

## Csúszatók a fóliafúvásban

A polietilénfóliák alapanyagába speciális csúszatókat kevernek, hogy felületre migrálásukkal a fóliagyártáskor és a fólia további feldolgozásakor csökkentsék a bonyolult gépi berendezéseken áthaladó fólia tapadását, súrlódási együtthatóját. Az erre a célra leggyakrabban alkalmazott primer és szekunder aminok hőállósága nem mindig kielégítő, és kölcsönhatásba léphetnek a fólia más adalékaival. Kifejlesztettek nem migráló csúszatókat, amelyek hőállóak, és egyenletes, állandó súrlódási együtthatót biztosítanak a fóliának. Ezek drágábbak ugyan a hagyományos készítményeknél, de többrétegű fóliákban csak a felületi rétegbe kell bekeverni őket, ezért gazdaságosak.

*Tárgyszavak: fóliagyártás; fúvás; öntés; súrlódási együttható; migrálás; csúszató mesterkeverék; laminálás; PE-LD; PE-LLD; mPE-LLD.*

*A fóliafúváshoz használt csúszatók feladata, hogy csökkentsék a feldolgozóberendezéseken futó fólia tapadását mind a fóliagyártás, mind pedig a konfekcionálás és a csomagolás alatt. A PE-LD és PE-LLD fóliák súrlódási együtthatója az anyagukba kevert (hagyományos) csúszató mennyiségétől függ (1. táblázat). (A súrlódási együttható annak a legkisebb meredekségű lejtő hajlásszögének tangense, amelyen a kérdéses anyagból készített próbatest lecsúszik.) A csúszatókat mesterkeverék formájában forgalmazzák, amelyeket különböző alappolimerrel, diffúziós sebességgel, hőállósággal kínálnak.*

1. táblázat

A PE-LD és PE-LLD fóliák várható súrlódási együtthatója a csúszató mennyiségének függvényében

Csúszás mértéke	Súrlódási együttható	Csúszató mennyisége, %
Kicsi	0,50–0,80	0,02–0,04
Közepes	0,20–0,40	0,05–0,06
Nagy	0,05–0,20	0,07–0,1

*A hagyományos csúszatók általában telítetlen zsírsavak amidjai, leggyakrabban erukasavamidok vagy olajsavamidok. A primer amidok extrudálás után gyorsan migrálnak, kivándorolnak a felületre és csökkentik a súrlódási együtthatót. Szekunder aminokat is használnak csúszatóként. Ezek molekulatömege kétszerese a primer amidokénak, és sokkal lassabban migrálnak. A primer és szekunder amidokat tartal-*

mazó mesterkeverékeket többnyire PE-LD, PE-LLD vagy mPE-LLD alappolimerben kínálják.

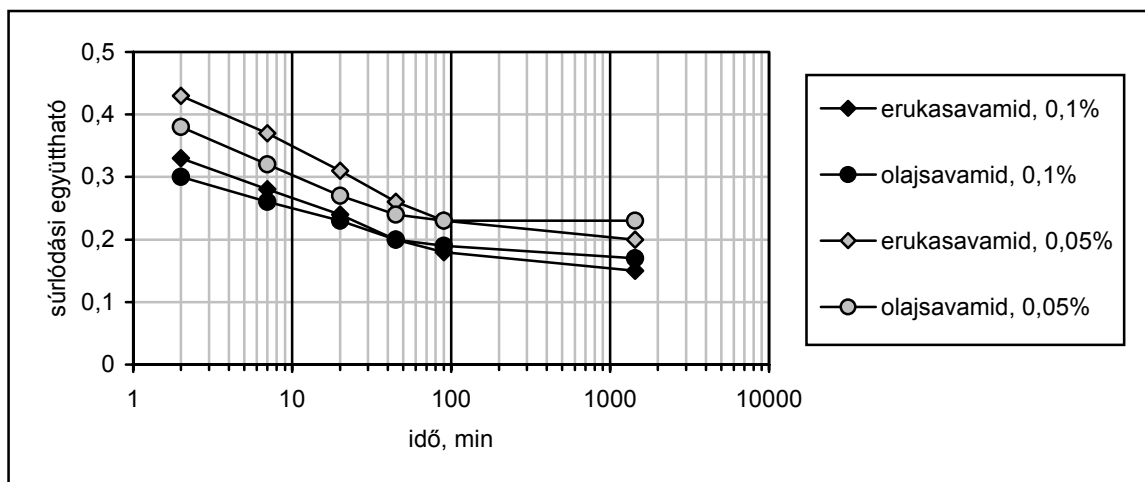
Újabbban megjelentek a piacon a nagyon nagy molekulájú csúsztatók is, amelyek egyáltalán nem képesek a migrációra. Vannak olyan készítmények, amelyek primer, szekunder és nagy molekulatömegű csúsztatót is tartalmaznak, és esetleg az alappolimer is több polimer keveréke.

## Fóliafűvás hagyományos csúsztatókkal

A feldolgozók ma legtöbbször primer és szekunder amidokat alkalmaznak, mert ezzel tudják a legolcsóbban csökkenteni a súrlódási együtthatót. Ilyen csúsztatókkal könnyen be tudnak állítani 0,1–0,4 közötti súrlódási együtthatót.

A hagyományos csúsztatót tartalmazó mesterkeverékek hatóanyag-koncentrációja 5–10%, és a fóliák alapanyagába 0,02–0,2% hatóanyagot visznek be. Vékonyabb fóliák anyagába több hatóanyagot kell bekeverni ugyanolyan súrlódási együttható eléréséhez. Az erukasavamidból többet használnak fel, mert ez nem állati eredetű termék, és jobb a hőállósága, mint az olajsavamidé.

A fóliákat az extrúzió és fűvás után kondicionálni kell, hogy megkapják egyensúlyi súrlódási együtthatójukat, azaz kialakuljon a belső rétegek és a felület közötti csúsztatómegoszlás. Mivel a legtöbb PE-LD és PE-LLD fóliában ez az egyensúly 1 nap alatt kialakul, a súrlódási együtthatót általában az extrudálás után 24 órával mérik. Különböző mennyiségű hatóanyagot tartalmazó fóliák súrlódási együtthatójának 24 órán belüli változása az 1. ábrán látható.



1. ábra Polietilénfóliák súrlódási együtthatójának változása a gyártás utáni első 24 órában (24 óra = 1440 min).

A migráció sebességét és a súrlódási együtthatót a fólia további felhasználásának megfelelően állítják be. Ha a fűvás után azonnal (in-line eljárásban) konfekcionálnak

(pl. zsákokat vagy más csomagolóeszközt készítenek a fóliából), gyors csúsztatódifúziót kell kiváltani. Ha a fóliát feltekerceslik és tárolják, előnyösebb a lassú diffúzió, hogy az erős csúszás ne nehezítse meg a tekerceselést. *A csúsztató elsősorban az amorf fázisban tud vándorolni.* Emiatt az erősebben kristályos PE-HD-ben és a PP-ben lassúbb a migráció, mint a PE-LD-ben és a PE-LLD-ben. Az erősen amorf és erősen tapadó polimerekhez, pl. a  $0,92 \text{ g/cm}^3$  alatti sűrűségű, metallocén katalizátorral szintetizált mPE-LLD-hez jóval több csúsztatót kell adagolni, mint más PE-típusokhoz. Poláris csoportokat tartalmazó poliolefinekhez (E/VAC, EMA) szintén, mivel a funkciós csoport és a csúsztató kölcsönhatásba léphet egymással.

A feltekerceselt fóliában lassúbb a migráció, mint a feltekerceselés nélküliben, mégpedig annál lassúbb, minél nagyobb a fóliára ható nyomás.

*Zavarhatja a csúsztató hatását más adalékok jelenléte, pl. az antisztatikumoké vagy a kigőzölgést gátlóké (antifog). A migrációra képes molekulák ugyanis „versenyeznek” egymással a felületen elfoglalható helyekért. Szerencsére gátló hatásuk gyenge, mivel többnyire terjedelmesebb molekulaszervezetük van, mint a csúsztatónak.* Bizonyos antiblokkoló anyagok viszont adszorpció révén köthetik le a csúsztató molekuláinak egy részét.

Befolyásolja a súrlódási együtthatót a fólia további feldolgozásának módja is. A nyomtatás előtti koronakisüléssel kezelt pl. leégeti a felületről a csúsztatót és poláris csoportokat hoz létre. Emiatt a belső rétegekben lévő csúsztató erőteljesebben migrál a kezelt felület irányába, mint a kezeletlen felület felé.

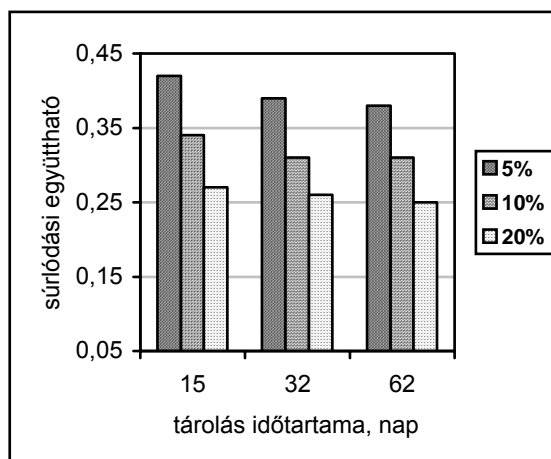
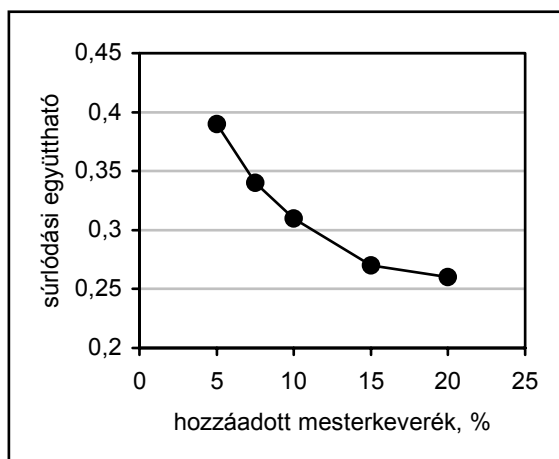
*A primer amidok hőállósága nem minden esetben kielégítő; 205 °C-ig biztonságosan alkalmazhatók, de magasabb hőmérsékleten elpárolognak.* Emiatt nem lehet ilyeneket használni öntött fóliák gyártásához, ahol 260–290 °C a feldolgozási hőmérséklet, vagy extrúziós bevonáshoz, ahol 315 °C is felléphet.

*A szekunder amidok hőállósága jobb, és ezek kevésbé zavarják a nyomtatást vagy a hegesztést.* Lassúbb migrációjuk következtében pontosabban lehet velük a kívánt súrlódási együtthatót beállítani. Néha olyankor választanak szekunder amint csúsztatóként, ha nagyon kényes az egyensúly a csúszás és az antiblokkoló hatás között.

## **Fóliafűvés nem migráló csúsztatókkal**

Az 1990-es évek végén forgalomba hozott nem migráló csúsztatók molekulatömege 30–50-szer nagyobb a primer és szekunder amidokénál. Molekulaméretük miatt ezek nem képesek migrálásra, ezért csak azok a molekulák tudják kifejteni csúsztató hatásukat, amelyek a felületi rétegbe épültek be az extrudálás során. Ennek következtében az ilyen csúsztatóval gyártott fólia nem igényel kondicionálást, súrlódási együtthatója állandó és a fólia felületén egyenletes az utólagos feldolgozási műveletek (konfekcionálás, nyomtatás, szállítás stb.) alatt. Ilyen csúsztatót kínál az **Ampacet Corp.** *Ampacet 101501* márkanéven.

*A nem migráló csúsztatóval 0,2–0,4 közötti súrlódási együtthatójú fóliák állíthatók elő, amelyek a tárolás alatt alig változnak (2. ábra).*



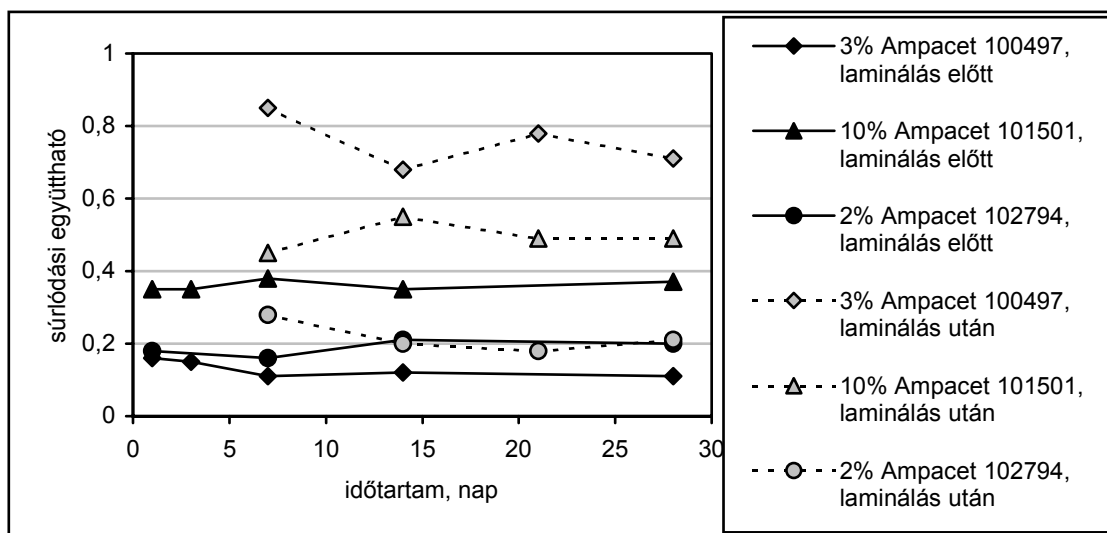
2. ábra Különböző mennyiségű Ampacet 101501 mesterkeveréket tartalmazó, 50 µm vastag kétrétegű öntött PE-LD fóliák sűrítési együtthatója a csúsztató mennyiségének, ill. a tárolás időtartamának függvényében

*Ezt a fajta csúsztatóanyagot ugyan nagyobb koncentrációban kell használni (a hatóanyagra számítva 1–2%-ban), de mivel nem migrál, a többetegű fóliáknak csak a szélső rétegeibe kell bekeverni, emiatt alkalmazása gazdaságos. Az adalék magas hőmérsékleten is stabil, és nem gátolja a fólia hegesztését. Egy kétrétegű 50 µm vastag PE-LD fólia hegesztési szilárdsága 16,7 MPa volt, ha a felső réteg 10%, és 17,2 MPa, ha 20% mesterkeveréket tartalmazott. A mesterkeverék öntött fóliákban is bevált. Az ilyen csúsztatót tartalmazó fóliákból készített csomagolóeszközökbe tölthető forró anyag, de elviselik a zsugorító alagút hőmérsékletét és más meleg munkaműveleteket is.*

A nem migráló csúsztatót tartalmazó *Ampacet* mesterkeverékeket 10% és 20% hatóanyaggal forgalmazzák; fúvott PE-LLD fóliák, öntött PE-LD fóliák gyártásához és extrúziós bevonáshoz, továbbá öntött PP fóliák gyártásához ajánlják. Meg kell emléteni, hogy ezek az adalékok erősebben rontják a fóliák átlátszóságát, mint a primer és szekunder amidok.

Nem élelmiszeripari célokra egy másik nem migráló csúsztatót tartalmazó mesterkeveréket is kínál a cég *Ampacet 101710* jelzéssel.

Más cégek is korszerűsítik a fóliafűvés számára szánt adalékaikat. A **Colortech** cég pl. arra törekszik, hogy adalékai ne rontsák a fóliák átlátszóságát. *Colortech 10230-08* csúsztató/antiblokkoló és *Colortech 10237-13* jelű antiblokkoló adalékát kifejezetten átlátszó fűjt és öntött fóliákhoz, elsősorban metallocén katalizátorral szintetizált PE-LLD fóliákhoz ajánlja. A *Colortech 10251-13* jelű terméket ugyancsak mPE-LLD-ből extrudált általános célú fóliákhoz fejlesztették ki. A *Colortech 10223-07* antiblokkoló koncentrátum speciális szilikonvegyületet tartalmaz, amely rendkívül jó optikai tulajdonságokat ad bármilyen PE-LD, PE-LLD vagy mPE-LLD fóliának.



3. ábra Két oktén komonomert tartalmazó PE-LLD és egy mPE-LLD hegesztőrétegből álló és különböző csúsztatókkal készített fólia súrlódási együtthatójának változása 30 napon keresztül laminálás előtt és PET fóliával való laminálás után. (Hatóanyagok: Ampacet 400497 erukasavamid, 101501: nem migráló csúsztató, 102794: lamináláshoz ajánlott csúsztató.)

### Csúsztató laminált fóliákhoz

Az erukasavamid csúsztatót tartalmazó polietilénfóliák súrlódási együtthatója gyakran erősen megnő, ha a fóliát ragasztó közbeiktatásával más fóliával laminálják. A csúsztató ugyanis a ragasztóhoz vagy a másik fólia (pl. a PET) poláris csoportjaihoz kötődik. A súrlódási együttható akár 1 fölé is nőhet, ami nagyon megnehezíti a fólia feldolgozását pl. egy formázó-töltő-hegesztő gépsoron, nyomtatáskor vagy más művelet közben.

Az **Ampacet** cég a közelmúltban mutatott be egy új csúsztatót, amellyel megelőzhetők ezek a jelenségek. 30 napos vizsgálattal igazolták, hogy az *Ampacet 102794* jelzésű csúsztató mesterkeverék alkalmazásakor a súrlódási együttható sem laminálás előtt, sem laminálás után nem változott. Az új csúsztatót egy koextrudált háromrétegű fóliában alkalmazták, amelyet általánosan használnak élelmiszerek csomagolására. A fólia két oktén komonomert tartalmazó PE-LLD rétegből és mPE-LLD hegesztőrétegből áll. Ezt a fóliát oldószeres poliuretánragasztóval PET fóliával laminálták. Ugyanilyen fóliát készítettek 1% erukasavamidot tartalmazó *Ampacet 100497*-tel és 1% nem migráló csúsztatót tartalmazó *Ampacet 101501*-gyel. A fóliák laminálás nélküli és laminálás után súrlódási együtthatóit az idő függvényében a 3. ábra mutatja.

Az erukasavamiddal gyártott fólia súrlódási együtthatója több mint ötszörösére, a nem migráló csúsztatóval gyártotté kb. 50%-kal nőtt a laminálás után. A laminálás céljára kifejlesztett csúsztató nem befolyásolta a fólia súrlódási együtthatóját.

Összeállította. Pál Károlyné

Savargaonkar, N.; McKinley, B.: Slip agents: extended performance range for polyolefin films. = *Plastics Technology*, 52. k. 4. sz. 2006. p. 58–59, 61.  
Colortech: New products. Slip and antiblock concentrates. = [www.colortech.com](http://www.colortech.com), 2006. 05.15.