Rys. 3. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu promieniowania UV 250 W/m² i czasie starzenia 60h



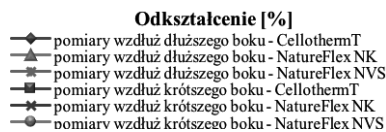
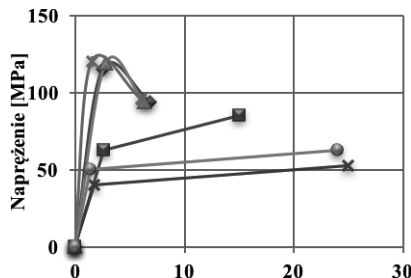
Rys. 4. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu promieniowania UV 250 W/m² i czasie starzenia 90h



Rys. 5. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu słonecznego 250 W/m² i czasie starzenia 30h



Rys. 6. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu słonecznego 250 W/m² i czasie starzenia 60h



Rys. 7. Zależność odkształcenia od naprężenia dla folii starzonych: CellothermT, NatureFlex NK i NatureFlex NVS w komorze o natężeniu słonecznego 250 W/m² i czasie starzenia 90h

cach ok. 18÷23%, natomiast wzdłuż dłuższego boku wynosiła ok. 6÷10%. Najniższą wytrzymałość folii poddanych starzeniu promieniowaniem UV obserwowano dla folii NatureFlex NK.

W wypadku folii starzonych promieniowaniem słonecznym, najwyższą wartość naprężenia również charakteryzowała folię NatureFlex NVS. Wartość naprężenia wzdłuż dłuższego boku – analizując różne warianty czasu starzenia dla folii – wyniosła ok. 111÷120 MPa, wzdłuż krótszego natomiast boku próbki, naprężenie mieściło się w zakresie ok. 37÷65 MPa. Wartość odkształcenia wzdłuż krótszego boku próbki mieściła się w granicach ok. 15÷23%, wzdłuż dłuższego boku natomiast w granicach ok. 4,5÷7%. Najniższą wytrzymałość folii poddanych promieniowaniu słonecznemu obserwowano dla folii Cellotherm T.

Dla każdej badanej próbki, niezależnie od przyjętych wariantów starzenia, naprężenie wzdłuż dłuższego jej boku było wyższe od naprężenia badanego wzdłuż krótszego boku. Odwrotna zależność zachodzi dla odkształcenia.

Wraz ze wzrostem czasu starzenia, naprężenie próbek maleje. Odkształcenie również maleje, lecz w zdecydowanie mniejszym zakresie.

Bibliografia

1. ASTM 6400. *Standardowa specyfikacja kompostowalnych tworzyw sztucznych.*
2. DIN EN 13432: *Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez kompostowanie i biodegradację. Program badań i kryteria oceny do ostatecznej akceptacji opakowań.*
3. DIN V 54900: *Badanie kompostowalności tworzyw sztucznych.*
4. Grabowska B.: *Biodegradacja tworzyw polimerowych*, w: „Archives of foundry engineering” 2/2010, s. 57–59.
5. Kornacki A.: *Kompostowalne folie celulozowe NatureFlex i ich nowe asortymenty* [http://www.plastice.org/fileadmin/files/Presentation_21_Kompostowalne_folie_celulozowe_NatureFlex_prezentacja.pdf].
6. Materiały informacyjne firmy Innovia Films [<https://www.innoviafilms.com>].
7. Materiały informacyjne firmy Zwick Roell [<http://www.zwick.com>].
8. PN-EN 13432:2002: *Opakowania. Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez kompostowanie i biodegradację. Program badań i kryteria oceny do ostatecznej akceptacji opakowań biodegradacja.*
9. PN-EN 14045:2005: *Opakowania. Ocena procesu rozpadu materiałów opakowaniowych w badaniach praktycznych w określonych warunkach kompostowania.*
10. PN-EN 14046:2005: *Opakowania. Ocena ostatecznej biodegradowalności w warunkach tlenowych i rozkładu materiałów opakowaniowych w określonych warunkach kompostowania. Metoda analizy uwolnionego ditlenku węgla.*
11. PN-EN 14806:2010 *Opakowania. Ocena wstępna rozpadu materiałów opakowaniowych w symulowanych warunkach kompostowania w badaniach w skali laboratoryjnej.*
12. PN-EN 14995:2009: *Tworzywa sztuczne. Ocena zdolności do kompostowania. Program badania i specyfikacja.*
13. PN-EN ISO 14855-1:2009: *Oznaczanie całkowitej biodegradacji tlenowej tworzyw sztucznych w kontrolowanych warunkach kompostowania. Metoda pomiaru wydzielonego ditlenku węgla. Część 1: Metoda ogólna.*
14. PN-EN ISO 20200:2007: *Tworzywa sztuczne. Oznaczanie stopnia rozpadu tworzyw sztucznych w symulowanych warunkach kompostowania w skali laboratoryjnej.*

Abstract*Influence of radiation on selected properties of biodegradable films*

The article presents the influence of UV and solar radiation on a selected mechanical property, which is the breaking force, on three types of biodegradable films: CellothermT, NatureFlex: NK and NVS. The films were aged at different times, but with the same radiation dose. The results of the research are summarized by conclusions.

