

TOMASZ ZIĘBA, BARBARA BŁYSKAL

BIODEGRADACJA TWORZYWA SPORZĄDZONEGO Z POLIMERÓW SYNTETYCZNYCH I SKROBI ZIEMNIACZANEJ

Streszczenie

Badaniu poddano tworzywo sporządzone z kompozytu skrobi z kopolimerem etylen-kwas akrylowy i gliceryny oraz polietylenu. Analizowano wpływ trzy- i sześciomiesięcznego działania mikroflory glebowej na wybrane właściwości tworzywa. Wyniki wykazały, że działalność drobnoustrojów występujących w glebie, szczególnie należących do rodzajów: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Bacillus* i *Streptomyces*, w obydwu przyjętych w doświadczeniu okresach badawczych, spowodowała obniżenie, w porównaniu z próbami kontrolnymi, wartości wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu oraz zmniejszenie masy wszystkich badanych wariantów tworzywa. Proces moczenia i prażenia materiału nie wpłynął na zwiększenie stopnia jego degradacji w czasie trwania eksperymentu.

Wstęp

Wiele opakowań stosowanych w przemyśle spożywczym wytwarzanych jest z tworzyw syntetycznych, głównie pochodnych produktów przerobu ropy naftowej. Niewielki stopień rozkładu tych materiałów w środowisku naturalnym powoduje, że ich udział w odpadach z roku na rok wzrasta, stanowiąc poważny problem gospodarczy i ekologiczny [15, 26]. Główną masę odpadów komunalnych w Polsce (ok. 70%) stanowią odpady spożywcze, frakcja drobna (0–10 mm) oraz papier i tektura. W pozostałej, trudno degradowalnej części odpadów tworzywa sztuczne stanowią ok. 12% w stosunku wagowym, tj. ok. 30% w ujęciu objętościowym [12].

Jednym ze sposobów zmniejszenia trwałości syntetycznych materiałów opakowaniowych i zredukowania ich objętości podczas składowania jest sporządzenie tworzyw z polimerów syntetycznych i substancji naturalnych, łatwo ulegających degradacji, m.in. skrobi i celulozy [16, 22]. Skrobia może być dodawana w postaci nieprze-

tworzonej – jako tzw. wypełniacz, w ilości ok. 10%. Stosując skrobię przetworzoną (zmodyfikowaną) można zwiększyć jej udział do ponad 40% [2]. Większa zawartość skrobi w tworzywie wpływa na wyraźne pogorszenie jego właściwości funkcjonalnych [13].

Spowodowane jest to osłabieniem jego struktury wskutek braku wiązań między hydrofilową skrobią a hydrofobowym polimerem [25]. Jednym ze sposobów zwiększenia kompatybilności skrobi jest łączenie jej z innym polimerem o charakterze polarnym, m.in. polioctanem winylu czy kopolimerem etylen-kwas akrylowy [8, 14].

Duże znaczenie mikroorganizmów w procesie biodegradacji wynika z co najmniej dwójakiego ich działania na polimer, tj. rozkładu enzymatycznego, odbywającego się na zewnątrz mikroorganizmów pod wpływem enzymów zewnątrzkomórkowych oraz mechanicznego uszkodzenia spowodowanego wzrostem żywych komórek. W tworzywach zawierających skrobię istnieje pewna jej zawartość, powyżej której jest całkowicie dostępna dla enzymów mikroorganizmów. W tworzywach polietylenowo-skrobiowych wynosi ona ok. 42% wagowych, co odpowiada ok. 31% objętościowym. Powyżej tej zawartości skrobia jest rozkładana przez drobnoustroje, a drugi składnik ulega rozproszeniu; poniżej – skrobia jest usuwana jedynie z powierzchni i tworzą się wgłębienia o różnych rozmiarach [24].

Celem pracy było określenie wpływu trzy- i sześciomiesięcznego działania mikroflory glebowej na tworzywo opakowaniowe sporządzone z kompozytu skrobi z kopolimerem etylen-kwas akrylowy i gliceryny oraz polietylenu.

Materiał i metody badań

Materiał

Badania procesu biodegradacji prowadzono na próbach tworzywa (sześć wariantów), różniących się między sobą zawartością kompozytu skrobi w tworzywie oraz poddaniem lub nie poddaniem procesowi moczenia i prażenia. (tab. 1).

Tworzywo opakowaniowe sporządzano w dwóch etapach. W pierwszym etapie skrobię ziemniaczaną (8 części) łączono z kopolimerem etylen-kwas akrylowy (2 części) i gliceryną (2 części). Użyto polimer syntetyczny EAA (kopolimer etylen-kwas akrylowy) Primacor 5980 firmy DOW Europe o zawartości 20% kwasu akrylowego [7]. Tak sporządzony kompozyt skrobi mieszano, w drugim etapie, z polietylenem o małej gęstości LDPE Malen E FGBS, wyprodukowanym przez Petrochemię Płock S.A., w stosunku 3:7, 5:5 i 7:3 (co odpowiada zawartości 20,0, 33,3 i 46,7% skrobi), a następnie formowano folię metodą walcowania i prasowania [10]. Otrzymane arkusze folii, o grubości 0,1 cm, cięto na paski o długości 10 cm i szerokości 1 cm. Część pasków przetrzymywano w wodzie przez 3 doby, a następnie prażono w temperaturze 200°C w celu rozluźnienia struktury materiału. Proces prażenia namoczonych pasków

folii, na skutek gwałtownego odparowywania wody, powodował powstawanie w tworzywie drobnych pęcherzyków.

Przeprowadzenie biodegradacji tworzywa

Test glebowy. Próbkę tworzywa, przygotowane w sposób opisany powyżej, umieszczano w skrzynkach z mikrobiologicznie aktywną glebą. Gleba zawierała w równych częściach: piasek rzeczny, torf, ziemię kompostową, i dobrze przegniły obornik [23]. Hodowle prowadzono przez okres trzech i sześciu miesięcy, w termostacie, w temperaturze $28 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności gleby rzędu 30-40%.

Izolacja mikroorganizmów. Po określonym czasie inkubacji w glebie materiał wyjmowano, a następnie poddawano wnikliwej obserwacji pod mikroskopem stereoskopowym (pow. 136 \times). Zaobserwowane na materiale drobnoustroje izolowano i pasażowano do uzyskania czystych kultur. Określenia przynależności systematycznej wyodrębnionych mikroorganizmów dokonywano w oparciu o wytyczne zawarte w odpowiednich kluczach i monografiach [4, 9, 19, 20].

Metody badania biodegradacji tworzywa

W niniejszej pracy zastosowano cztery metody oceny stopnia biodegradacji badanego tworzywa: ocenę cech morfologicznych, ubytek suchej masy tworzywa, pomiar właściwości mechanicznych, badania mikroskopowe.

Cechy morfologiczne. Po zmyciu gleby i wysuszeniu pasków określano ich cechy morfologiczne, prowadząc obserwacje pod mikroskopem stereoskopowym. Zwracano uwagę na wystąpienie zmian barwy oraz obecność ubytków materiału, jako najbardziej widocznych oznak wzrostu drobnoustrojów na powierzchni danego materiału.

Ubytek suchej masy. Ubytek suchej masy tworzywa określano na podstawie bilansu masy partii (10 pasków) folii przed i po przeprowadzonym teście glebowym oraz ich suchej substancji (oznaczonej metodą grawimetryczną).

Pomiar właściwości mechanicznych. Wyznaczanie wartości wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu prowadzono w aparacie wytrzymałościowym Hackert 10/1 (przedstawione wartości stanowią średnią z 10 pomiarów). Badania prowadzono przy szybkości rozciągania 5 mm/min. Odległość początkowa pomiędzy szczękami wynosiła 50 mm.

Badania mikroskopowe. Obserwacje przełomów poprzecznych badanego tworzywa prowadzono w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM) firmy Joel, typ JSM-5500 LV. Paski tworzywa łamano poprzecznie, a uzyskane przełomy naporowywano metodą próżniową węglem, a następnie złotem o grubości 1 nm.

Wyniki i dyskusja

Wyzolowane mikroorganizmy. W rezultacie izolacji, a następnie identyfikacji uzyskano 8 gatunków grzybów należących do czterech rodzajów: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, a także bakterie z rodzajów *Bacillus* i *Streptomyces*. W literaturze przedmiotu podaje się, że przedstawiciele czterech z wyizolowanych rodzajów drobnoustrojów posiadają zdolność wytwarzania enzymów amylolitycznych, tj. *Aspergillus*, *Fusarium*, *Bacillus* i *Streptomyces* [17, 18, 21]. Dane literaturowe wskazują również, że przedstawiciele wszystkich z wymienionych rodzajów izolowano z rozmaitych polimerów syntetycznych [1, 11]. Można więc stwierdzić, iż w uzyskanej grupie mikroorganizmów znajdują się zarówno te posiadające zdolność rozkładu skrobi, jak również takie, dla których źródłem składników odżywczych są inne wprowadzone do materiału substancje.

Cechy morfologiczne. W wyniku działalności mikroflory glebowej następowały wyraźne różnice w barwie oraz powierzchni próbek tworzywa, w porównaniu z próbkami kontrolnymi. Barwa folii z żółto-beżowej zmieniała się na szaro-brązową, z ciemnymi, brązowymi i bordowymi plamkami. Intensywność barwy i ilość plam oraz zmiany porowatości były tym wyraźniejsze im większa była zawartość kompozytu skrobi w tworzywie.

Ubytek suchej masy tworzywa. Wyniki pomiarów ubytku suchej masy tworzywa po 3 i 6 miesiącach trwania doświadczenia przedstawiono w tab. 1.

Przetrzymywanie w środowisku glebowym powodowało zmianę nie tylko wyglądu zewnętrznego pasków, ale także ich masy. Zmniejszenie zawartości suchej masy tworzywa zależało od udziału kompozytu skrobi w tworzywie i czasu przetrzymywania w glebie. Ubytek masy tworzywa wahał się od kilku procent, w tworzywach zawierających 30% kompozytu skrobi, do ok. 45% w tworzywach zawierających 70% kompozytu skrobi.

Tworzywo zawierające najmniejszą ilość kompozytu skrobi, podczas 6 miesięcy przetrzymywania w glebie, traciło około 16% masy składników łatwo degradowalnych (skrobia i gliceryna). Podobne wyniki otrzymano poddając folię o zawartości 6% skrobi trzynastomiesięcznemu działaniu środowiska morskiego [6], a przetrzymując takie samo tworzywo przez dwa lata w wysypisku odpadów komunalnych – biodegradacji uległo ok. 30% skrobi [5]. Próbkę tworzywa zawierającą 50% kompozytu skrobi, podczas sześciomiesięcznego działania środowiska glebowego, traciły średnio 23% suchej masy, co odpowiada 54% ubytkowi łącznej masy skrobi i gliceryny. W tworzywie, w którym ilościowy stosunek kompozytu skrobi do polietylenu wynosił 7:3, zawartość suchej masy zmniejszyła się o ok. 45%, co stanowi 77% masy składników łatwo degradowalnych. Zastosowany przed testem glebowym proces moczenia i prażenia, mający na celu mechaniczne rozluźnienie struktury materiału, nie wpłynął w sposób znaczący na przyspieszenie procesów degradacyjnych. Zwiększanie się ilości rozkłada-

nych substancji wraz ze wzrostem zawartości kompozytu skrobi w tworzywie można tłumaczyć większą ilością łatwo dostępnego dla drobnoustrojów węgla.

Tabela 1

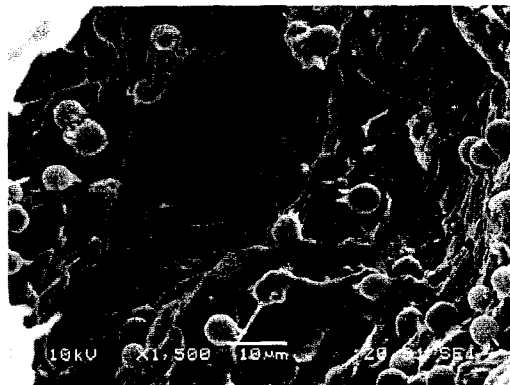
Średnie wartości wybranych parametrów tworzywa opakowaniowego o zróżnicowanej zawartości kompozytu skrobi, poddanego działaniu mikroflory glebowej przez określony czas.

Mean values of weight loss, elongation and tensile strength of various types of polyethylene films after exposure to soil microorganisms at given time.

Rodzaj próby/ Sample type	Zawartość kompozytu skrobi w tworzywie/ Starch composite content in polyethylene film	Czas działania mikroflory glebowej [miesiące]/ Time of exposure to soil microbes [months]	Średnie wartości ubytku suchej masy [%]/ Mean values of weight loss [%]	Średnie wartości wydłużenia przy zerwaniu [%]/ Mean values of elongation [%]	Średnie wartości wytrzymałości na rozciąganie [MPa]/ Mean values of tensile strength [MPa]
Próby nie prażone/ Non-roasted samples	30 %	0	0	54,40	9,45
		3	1,24	36,70	7,63
		6	3,59	27,80	8,16
	50 %	0	0	37,10	8,25
		3	9,14	8,70	5,73
		6	24,21	8,80	5,91
	70 %	0	0	16,90	8,46
		3	27,82	5,70	2,95
		6	46,67	5,70	3,27
Próby prażone roasted samples	30 %	0	0	34,30	9,45
		3	0,96	36,70	7,63
		6	3,69	18,60	8,19
	50 %	0	0	28,00	5,77
		3	17,04	8,70	5,73
		6	21,50	7,60	5,51
	70 %	0	0	16,40	3,32
		3	37,20	5,70	2,95
		6	41,40	5,30	2,77

Przeprowadzone w skaningowym mikroskopie elektronowym obserwacje próbek poddanych sześciomiesięcznemu działaniu mikroflory glebowej wykazały obecność zarodników grzybów, szczególnie licznych w tworzywie o 70% zawartości kompozytu skrobi (fot. 1).

Nasuwa się więc wniosek, iż miara biodegradacji, którą jest ubytek masy materiału jest obarczona błędem, albowiem pozostające w materiale drobnoustroje zaburzają rzeczywisty obraz ubytku masy samego materiału.



Fot. 1. Zdjęcie SEM przełomu poprzecznego tworzywa o 70% zawartości kompozytu skrobi, poddane- go sześciomiesięcznemu działaniu środowiska glebowego, przedstawiające obecność zarodni- ków grzybów wewnątrz tworzywa.

Phot. 1. SEM photograph of transverse break of blend film containing 70% of starch composite after six months of exposure to soil microorganisms showing fungal growth inside the film.

Właściwości mechaniczne. Wyniki przeprowadzonych pomiarów wartości wytrzymałości na rozciąganie oraz wydłużenia przy zerwaniu zaprezentowano w tab. 1.

Zastosowany, przed poddaniem materiału działaniu mikroflory glebowej, proces moczenia i prażenia wpływał w znaczący sposób na wyjściowe właściwości wytrzymałościowe badanych prób, przy czym zmiany uzależnione były od zawartości kompozytu skrobi w tworzywie. Tworzywo o najmniejszej zawartości skrobi charakteryzowało się mniejszym wydłużeniem (o ok. 40%) i taką samą wytrzymałością na rozciąganie, natomiast tworzywo o największej zawartości skrobi było tak samo elastyczne przed i po zabiegu moczenia i prażenia, jednakże było o ponad połowę mniej wytrzymałe na rozciąganie.

Po sześciomiesięcznym okresie przetrzymywania badanej folii w glebie, wytrzymałość tworzywa na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu zmniejszało się, a wielkość tych zmian uzależniona była od zawartości kompozytu skrobi w tworzywie. Próbki już po 3 miesiącach osiągały najmniejsze wartości wytrzymałości na rozciąganie. Wytrzymałość folii z nieprażonego tworzywa o najmniejszej zawartości skrobi zmniejszała się z 9,45 MPa do 7,63 MPa, a tworzywa o największej zawartości skrobi z 8,46 MPa do 2,95 MPa.

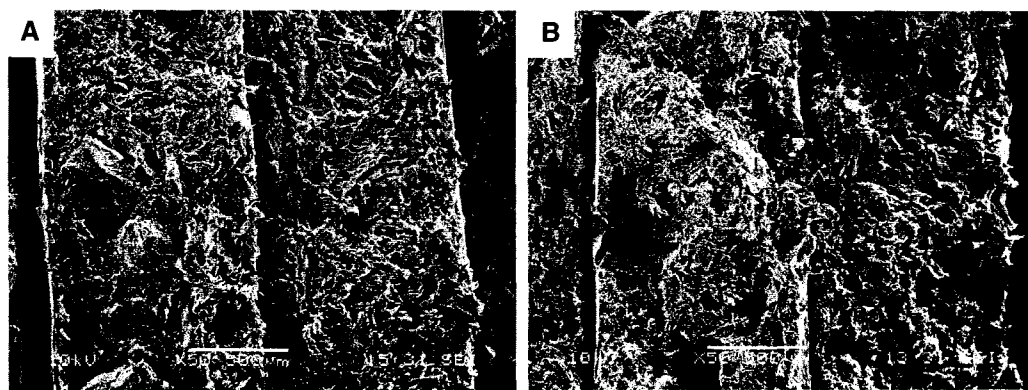
Wydłużenie przy zerwaniu tworzywa o średniej i dużej zawartości skrobi już po 3 miesiącach testu zmniejszyło się o około 70%, a dalsze przetrzymywanie w glebie nie powodowało zmian elastyczności.

Jedynie tworzywo o najmniejszej zawartości kompozytu skrobi, w czasie całego okresu przetrzymywania w glebie zmniejszyło swoją elastyczność z 54,4% przed testem, poprzez 36,7% po 3 miesiącach, do 27,8% wydłużenia przy zerwaniu po 6 mie-

siącach przetrzymywania w glebie. Badania innych autorów prowadzone z tworzywami o stosunkowo małej zawartości skrobi dowodzą zróżnicowania szybkości i stopnia degradacji, w zależności od zawartości skrobi i środowiska przetrzymywania [3, 5, 6, 27].

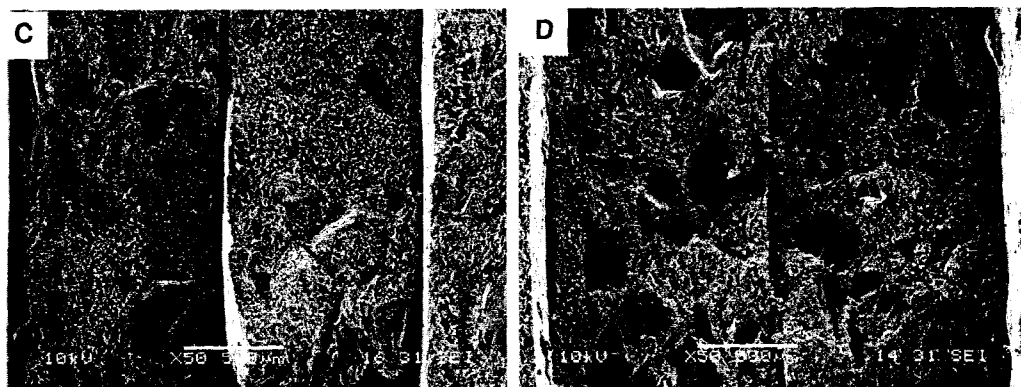
Proces prażenia i moczenia powodujący w większości przypadków obniżenie wyjściowych właściwości mechanicznych badanego tworzywa, nie przyczynił się do zwiększenia zakresu biodegradacji. Wpływał on jedynie na dynamikę zmian masy, wytrzymałości i elastyczności tworzywa zachodzących podczas przetrzymywania w glebie.

Badania mikroskopowe. Porównanie przełomów poprzecznych próbek, zawierających 50% (fot. 2) oraz 70% (fot. 3) kompozytu skrobi, wykonane w skaningowym mikroskopie elektronowym, przed testem glebowym i po nim, wykazały w obu przypadkach wyraźny ubytek części skrobiowej tworzywa po poddaniu go sześciomiesięcznemu działaniu bogatego mikrobiologicznie środowiska glebowego. Zawarta w tworzywie skrobia okazała się łatwo dostępnym źródłem węgla dla mikroorganizmów, które po jej zużycowaniu pozostawiły puste miejsca w matrycy polimerowej. Nieskrobiowa część tworzywa, po rozkładzie skrobi wykazuje rozluźnioną strukturę, powierzchnia materiału znacznie wzrasta i łatwiej może ulegać dezintegracji fizycznej i chemicznej oraz biodegradacji.



Fot. 2. Zdjęcia SEM przełomów poprzecznych tworzywa zawierającego 50% kompozytu skrobi: przed testem glebowym (fot. A) i po 6 miesiącach działania mikroflory glebowej (fot. B).

Phot. 2. SEM photographs of transverse break of blend films containing 50% of starch composite: before soil test (photofig. A) and after 6 months of exposure to soil microorganisms (photofig. B).



Fot. 3. Zdjęcia SEM przełomów poprzecznych tworzywa zawierającego 70% kompozytu skrobi: przed testem glebowym (fot. C) i po sześciu miesiącach działania mikroflory glebowej (fot. D).

Phot. 3. SEM photographs of transverse break of blend films containing 70% of starch composite: before soil test (photofig. C) and after six months of exposure to soil microorganisms – removal of starch composite (photofig. D).

Wnioski

1. Mikroorganizmami wyizolowanymi z tworzywa sporządzonego z kompozytu skrobi i polietylenu, poddanego działaniu środowiska glebowego przez okres trzech i sześciu miesięcy były: grzyby (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*), bakterie właściwe (*Bacillus*) i promieniowce (*Streptomyces*).
2. W wyniku biodegradacji, tworzywa poddane testowi glebowemu charakteryzowały się mniejszą wytrzymałością na rozciąganie, mniejszym wydłużeniem przy zerwaniu i posiadały mniejszą masę niż przed testem.
3. Znaczące zmiany właściwości mechanicznych, z wyjątkiem wartości wydłużenia przy zerwaniu, tworzywa prażonego o 30% zawartości kompozytu skrobi, nastąpiły już po trzech miesiącach trwania eksperymentu, wykazując niewielkie różnice po drugim okresie testu.
4. Ubytek zawartości suchej masy folii zależał od udziału kompozytu skrobi w tworzywie oraz od czasu przetrzymywania w glebie i wahał się od kilku procent w tworzywach zawierających 30% kompozytu skrobi (w obydwu okresach badawczych) do ok. 45% w tworzywach zawierających 70% kompozytu skrobi (po sześciu miesiącach testu). W wyniku zużycia przez drobnoustroje łatwo degradowalnej części tworzywa nastąpiło wyraźne rozluźnienie jego struktury, czyniąc je bardziej podatnym na dalsze procesy rozkładu.
5. Zastosowanie procesu moczenia i prażenia tworzywa przed poddaniem go półrocznemu działaniu środowiska glebowego nie doprowadziło do zwiększenia stopnia jego degradacji.

Literatura

- [1] Albertson A.-Ch.: Biodegradation of polymers in: Handbook of polymer degradation, eds. Hamid S.H., Amin M.B., Maadhah A.G., Marcel Dekker Inc., New York 1992, 345.
- [2] Arevalo-Nino K., Sandoval C.F., Galan L.J., Imam S.H., Gordon S.H., Greene R.V.: Starch – based extruded plastic films and evaluation of their biodegradate properties. *Biodegr.*, **7**, 1996, 231.
- [3] Barak P., Coquet Y., Holbah T., Molina J.A.E.: Biodegradability of polyhydroxybutyrate (co-hydroxyvalerate) and starch – incorporated polyethylene plastic films in soils. *J. Environ. Quality*, **20**, 1991, 173.
- [4] Breed R.S., Murray E.G.D., Smith N.R.: Bergey's manual of determinative bacteriology, The Williams&Wilkins Company, Baltimore 1957.
- [5] Breslin V. T.: Degradation of starch-plastic composites in a municipal solid waste landfill. *J. Environ. Polym. Degr.*, **1**, 1993, 127.
- [6] Breslin V. T., Boen Li.: Weathering of Starch – Polyethylene Composite Films in the Marine Environment. *J. Environ. Polym. Degr.*, **48**, 1993, 2063.
- [7] Fanta G.F., Swanson C.L., Doane W.M.: Complexing between starch and poly(ethylene-co-acrylic acid) – a comparison of starch varieties and complexing conditions. *Carbohydr. Polym.*, **17**, 1992, 51.
- [8] Fritz H. G., Widmann B.: Der Einsatz von Stärke bei der Modifizierung synthetischer Kunststoffe. *Starch*, **45**, 1993, 314.
- [9] Gilman J.C.: A manual of soil fungi, The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA 1971.
- [10] Golachowski A., Leszczyński W.: Właściwości tworzywa sporządzonego z polietylenu i skrobi modyfikowanych chemicznie. *Żywność. Technologia. Jakość*, **4 (13)**, 1997, 16.
- [11] International Biodeterioration Bulletin, The University of Aston in Birmingham, England, **10**, 1974, 1.
- [12] Kamiński Z.: Stan środowiska w Polsce. Raport Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, Warszawa 1998.
- [13] Kim M., Pometto A.L.: Food packing potential of some novel degradable starch – polyethylene plastic. *J. Food Protect.*, **57**, 1994, 1007.
- [14] Kozłowski M.: Podstawy recyklingu tworzyw sztucznych. Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1998.
- [15] Leszczyński W.: Biodegradowalne tworzywa opakowaniowe. *Biotechn.*, **2(45)**, 1999, 50.
- [16] Leszczyński W.: Możliwości stosowania tworzyw biodegradowalnych w produkcji opakowań. Materiały II Konferencji Naukowej „Recykling Tworzyw Sztucznych” Jeseník (Czechy), 2000, 153.
- [17] Libudzisz Z., Kowal K.: Mikrobiologia techniczna. Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000.
- [18] Ramesh M.V., Saha B.C., Mathupala S.P., Podkovyrov S., Zeikus G.: Biodegradation of starch and α -glycan polymers. In: *Biochemistry of microbial degradation*, ed. Ratledge C. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1994, 313.
- [19] Raper K.B., Fennel D.J.: The genus *Aspergillus*, The Williams&Wilkins Company, Baltimore 1965.
- [20] Raper K.B., Thom Ch., Fennel D.J.: A manual of the Penicillia, Hafner Publishing Company, New York 1968.
- [21] Singleton P.: Bakterie w biologii, biotechnologii i medycynie. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2000.
- [22] Stepaniak L.: Opakowania biodegradowalne na bazie skrobi. *Przem. Spoż.*, **10**, 1999, 18.
- [23] Szostak-Kotowa J., Woźniakiewicz T.: Wpływ mikroflory glebowej na rozkład folii opakowaniowych z tworzyw sztucznych. *Zesz. Nauk. AE w Krakowie*, **510**, 1998, 47.
- [24] Trznadel M.: Biorozkładalne materiały polimerowe. *Polim., Tworz. wielkocz.*, **9**, 1995, 485.

- [25] Walkowski A., Lewandowicz G., Fornal J.: Tworzywa biodegradowalne na bazie skrobi. *Opak.*, 3, 1995, 16.
- [26] Walkowski W., Lewandowicz G.: Tworzywa ekologiczne na bazie surowców skrobiowych. *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 7, 1994, 15.
- [27] Zięba T., Gołachowski A., Gryszkin A.: Zmiany właściwości tworzywa biodegradowalnego zachodzące podczas przetrzymywania w różnych środowiskach. *Materiały II Konferencji Naukowej „Recykling Tworzyw Sztucznych”* Jeseník (Czechy), 2000, 163.

BIODEGRADATION OF BLEND FILM COMPOSED OF SYNTHETIC POLYMERS AND POTATO STARCH

S u m m a r y

Blend film was investigated. The influence of three and six months exposure to soil environment on selected characteristics of blend film was studied. Results indicated, that in two chosen experimental periods soil microorganisms, especially belonging to 6 fungal and bacterial genera: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Bacillus* and *Streptomyces*, were able to lower, in comparison with control samples, tensile strength, elongation and weight loss values in all tested samples. Soaking and roasting did not increase biodegradation rate during both periods of soil burial. ☒