

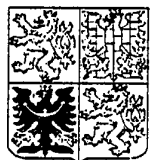
PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

279 858

ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLUVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **5712-90**

(22) Přihlášeno: 20. 11. 90

(40) Zveřejněno: 17. 06. 92

(47) Uděleno: 25. 05. 95

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 12. 07. 95

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. ⁶:

C 08 L 23/02

C 08 K 5/103

// (C 08 K 5/103,

C 08 K 5:524)

(73) Majitel patentu:

POLYMER INSTITUTE BRNO spol. s r.o.,
Brno, CZ;

(72) Původce vynálezu:

Sedlář Jiří ing. CSc., Brno, CZ;
Pospíšil Ladislav RNDr. CSc., Brno, CZ;
Tocháček Jiří RNDr. CSc., Brno, CZ;
Pác Jiří ing. CSc., Brno, CZ;
Šula Karel ing., Brno, CZ;

(54) Název vynálezu:

Biodegradovatelný polyolefin

(57) Anotace:

Polyolefin, který je degradovatelný pomocí půdních bakterií, je složen z polypropylenu nebo polyethylenu nebo kopolymeru propylen - ethylen s obsahem ethylenu od 0,5 do 38 % hmot. nebo kopolymeru ethylenu s α -olefiny o počtu uhlíků od C₄ do C₁₂ s obsahem v rozmezí 0,3 až 15 % hmot. a z 0,5 až 30 % hmot. minerálního plniva o velikosti částic do 25/ μ m, 0,1 až 5 % hmot. lipidů rostlinného nebo syntetického původu s jednou nebo více dvojnými vazbami v molekule a 0,01 až 1 % hmot. hydrolyzovatelných nefenolických fosfitových stabilizátorů. Je výhodné, když je polyolefin alespoň jednostranně dloužen a obsahuje do 1 % hmot. solí nebo komplexů kovů s přechodnou valencí, které jsou naneseny spolu s lipidy na částice plniva.

CZ 279 858 B6

Biodegradovatelný polyolefin

Oblast techniky

Vynález se týká polyolefinů snadno degradujících vlivem půdních bakterií, enzymů, hub, tepla, světla a kyslíku.

Dosavadní stav techniky

Problém zabezpečení biodegradovatelnosti plastů je mimořádně důležitý u materiálů, jejichž organizovaný sběr a následná recyklace eventuálně spalování jsou obtížně zajistitelné nebo nemožné. Týká se to zejména domácích odpadů, které se těžko identifikují a třídí, dále potom plastů, jejichž charakter aplikace takový sběr neumožňuje (tj. sádkové košíky, některé zemědělské aplikace, geotextilie a podobně).

Běžným způsobem stabilizované plasty degradují dříve nebo později vlivem ultrafialového záření, kyslíku a tepla. Doba, za kterou u takových plastů dojde ke ztrátě mechanických vlastností a k postupnému rozpadu, je podle typu stabilizace většinou otázkou několika měsíců až let, pokud jsou výrobky vystaveny vlivu shora zmíněných deterio-genů. Jestliže je však vliv deterio-genů omezen, jako je tomu při uložení výrobku do země (půdní aplikace, kompostování odpadů), potom čas potřebný k desintegraci výrobku a jeho bakteriologickému strávení se odhaduje na mnoho desítek až několik stovek let.

Vzhledem k tomu, že naprostá většina synteticky připravených makromolekulárních látek je pro bakterie neakceptovatelná, řeší se tento problém buď přípravou speciálních polymerů syntetizovaných k tomuto účelu (3-hydroxybutyrát-3-hydroxyvalerát kopolymer), nebo přidávkem biodegradovatelných látek (například škrobu) do polymeru. Posledně zmíněný přístup je v současné době nejrozšířenější a speciálně upravený škrob (vysušený a silanizovaný) je předmětem řady patentů.

Je-li polymer obsahující škrob v kontaktu s půdními bakteriemi, dochází k selektivnímu napadení škrobových zrn mikroorganismy a jeho postupnému strávení. Polymerní matrice se tak výrazně naruší a zvětší se její povrch. Se škrobem se do polymeru obvykle přidávají i určitá množství nenasycených karboxylových kyselin s dlouhým uhlíkatým řetězcem často ve formě přírodních rostlinných olejů - lipidů. Za přítomnosti stopových kovů obsažených v půdě dochází k oxidaci těchto lipidů, tvorbě hydroperoxidů, a tím k iniciaci oxidační destrukce polymeru samotného. Dojde k postupné ztrátě mechanických vlastností materiálu a k vytvoření kratších makromolekul s polárními skupinami, které již mohou být mikroorganismy metabolizovány. Materiál tak pozvolna ztrácí svoji integritu a je postupně vstřebáván do půdy. Celý proces je podle údajů výrobců možno vhodným výběrem lipidů, koncentrace škrobu a stopových kovů načasovat tak, že proběhne během několika měsíců až let.

Nevýhoda dosavadních řešení spočívá jednak v tom, že úprava škrobu k tomuto účelu je poměrně nákladná a dále v tom, že škrob jako biologický prodegradant je možno použít pouze pro výrobky

z polyetyleny. Při vyšších teplotách zpracování než 230 °C dochází totiž k termickému rozkladu škrobu, takže tento způsob nelze aplikovat například pro polypropylen, jehož teploty zpracování dosahují běžně až 270 °C i více.

Uvedené nedostatky jsou odstraněny u biodegradovatelných polyolefinů podle tohoto vynálezu.

Podstata vynálezu

Předmětem vynálezu je biodegradovatelný polyolefin, obsahující 0,5 až 30 % hmot. minerálního plniva o velikosti částic do 25 μm , 0,1 až 5 % hmot. lipidů a 0,01 až 1 % hmot. hydrolyzovatelných nefenolických fosfitových stabilizátorů.

Biodegradovatelnost polyolefinu podle tohoto vynálezu lze zvýšit alespoň jednostranným dlužením, přidavkem až 1 % hmot. soli nebo komplexů kovů s přechodnou valencí a s výhodou modifikací povrchu plniva lipidy a nebo solemi nebo komplexy kovů s přechodnou valencí.

Označením polyolefin je míněn homopolymer propyleny, homopolymer ethyleny, kopolymer propylen-ethylen statistický nebo blokový s obsahem ethyleny od 0,5 do 30 % hmot. nebo kopolymery ethyleny s α -olefiny o počtu uhlíku od C_4 do C_{12} , přičemž jejich obsah se pohybuje v rozmezí 0,3 až 15 % hmot. Tyto polymery jsou získávány pomocí Ziegler-Nattových katalytických systémů a jejich relativní molekulová hmotnost je v rozmezí 10 000 až 2 000 000; polymery vykazují index toku 0,1 až 15 dg/min.

Plnivem se rozumí minerální anorganický jemně mletý materiál, velikost jeho částice se pohybuje v rozmezí od 0,5 do 25 μm , bez povrchové úpravy i s povrchovou úpravou. Nejlépe použitelný se jeví uhličitán vápenatý, mastek, dolomit aj. Souhrnným názvem lipid se v tomto případě označují nenasycené karboxylové kyseliny C_{10} až C_{30} rostlinného nebo syntetického původu s jednou nebo více dvojnými vazbami v molekule. Tyto jsou dále upraveny syntetickou cestou na estery vyšších alkoholů C_4 - C_{20} , amidy, anorganické soli a podobně. Příklady vhodných lipidů jsou butylestery nebo pentaerytritylestery kyselin sojového nebo lněného nebo řepkového oleje. Z důvodu zabezpečení zpracovatelnosti je polymer stabilizován fosfitickým stabilizátorem. Po zpracování, kdy stabilizátor již ztrácí svůj význam, je naopak žádoucí, aby co nejrychleji ztratil svoji účinnost. Tento požadavek splňuje snadno hydrolyzovatelné nefenolické fosfity, které se v přítomnosti vzdušné nebo půdní vlhkosti díky nevratnému rozpadu své molekuly stávají neaktivními. Příklady vhodných komerčních fosfitických stabilizátorů jsou například distearyl-pentaerythryldifosfit nebo dilauryl-pentaerythryldifosfit. Rychlost termooxidace polymeru lze dále zvýšit i přítomností iontů kovů s přechodnou valencí v polymeru. Je známo, že zejména ionty manganu, niklu nebo kobaltu vykazují v polymeru silný prodegradační efekt. Tyto kovy mohou být do polymeru zavedeny buď v podobě kovových solí karboxylových kyselin (například stearát manganatý), nebo v podobě komplexů (například laurylxanthát kobaltnatý). Při výrobě polymeru potom mohou být tyto přímo zahrnuty do polymeru nebo

jimi může být impregnováno plnivo. Vlastní impregnace, stejně jako v případě lipidů, je s výhodou provedena rozpuštěním požadované složky v těkavém rozpouštědle a nanesením takto připraveného roztoku na plnivo. Po odpaření rozpouštědla je tak získáno plnivo se zvýšenou prodegradační povrchovou aktivitou.

S překvapením se zjistilo, že je-li polyolefin podle vynálezu bez modifikace nebo podrobený orientaci, ať již biaxiální nebo monoaxiální, stává se biodegradovatelným. Pokud některý ze shora uvedených faktorů chybí, tj. není-li použito anorganického plniva a nebo nenasycené kyseliny nebo jejího derivátu, je-li místo hydrolyzovatelného fosfitu použit fosfit nehydrolyzovatelný nebo fosfit obsahující fenolickou funkci, potom sklon k biodegradovatelnosti je nižší nebo zcela vymizí.

Při výrobě, zejména tenkostěnných orientovaných výrobků jako orientované pásy, fólie a vlákna, dochází u takto plněného polymeru ke zvětšení povrchu v důsledku heterogenních částic obtékajících během orientace polymerní matricí. Tím se vytvoří situace do jisté míry analogická té, která nastane po strávení částic škrobu bakteriemi. Výhoda je spatřována v tom, že tato struktura je vytvořena bezprostředně při výrobě a není tedy třeba čekat na aktivitu mikroorganismů. Metoda je přitom použitelná i pro polymery s vyšší zpracovatelskou teplotou než je teplota rozkladu škrobu (například polypropylen), protože není limitována degradační plnivem. Minerální částice obsahují kromě vlastního plniva i stopová množství kovů, zejména manganu a železa, která katalyzovanou oxidací urychlí. Jejich množství v plnivu je však proměnlivé a tak lze tyto iniciátory přidávat do polymeru ve stanoveném množství v podobě kovových solí nebo komplexů. Tyto mohou být vnášeny do polymeru buď přímo kompaundováním, nebo nanesením na povrch použitého plniva. Tímto způsobem se potom vytvoří podmínky pro katalyzovanou oxidaci přítomného lipidu a další proces je potom již analogický oxidaci materiálů plněným škrobem. V našem případě je oxidabilita materiálů dále podpořena tím, že jako procesní anti-oxidant je použit hydrolyzovatelný, nefenolický fosfit, který se záhy po styku s půdní nebo vzdušnou vlhkostí rozloží na oxidačně již neaktivní produkty. Takto nechráněný polymer, iniciovaný oxidujícím se lipidem, stárne několikanásobně rychleji než nestabilizovaný polyolefin a řádově rychleji než polyolefin běžně stabilizovaný. Zoxidovaný materiál se potom stává potravou pro půdní bakterie, enzymy, inseky i hlodavce.

Materiály lze připravit běžnou kompaundovací technologií, která se používá pro výrobu granulátů z polyolefinů. Ani další zpracování těchto biologicky aktivních granulátů na výrobek nevyžaduje speciální strojové vybavení a lze jej tedy provádět na zařízeních běžně používaných pro zpracování polyolefinů. Jiný způsob přípravy předpokládá impregnaci plniva některou z přítomných složek s jeho následným zahrnutím do polymeru. Impregnace v praxi se provádí buď natavením požadované látky na povrch plniva, kdy obě zmíněné látky jsou za sucha míchány v mísiči a třením vzniklé teplo roztaví impregnovanou složku, nebo smísení jejího roztoku s plnivem a následným odpařením. S výhodou jsou k tomuto účelu používána organická rozpouštědla jako aceton, chloroform nebo hexan, která mohou být z plniva snadno odpařena.

Uvedená modifikace nezpůsobuje změnu mechanických vlastností výrobku vzhledem ke srovnatelným výrobkům z běžných polyolefinů.

Vynález nejlépe osvětlí následující příklady. % v příkladech jsou relativní, není-li uvedeno jinak.

Příklad 1

Na dvojšnekovém extrudéru typu Werner-Pfleiderer byl připraven granulát o složení uvedeném v tabulce 1. Výsledný granulát měl hodnotu tavného indexu 4,2 dg/min.

Granulát byl dále zpracováván na zařízení Lenzing na orientované pásy 850 dtex. Výsledný stupeň orientace byl 1:6,5. Mechanické parametry těchto pásků se prakticky nelišily od pásků vyrobených ze standardního polypropylenu (pevnost v tahu 4,0 kN/dtex, tažnost 28 %). Z toho vyplývá, že za podmínek zpracování, tj. při krátkodobé expozici vysoké teplotě při nedostatku kyslíku nedochází k výraznějšímu odbourání než u běžných typů polypropylenu.

Podstatně odlišné chování je však možno pozorovat při termooxidačním namáhání materiálu již při poměrně nízkých teplotách, avšak za dostatečného přístupu kyslíku (viz tabulka 2). Zde se ukazuje, že polypropylen upravený způsobem popsaným v tomto příkladu podléhá termooxidaci asi pětikrát rychleji než zcela nestabilizovaný polymer. Lze odhadnout, že při teplotě 20 °C dojde ke zkřehnutí a postupnému rozpadu materiálu v intervalu 2 až 2,5 roku.

Také fotooxidační stabilita je u vzorku aditivovaného podle předloženého vynálezu výrazně nižší než u standardního polypropylenu. Dokazují to hodnoty měření pevnosti orientovaných pásků připravených postupem uvedeným v tomto příkladu. Pásy byly vystaveny účinkům silného UV záření v testovacím zařízení Xenotest 450 (viz tabulka 3).

Biodegradabilita vzorků získaných podle tohoto vynálezu byla hodnocena podle ASTM G21-70.

V tomto testu je vzorek uložen na živnou půdu na bázi agaru a na povrch je nanášena bakteriální suspenze. K testu je použito kmenů *Aspergillus niger*, *Penicillium funiculosum*, *Chaetomium globosum*, *Gliocaldium virens* a *Aureobasidium pullulans*. Naočkované zkušební vzorky jsou inkubovány při 28 až 30 °C, relativní vlhkosti přesahující 85 % po dobu 22 dnů. Růst mikroorganismů se zaznamenává každý týden. Stupeň množení je klasifikován číselně podle následujících kritérií: žádné, 0; stopy (10 %), 1; slabé (10 až 30 %), 2; střední (30 až 60 %), 3; výrazné (60-úplné zakrytí povrchu) a velmi výrazné (úplné zakrytí povrchu vzorku), 4.

Příklad 2

Granulát byl připraven postupem popsaným v příkladu 1, složení podle tabulky 1. Na zařízení Plastic Maschinenbau byla z granulátu připravena výfuková fólie o tloušťce 30 mikrometrů.

Thermooxidační stabilita materiálu byla ještě nižší než u vzorku připraveného podle příkladu 1 (viz tabulku 2). Citlivost vůči mikroorganismům však zůstala nezměněna.

Příklad 3

Granulát byl připraven a zpracován postupem popsaným v předchozím příkladu. Fólie, která byla připravena, měla tloušťku 50 mikrometrů. Citlivost vůči vlivu teploty a mikroorganismům zachycují tabulky 2 a 4.

Příklad 4

Granulát o složení podle tabulky 1 byl vyroben a zpracován postupem popsaným v příkladu 1. Jak je patrné z výsledků měření thermooxidační stability (tabulka 2), vede přidavek manganaté soli ještě k dalšímu snížení thermooxidační odolnosti, avšak citlivost vůči bakteriím zůstává neovlivněna (tabulka 4).

Příklad 5

Granulát o složení udaném v tabulce 1 byl připraven a zpracován s použitím fosfitového stabilizátoru obsahujícího fenol podle postupu popsaného u příkladu 2, přičemž byla vyrobena fólie o tloušťce 30 mikrometrů. Thermooxidační stabilita materiálu vzrostla osminásobně vzhledem ke vzorkům stabilizovaným alifatickým fosfitem (viz tabulka 2). Také citlivost vůči bakteriálnímu napadení se snížila (tabulka 4).

Příklad 6

Granulát i fólie byly připraveny podle postupu popsaného v předchozím příkladě s použitím fenolického stabilizátoru. I v tomto případě došlo k výraznému vzrůstu thermooxidační stability (tabulka 2) a poklesu citlivosti vůči bakteriím (tabulka 4).

Příklad 7

Granulát o složení uvedeném v tabulce 1 byl zpracován na orientované pásy 850 dtex podle postupu popsaného v příkladu 1. Pásy vykazovaly pevnost v tahu 4,3 kN/dtex a tažnost 26 %. Hodnoty thermooxidační stability a bakteriální odolnosti zachycují tabulky 2 a 4.

Příklad 8

Granulát o složení uvedeném v tabulce 1 byl zpracován na orientované pásy 830 dtex podle postupu popsaného v příkladu 1. Pásy vykazovaly pevnost v tahu 4,1 kN/dtex a tažnosti 29 %. Hodnoty thermooxidační stability a bakteriální odolnosti zachycují tabulky 2 a 4.

Příklad 9

Granulát o složení podle tabulky 1 byl zpracován na orientované pásky 880 dtex podle postupu popsaného v příkladu 1. Zvýšení obsahu plniva vedlo k částečnému snížení pevnosti (3,6 kN/dtex) a tažnosti (23 %) pásků. Došlo ke snížení thermooxidační stability (tabulka 2), avšak bakteriální odolnost zůstala stejná jako u příkladu 1.

Příklad 10

Polyethylenový prášek (pro charakteristiky viz legenda tabulky 1) byl granulován na dvojšnekovém extrudéru typu Werner-Pfleiderer s 15 % hmot. plniva a dalšími přísadami (tabulka 1). Na zařízení Plastic Maschinenbau byla z granulátu připravena fólie o tloušťce 20 mikrometrů.

Při expozici v sušárně při 90 °C ztrácí tato fólie 50 % své tažnosti během třídní expozice, zatímco srovnávací vzorek z téhož polymeru, avšak běžně stabilizovaný (0,05 % hmot. tetrakis-[methylen-3-(3,5-di-t-butyl-4-hydroxyfenyl) propionát] methan a 0,15 % tris (2,4-di-t-butylfenyl)fosfit) zachovává své mechanické vlastnosti ještě po 20 dnech expozice.

Při uložení fólie do půdy (hloubka 30 cm) je možno již po 3 měsících pozorovat změny mechanických vlastností vzhledem ke standardu (viz tabulka 5).

Příklad 11

Polypropylen s plnivem a antioxidantem (viz tabulka 1) byl granulován a zpracován postupem popsaným v příkladu 1. Absence lipidu způsobila zvýšení thermooxidační stability a zvýšení odolnosti proti účinku mikroorganismů (viz tabulka 2 a 4).

Příklad 12

Polypropylen bez přísady plniva, avšak stabilizovaný a s přídatkem lipidu byl zpracován postupem popsaným v příkladu 1. Materiál vykazoval thermooxidační odolnost a malou afinitu k mikroorganismům (tabulka 2 a 4).

Příklad 13

Polypropylen s přísadou plniva i lipidu (složení viz tabulka 1) byl zpracován na granulát postupem popsaným v příkladu 1. Z granulátu byly lisováním připraveny fólie o tloušťce 50 μm. Materiál vykazoval vyšší citlivost vůči mikroorganismům než materiál bez lipidu, avšak nedosáhl citlivosti dosažené při použití stejného složení v kombinaci s dloužením (tabulka 4).

Příklad 14

Materiál připravený zahnětením plniva impregnovaného stearátem manganatým do polypropylenu (celkové složení viz tabulka 1) byl zpracován na granulát a testován stejně jako v příkladu 1. Jeho thermooxidační stabilita stejně jako citlivost k mikroorganismům se blížila vzorku z příkladu 4.

Příklad 15

Polypropylen s přísadou aditiv (složení viz tabulka 1) byl zpracován a testován stejně jako v příkladu 1. Snížený obsah plniva, lipidů a nepřítomnost akcelerátorů snížily thermooxidační odolnost a odolnost vůči bakteriím ve srovnání s nestabilizovaným vzorkem jen nevýrazně (viz tabulka 2, 4).

Příklad 16

Polypropylen (se složením uvedeným v tabulce 1) byl zpracován a hodnocen stejným způsobem jako v příkladu 1. Z výsledků uvedených v tabulkách 2, 4 je patrné, že uvedený typ je díky relativně vysokému obsahu lipidů a akcelerátoru a nízkému obsahu stabilizátoru vysoce náchylný k termické i biologické degradaci.

Příklad 17

Materiál připravený zahnětením plniva impregnovaného butylesterem kyselin sojového oleje (složení viz tabulka 1) do polypropylenu byl testován a zkoušen stejně jako v příkladu 1. Výsledky v tabulkách 2, 4 ukazují, že při použití plniva impregnovaného lipidem je účinnost pouze nepatrně nižší než při použití přímého kompaundování jednotlivých složek systému.

Tabulka 1

Složení směsí

Příklad	Polymer	(%) hmot. Plnivo	Antioxidant	Lipid	Akcelerator
1	PP	A(10)	D(0,2)	G(2)	-
2	PP	B(10)	D(0,2)	G(2)	-
3	PP	C(10)	D(0,2)	G(2)	-
4	PP	A(10)	D(0,2)	G(2)	J(0,1)
5	PP	A(10)	E(0,2)	G(2)	-
6	PP	A(10)	F(0,2)	G(2)	-
7	PP	A(10)	D(0,2)	H(2)	-
8	PP	A(10)	D(0,2)	I(2)	-
9	PP	A(20)	D(0,2)	G(2)	-
10	PE	A(15)	D(0,15)	G(2)	-
11	PP	A(10)	D(0,2)	-	-
12	PP	-	D(0,2)	G(2)	-
13	PP	A(10)	D(0,2)	G(2)	-
14	PP	A(30)	D(0,2)	G(2)	J(0,1)
15	PP	A(2)	D(0,9)	G(0,2)	-
16	PP	A(5)	D(0,03)	G(4)	J(0,8)
17	PP	A(10)	D(0,2)	G(2)	-

PP - homopolymer propylenu, tavný index = 2,0 dg/min

PE - kopolymer ethylenu s 0,2 % hmot. butenu, tavný index

= 0,14 dg/min, hustota 954 kg/m³

A - mikromletý vápenec bez povrchové úpravy, d₉₇ = 10 μm

B - mikromletý magnesit, bez povrchové úpravy, d₉₇ = 10 μm

C - mastek, bez povrchové úpravy, d₉₇ = 40 μm

D - pentaerythritylidistearylidifosfit

E - pentaerythritylbis(2,4-di-terc.butylfenyl)difosfit

F - 2,6-di-terc.butyl-4-methyl-fenol

G - butylester kyselin sojového oleje

H - lněný olej

I - řepkový olej

J - stearan manganatý

Tabulka 2. Thermooxidační stabilita PP vzorků měřená v otevřených zkumavkách při 70 °C (IP70) a 80 °C (IP80). Vzorky ve formě 0,5 mm lisovaných fólií.

Příklad	IP80 (dny)	IP70 (dny)
nestabiliz. PP	30	62
1	5	11
2	2	5
3	7	15
4	1,5	4
5	40	75
6	35	72
7	6	13
8	4	10
9	3	7
11	15	35
12	10	22
13	6	18
14	2	5
15	25	58
16	3	8
17	4	10

měří se doba expozice při dané teplotě potřebná k tomu, aby vzorek praskl při ohybu 90° o hranu zkumavky

Tabulka 3. Hodnoty tažnosti orientovaných PP pásků vystavených účinkům UV záření v Xenotestu 450

Doba expozice (hod)	Tažnost (%)	
	Vzorek dle příkladu 1	Standardní PP
0	27,9	29,1
47	23,6	27,2
65	20,5	25,9
88	18,7	24,1
112	16,3	23,1
202	6,4	18,9

Tabulka 4. Afinity vzorků polypropylenu k mikroorganismům měřeno dle ASTM G21-70)

Příklad	Růst organismů
0*	1
1	3-4
2	3
3	3
4	3
5	2
6	1-2
7	4
8	4
9	4
11	1
12	2
13	2-3
14	3
15	2
16	4
17	3

* standardní polypropylen (Mosten 58.412)

Tabulka 5. Změna tažnosti HDPE fólie při biologickém stárnutí v půdě.

Měsíce	% tažnosti vzhledem k počáteční hodnotě	
	Vzorek	Standard
2	90	100
4	60	100
6	12	100

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Biodegradovatelný polyolefin, v y z n a č u j í c í s e t í m, že je složen z polypropylenu nebo polyethylenu nebo kopolymeru propylen-ethylen s obsahem ethylenu od 0,5 do 30 % hmot. nebo kopolymeru ethylenu s α -olefiny o počtu uhlíků C_4 do C_{12} s obsahem v rozmezí 0,3 až 15 % hmot. a z 0,5 až 30 % hmot. minerálního plniva o velikosti částic do 25 μm , 0,1 až 5 % hmot. lipidů rostlinného nebo syntetického původu s jednou nebo více dvojnými vazbami v molekule a 0,01 až 1 % hmot. hydrolyzovatelných nefenolických fosfitových stabilizátorů.
2. Biodegradovatelný polyolefin podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že je alespoň jednostranně dloužen.
3. Biodegradovatelný polyolefin podle nároků 1 nebo 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že obsahuje do 1 % hmot. soli nebo komplexů kovů s přechodnou valencí.
4. Biodegradovatelný polyolefin podle nároků 1, 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že povrch minerálního plniva je modifikován lipidy a/nebo solemi nebo komplexy kovů s přechodnou valencí.

Konec dokumentu
