

## Automatikus eljárás színező mesterkeverékek előállítására

A mesterkeverékek a folyékony színezékeknel sikeresebb színezőanyagoknak bizonyultak. A műanyag-granulátum színezékekkel való keverése számítógépvezérléssel folyamatosan ellenőrizhető és szükség esetén a szín menetközben korrigálható. Automatikus szín-mérést és színjavítást biztosító technológiával a kompaundok már kis mennyiségben is gazdaságosan, jó minőségben állíthatók elő.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; színezés; kompaundálás; színmérés; mesterkeverék; automatikus színjavítás; extrúzió.*

A műanyagok színezése komplex feladat, amelybe csak megfelelő szakmai felkészültséggel szabad belevágni. A színezékek halmazállapotukat tekintve lehetnek szilárdak és folyékonyak, amelyeket különböző technológiával és eltérő berendezéseken lehet a műanyagmárixba (a színezendő műanyagba) bedolgozni. Kifogástalan minőségű színezés csak jól megválasztott és gondosan előkészített színezőanyaggal érhető el.

Az előkészítés általában azt jelenti, hogy a színezéket egy külön folyamatban hordozóanyaggal keverik össze. Az 1. táblázatban néhány gyakran használt folyékony és szilárd hordozóanyag van felsorolva. A folyékony hordozóknak általában kicsi a molekulatömege. Ezek közül a PIB hasonlít legjobban a PE-hez és a PP-hez, azonban nagy viszkozitása és rossz nedvesíthetősége miatt nem ideális anyag a színezékek bekeveréséhez. Folyékony hordozókkal előkészített színező keveréket a poláros polimerekbe könnyebb bedolgozni, mint az apolárosokba. A felsorolásból is látható, hogy a folyékony hordozók a polimerbe összeférhető, de idegen anyagként kerülnek be, és megváltoztathatják annak tulajdonságait.

### Folyékony színezékek és mesterkeverékek összehasonlítása

A feldolgozó szakemberek örök kérdése: *folyékony színezék, vagy hagyományos mesterkeverék alkalmazása lenne-e célszerű?*

Több publikációban hangsúlyozták a folyékony színezékeket használó technológia előnyeit. A folyékony színezéssel – elsősorban a kis és közepes mennyiségű termékek gyártásakor – rövidebb idő alatt és gazdaságosabban lehet a műanyagokat színezni a hagyományos mesterkeverékekhez képest. A kedvező tulajdonságok közé so-

rolható az egyszerű technológia, a színezőanyag pontos adagolhatósága, az egyenletes színezhetőség, valamint a gyors színátállítási lehetőség.

1. táblázat

Folyékony színezékek és mesterkeverékek gyártásához alkalmazott hordozóanyagok

Hordozóanyagok	
Folyékony színezékek	Lágyítók
	Ásványi olajok
	Paraffinolaj
	Zsírsavészter
	Alkidolaj
	Poliizobutilén (PIB)
	Poliglikol
	További komponensek: nedvesítőszer és viszkozitásszabályozók
	Folyékony csúsztatók
	Folyékony antisztatikumok
Mesterkeverékek	Polietilén
	Polipropilén
	Polisztirol
	PET
	Egyéb hőre lágyuló műanyagok
	További komponensek: polimerviaszok
	Csúsztatók, antisztatikumok kombinált mesterkeveréke stb.

A folyékony színezéssel párosítható előnyök azonban csak a színezési technológiát folyamatosan ellenőrző, megfelelő kolorimetriai háttérrel és az esetleg szükséges on-line színeskorrekció végrehajtásával érhetőek el.

A folyékony színezéstechnika hátrányai közé sorolják a színezéssel érintkező alkatrészek komplikált tisztíthatóságát és a szennyezett göngyölegekről való gondoskodást. Mesterkeverékekkel történő színezéskor ezzel szemben az adagolóberendezés betápláló egysége gyorsabban tisztítható. Csekély mennyiségű (1–1,5%) speciális tisztítókeverék használatával a tisztítási idő tizedére csökkenthető, amelynek főleg sorozatgyártáskor van nagy jelentősége. Színváltáskor azonban minden esetben gondosan ügyelni kell a feldolgozógép alapos tisztítására, pl. sárgáról narancsra váltani könnyű, fordítva viszont hosszadalmas. Sárgáról kékre váltani ugyancsak hosszadalmas művelet, míg fordítva szinte lehetetlen, tisztítóanyaggal való átöblítés nélkül. *A tisztítókeverékek használata általában kifizetődő, mivel segítségével az átállási időt akár a tizedére lehet csökkenteni.*

## A színezés gazdaságossága

A különféle összetételű műanyagfajtáknál a különböző színezékek eltérő mennyiségben hatásosak. A gyakorlati tapasztalatok szerint *a mesterkeverékek színezékkoncentrációja egyre nagyobb*, ami egyértelműen költségcsökkentést eredményez a feldolgozónál. Az osztrák **Gabriel-Chemie** (Gumpoldskirchen) 40% szerves pigmentet tartalmazó mesterkeveréket állított elő, míg a folyékony színezőanyagoknál a kedvezőtlen viszkozításra visszavezethető okok miatt csak 20–30% színezékkoncentrációt tudott elérni. A szerves színezőanyagok nagyobb mennyiségű bekeverése tixotrópiához vezet. A szerves pigmentekből bekeverhető 60–75%-os mennyiség pedig a nagymértékű ülepedés miatt a feldolgozást nehezíti meg.

A folyékony színezőanyagok koncentrációjának növelése csak nedvesítőszer alkalmazásával érhető el. Ezzel szemben a mesterkeverékeknél a PE és a PP – mint fontos hordozóanyagok – valamint a kis molekulatömegű, ugyancsak PE és PP bázisú polimerviaszok kémiaiilag azonosak a polimermátrixszal, és nincs szükség a színezést elősegítő idegen anyagra. Más hőre lágyuló anyagok mesterkeverékkel történő színezésekor is a polimermátrixszal kitűnő összeférhetőséget tanúsító hordozó- és módosító anyagokat alkalmaznak, amelyek még javítják is az alapanyag tulajdonságát.

A szerves színezőanyagokat tartalmazó folyékony színezékek a mesterkeverékekhez képest csak nagyobb hordozóanyag-mennyiség jelenlétében hatásosak, ami szűkíti az élelmiszerekkel érintkező műanyagokhoz alkalmazható színezőanyagok választékát. A sok idegen agyag fokozza a migráció veszélyét is, ami például a PET palackok színezhetőségét korlátozza.

## Nőtt a kereslet a mesterkeverékek iránt

A pontos beméréssel, korszerű berendezésen készült, megfelelő szemcseméretű mesterkeverékek a folyékony színezékeknél egyértelműen hatékonyabb színezőanyagoknak bizonyultak. A *kadmium tiltott listára helyezése szintén kedvezett a mesterkeverékek kelendőségének*. A PET palackok színezhetőségét a kevésbé hatékony folyékony színezőanyagok helyett extrém kis mennyiségű gömb formájú granulátummal, illetve gyöngydarával készült mesterkeverékkel oldották meg, elkerülve az idegen monomerek és oligomerek bekeverésének kockázatát.

*A műanyagok mesterkeverékekkel történő színezése a következőkben felsorolt tulajdonságok miatt előnyösebb:*

- nagy koncentrátumú színező keverék a végtermék előállításának költségeit csökkenti,
- élelmiszerekkel érintkező műanyagokhoz migráció miatt nem használhatók folyékony színezőanyagok,
- korszerű feldolgozógépeken optimalizált mennyiségű mesterkeverékkel homogén színezés érhető el,
- a folyékony színezőanyagok alkalmazásához külön beruházás szükséges,

- a folyékony színezőanyagot tartalmazó előkevert polimerrendszer nem tárolható és nem szállítható,
- a berendezés tisztítása folyékony színezékek használata esetén nagy időráfordítást, valamint a szennyezett göngyöleg szakszerű kezelése több munkát igényel.

Mindezen okok miatt manapság a *műanyag-feldolgozók több mint 90%-a mesterkeverékeket használ a színes termékei gyártásához.*

## **Színellenőrzés, színjavítás**

Valamennyi színes keveréket gyártó cég a legjobb tudása és tehetsége szerint állítja be a saját technológiáját, a színmérés és a színellenőrzés sokszor hosszadalmas folyamatát azonban senki nem kerülheti ki. A színezék vizsgálatához szükséges lemez lelkiismeretes elkészítése legalább 25 percig tart. A színmérőre való kapcsolódáskor az ellenőrzés eredményétől függően a keverék összetételének módosítása akár 2 óra hosszáig is elhúzódhat. Gyakran az is előfordul, hogy az első próbálkozásra nem sikerül a kívánt szint beállítani, ez akár 100–200 percet is igénybe vehet.

A helytelenül meghatározott színreceptúrák nagy mennyiségű selejthez vezetnek, a szín újbóli helyes beállítása jelentős idő- és költségráfordítást igényel, és a hibalehetőség sem elhanyagolható. Emiatt a színezés költségei jelentős mértékben emelkedhetnek. A költségcsökkentés másik útja, ha a gyártó a színválasztékát szűkíti, pl. csak fekete, fehér és natúr színű keverékeket gyárt.

A mindenkori piaci igényeknek megfelelni akaró színezékek előállítói kis tételek előállítására is felkészültek. A német **ROC Rapid Optical Control GmbH** (Münster bei Darmstadt) például a színezett műanyag-granulátumok gyors színellenőrzésére teljesen automatizált mintavételt és on-line színutánállítást biztosító technológiát dolgozott ki és hozott forgalomba. Az új módszerrel a színezés ellenőrzésére, valamint a színjavításra fordított időt igazolhatóan 80%-kal csökkentették, és a laborvizsgálathoz szükséges lemezek számát lényegesen mérsékeltek. A berendezéssel a színmérésre fordított idő rendkívül rövid. A készülék a kezelő utasítása szerinti gyakorisággal a színes mintát spektroszkópiásan vizsgálja.

A hat gépsorra kiterjedő színmérő rendszerrel minden egyes gépnél az idő függvényében mért *CIE-Lab színértékeket* diagramon folyamatosan lehet követni. A maximálisan hatféle színű, egyenként 35 ml granulátummennyiség vizsgálatának dokumentációját a központi vezérlőegységben összesítik. Maga a színkorrekció a javítószínezékeket tartalmazó mérleg segítségével történik. A szükséges javítást a berendezés automatikusan 100 g/h adagolási sebességgel végzi, miközben a receptúra színkorrekciója on-line diagramon ellenőrizhető. A fejlesztők 13 000 színkorrekciós vizsgálat elvégzésének eredményeképpen *a színjavítások 90 %-át mindössze nyolcféle szín felhasználásával képesek megoldani.*

Az 1000–3000 kg mennyiségű, kis tételnek számító színezék megrendelés 100–700 kg/h áthaladási teljesítményű extruderrel ma már gazdaságosan teljesíthető.

Az on-line kijelzett színadatok alapján a gépbeállító nyomon követheti az extruderben végbemenő színezési folyamatot. A mért színértékek azonban nem adnak felvilágosítást a granulálás fontos jellemzőiről, amelyek mindig az alkalmazott receptúrától és a beállított technológiai paramétereiktől függenek.

Az extrudálás során lényeges a színezék megfelelő diszpergálásához tartozó munkapont meghatározása, amelyet akkor érnek el, amikor a színezékek éppen diszpergálódtak. Amikor a bevitt specifikus energia csökkenése a szint megváltoztatja – éppen ez az az optimális pont, és ekkor maximális kihozattal gyártható a kívánt minőségű mesterkeverék. Ilyen kísérleteket érdemes a granulátumon végzett gyors színmérésekkel kombinálni, és az eredményeket a már éppen folyó extrúziós folyamat optimalizálásához felhasználni.

Az automatikus színminőség-ellenőrzés és -javítás pozitív hatásait nehéz számszerűsíteni, az viszont ismert, hogy a hagyományosan alkalmazott színmérés esetében a gyártás termelékenysége kisebb, viszont költsége nagyobb az új eljáráshoz képest. Sokéves tapasztalat tanúsítja továbbá, hogy amennyiben a termék mért színértéke a megengedett tűréshatárt súrolja, a termelést tovább folytatják, ami később nagyobb színeltéréseket okozhat.

*A ROC-féle színmérést alkalmazóknál az új eljárás beruházás költségei egy év alatt megtérültek. A fejlesztők és az alkalmazók tapasztalata alapján a folyamatos színellenőrzésnek környezetkímélő hatása is van: extruderenként 15–20 tonna széndioxid-kibocsátás csökkenésével lehet számolni.*

Összeállította: Dr. Pásztor Mária

Katzmayer, L.: Genau Abwägen = Plastverarbeiter 60. k. 10. sz. 2009. p. 116–118.

Siegmann, E.: Der Preis der Farbe = Kunststoffe, 99. k. 11. sz. 2009. p. 68–70.