

Sokféle alkalmazás – sokféle polietilénfólia

A polietilénfóliákat sokféle célra alkalmazzák a csomagolásoktól a mezőgazdaságig. A fóliák alkalmazástól függő tulajdonságait – többek között élettartamát – adalékokkal állítják be. Speciális tulajdonságok eléréséhez esetenként célszerű többrétegű fóliákat alkalmazni.

Tárgyszavak: polietilénfólia; műanyag-alkalmazások; mezőgazdaság; UV-stabilitás; adalékok; csomagolás; orvostechika.

A polietilénfóliák alkalmazási területe rendkívül széles. Elég, ha arra gondolunk, hogy hányféle áruféleség csomagolására használják, de jelentős és sokféle a mezőgazdasági alkalmazása is. Alkalmazási területenként különböző tulajdonságprofilú fóliákra van szükség, amelyeket általában adalékanyagokkal állítanak elő. Az alkalmazandó adalékok kiválasztását, mennyiségét, esetleg különböző tulajdonságú fóliák kombinálását, mindig az elérendő funkciók alapján kell meghatározni.

Többfunkciós, speciális polietilénfóliák

Van számos olyan csomagolási terület, ahol többfunkciós speciális fóliára van szükség. Például az antimikrobiális fóliának gyakran antisztatikusnak és/vagy transzparensnek is kell lennie. *Az antimikrobiális hatás eléréséhez legtöbbször ezüstöt használnak, de a cink is alkalmas erre.* Annak érdekében, hogy az adalék tartósan fejtse ki hatását, ne lépjen fel kivérzés, az ezüstöt és a cinket dendrites (elágazó) polimer hordozóra viszik fel, és így fémhibrid formájában adagolják. A cinktartalmú antisztatikus fólia transzparens is, míg az ezüsttel nyilván nem lehet átlátszó fóliát előállítani. Ahol azonban gombaölő (fungicid) hatás a cél, ott mindenképpen ezüstöt használnak.

Egy vizsgálatsorozatban az antibakteriális és fungicid hatást a *DIN EN ISO 22196* szabvány szerint vizsgálták, amelyben a fólia 5x5 cm-es darabjára baktérium-szuszpenziót vittek fel, majd 2x24 óra után megállapították a túlélő baktériumok számát. Az eredmények szerint az ezüst-, ill. cinkionokat tartalmazó fóliákban a baktériumok száma jelentősen csökkent.

A kétféle antimikrobiális adalékot más adalékanyagokkal, antisztatikummal, vagy vezetőképes adalékokkal kombinálva többfunkciós fólia fejleszhető ki, amelyek néhány receptúráját az *1. táblázat* foglalja össze. Antisztatikumként fibrilláló anyagot használtak, ugyanis a fibrillák által alkotott hálózat adja a permanens antisztatikus hatást. Azt is megállapították, hogy a két adalékanyag, az antimikrobiális hatás elérésére

használt fémhibrid és az antisztatikum erősíti egymás hatását. Vezetőképes fóliát szferoid alakú szénadalékkal állították elő. Ebben az esetben azonban nem lép fel szinergia, sőt az antibakteriális adalékból nagyobb mennyiségre van szükség, mivel a fémionok egy része a szénhez kötődik, ami csökkenti a hatást.

1. táblázat

Különböző funkcionális fóliák összetétele és tulajdonságai

Minta jele	Tulajdonság	Adalék	Szín	Típus	Ellenállás OW*, ill. DW**
Alap 1	antibakteriális	Ag Zn	sötétzöld átlátszó	egyrétegű	
Alap 2	antibakteriális fungicid	Ag	sötétzöld/ barna	egyrétegű	
A receptúra	antibakteriális antisztatikus transzparens	Zn + antisztatikum	transzparens	egyrétegű vagy többrétegű	OW: 10^{10} – 10^{11} DW: 10^{10} – 10^{12}
B receptúra	antibakteriális vezetőképes	Ag vagy Zn + szferoid szén	fekete	többrétegű	OW: 10^4 – 10^5 DW: 10^5 – 10^6
C receptúra	antibakteriális vezetőképes transzparens	Ag vagy Zn + CNT bevonat	transzparens	több réteg bevonatolással	OW: 10^3 – 10^4

* OW: Fajlagos felületi ellenállás *DIN IEC 60093* szerint, ohm.

** DW: Fajlagos térfogati ellenállás *DIN IEC 60093* szerint, ohm.cm.

Módot ad a többféle funkció bevitelére a többrétegű fólia is, ahol egy-egy réteg általában más-más adalékot tartalmaz. A kétrétegű szerkezet kedvezőbb a mechanikai tulajdonságok szempontjából is, mert bizonyos mértékig kompenzálja az adalékok kedvezőtlen hatását a mechanikai tulajdonságokra. A rétegek jó tapadását már egy vékony réteg tiszta (adalék nélküli) PE-LD is biztosítja.

A vezetőképes antibakteriális fóliánál is megoldást jelent a kétrétegű fólia. A szénadalékot mindkét réteg tartalmazta, az antimikrobiális hatású fémhibridet azonban csak az egyik rétegbe adagolták. Kimutatták, hogy ebben az esetben jobb antimikrobiális hatást értek el annál, mintha ugyanannyi adalékot a kétrétegűvel azonos vastagságú egyrétegű fóliába adagoltak volna. Ennek oka az, hogy a fémionok (Ag⁺ és Zn⁺) diffúziós útja a felületre lerövidül, és emiatt a fémionok a felületen fel-dúsulnak.

Az átlátszóság és a felületi vezetőképesség további javítására a drezdai Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS) által kidolgozott felületi kezelést alkalmazták. Ebben az eljárásban a műanyagfelületre vezetőképes szén-

nanocsövekből (CNT) álló vékony réteget visznek fel. A nanocsöveket vékony fémoxid réteggel lehet stabilizálni. A CNT-vel bevont antimikrobiális fóliák nagyon jó eredményeket adtak mindhárom tulajdonság (antimikrobiális funkció, elektromos vezetőképesség és átlátszóság) tekintetében. A felületi ellenállás értéke $1,56 \times 10^4$ ohm volt, az átlátszóság 600 nm-nél 97,9%.

A kutatási téma keretében kidolgozott fóliák jól használhatók a speciális csomagolásoknál és az orvostechikában. A többfunkciós fóliák egyfelől bizonyos folyékony élelmiszerek, másfelől az elektronikai alkatrészek csomagolásánál jelentenek előnyt. Az előbbinél az antibakteriális hatás és az elektromos vezetőképesség egyaránt fontos. Az elektronikai alkatrészeknél alapvető követelmény a vezetőképes csomagolás által elérhető árnyékoló hatás.

Ezek a többfunkciós fóliák szerepet kaphatnak a sebkezelésben, de bizonyos sérülések gyógyításában is, amikor a megszakadt idegkötegek között a kapcsolatot célzott áramutésekkel kívánják helyreállítani. Az ilyen vezetőképes fóliák orvosi eszközök gyártásában is jól használhatók.

Az ismertetett fejlesztéseket ipari léptékben a Thüringiai Textil- és Műanyagkutató Intézet (TITK) és a Münchenbernsdorfer Folien GmbH hasznosítja. Ebbe beleértendő az IWS által kifejlesztett felületkezelési technológia ipari alkalmazása is, valamint a fejlesztés kiterjesztése más polimerekre, pl. poliamidokra és biopolimerekre.

Mezőgazdasági célú polietilénfóliák UV-stabilizálása a használat során fellépő kémiai hatások figyelembevételével

Plasticulture – ezt az elnevezést használják a műanyagok alkalmazására a mezőgazdaságban, a kertkultúrában és a vízgazdaságban. A felhasznált műanyagtermékeknek széles a skálája – hálók, nem szőtt textilek, különböző célú csomagolófóliák, fóliaalagutak és fóliasátrak, öntözőcsövek, terméktárolók stb. A felsorolásból is kitűnik, hogy a polietilénfóliát is sok célra alkalmazhatják a mezőgazdaságban. Ezen a területen talán a legfontosabb tulajdonság a fólia időjárás-állósága és az ezzel szorosan összefüggő élettartama. A polietilénfóliák leghatékonyabb fény- és UV stabilizátorai a nagy molekulatömegű sztérikusan gátolt aminok (hindered amine light stabilizers – HALS).

A 150 μm -nél vastagabb fóliákban különböző UV-abszorberek keverékeit használják. A fóliák élettartamát több más tényező mellett nagymértékben meghatározza a mezőgazdaságban használt vegyszerek jelenléte.

Az alábbiakban a koreai, Svájcban is székhellyel rendelkező Songwon International cég stabilizátoraival végzett vizsgálatokat ismertetjük, bemutatva a különböző típusú stabilizátorok előnyeit és hátrányait.

UV-sugárzás elleni védelemre hagyományosan használják a Ni-stabilizátort, pl. a *Songsorb 1084-t*, amelynek stabilizáló hatása elmarad a HALS stabilizátorokétól, de fontos jó tulajdonsága, hogy ellenáll a vegyi anyagok támadásának, vagyis a stabilizáló hatása széles alkalmazási tartományban állandó. Ez a típus még ma is világszerte az egyik legkeresettebb.

A HALS vegyületeknek ennél lényegesen nagyobb az UV-stabilizáló hatása. A Songwon cégnek több nagy molekulatömegű HALS stabilizátora is van, a *Songlight 9440*, a *Songlight 7830* és a *Songlight 1190*. Ezek nagyon hatékonyan védnek az UV-sugárzás ellen, de nagyon érzékenyek a mezőgazdaságban előforduló vegyi – főleg a klór és a kéntartalmú – anyagok jelenlétére. Kis mennyiségük is jelentős mértékben csökkenti a stabilizátorok hatását és rövidül a fólia élettartama.

A vegyi anyagokkal szembeni érzékenység kiküszöbölésére a lelegegánsabb és leghatékonyabb a NOR-HALS (alkoxi-amin HALS) stabilizátorok alkalmazása, amelyek még nagyobb mennyiségű vegyi anyag jelenléte esetén is megfelelő stabilitást adnak. Sok előnye mellett a NOR-HALS stabilizátorok fő hátránya a magas ár és a piacon korlátozott hozzáférhetőség. Ennek ellenére a kívánt hatáshoz képest sokszor túladagolják.

2. táblázat

A Songwon cég stabilizátorainak alkalmazhatósága
mezőgazdasági fóliákban

Alkalmazás		A lap	Sn XP 1061	Sl 7830	Sl 9440	Sl 1190	Ss 1084	Ss GR 4821	Sl XP 8026	Sn 1035	Ss 8100	Ss 3600	Ss 2908	Megjegyzés
Silózás	fekete	o		x	o									
	fehér	o		x	o									
Bálázás	fekete	o		x	o									
	fehér	o		x	o									
	zöld	o		x	o									
	egyéb	o		x	o									
	átlátszó	o	x				o		x					
Talajtakarás	fehér	o	x				o		x					adalék
	CBC(>2%)	o	x			x				x				
	ezüst	o	x				o		x					
	egyéb	o	x				o		x					
Fóliasátor	közepes élettartam	o	x					x						nagy vegyszer-állóság
	közepes élettartam	o	x					x						
	hosszú élettartam	o	x			x			o			x		nagy hóállóság
Fóliaalagút		o					o			x				

Rövidítések: Sn: Songnox; Sl: Songlight; Ss: Songsorb.

Jelek: o: ajánlott; x: még megfelel.

Gazdaságosabb alternatív megoldás egy olyan adalékanyag hozzáadása a HALS stabilizátorhoz, amely visszaszorítja a vegyi anyagokkal való reakciót. Az adalék lehet egy másik UV-stabilizátor, vagy egy olyan anyag, amely képes megkötni a vegyi anyagokat (kén, klór, sav). Erre a megoldásra a *Songlight XP 8026* a példa, amely a HALS stabilizátor alapú termékekhez hasonló hatást ér el, de ez a hatás csak nagyobb vegyi anyag koncentrációnál kezd csökkenni, bár a vegyi anyagokkal szembeni ellenállása így is elmarad a Ni- és a NOR-HALS stabilizátorokétól. Ezzel a stabilizátorral is biztosítható a jó hőstabilitás, és alkalmazható transzparens fóliáknál is.

A 2. táblázat a fenti megfontolások figyelembevételével a Songwon cég különböző stabilizátorainak alkalmazhatóságát mutatja a különböző alkalmazásra szánt fóliák esetében.

A rövidebb élettartamú csomagolófóliáknál, valamint a viszonylag rövid ideig használt silózó és bálázó fóliáknál valamennyi típus megfelelő. Gazdasági okok miatt ezeken a területeken általában a HALS stabilizátorokat használják, amelyek közül a *Songlight 7830*-nál a legjobb az ár/érték arány. A talajtakaró fóliáknál számolni kell a vegyi anyagok jelenlétével, és a viszonylag hosszú élettartammal, ezért ezeknél a NOR-HALS vagy a Ni-stabilizátor jelenti a biztos megoldást. Ahol ezek a magas ár, illetve a Ni-stabilizátornál a rákveszély miatt nem jönnek szóba, ott a HALS + adalék összetételű stabilizátorokat javasolják.

A fóliasátrak és alagutak élettartamát általában 12–45 hónapra tervezik, itt azonban a vegyi anyagok hatása nem számottevő. 12–21 hónapos élettartamig a Ni-stabilizátor megfelel, de a hőállóság növelése szükséges lehet. A 21 hónapnál hosszabb használathoz a NOR-HALS stabilizátor jelentheti a maximális biztonságot, de javasolható a HALS + adalék megoldás is.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Ettig, St. és mások: Transparent, leitfähig und antimikrobiell = Kunststoffe, 103. k. 7. sz. 2013. p. 75-78.

Keck, K., Kwon, H.: Langes Leben für PE-Folien = Kunststoffe, 103. k. 11.sz. 2013. p. 92-95.