

Vége a rossz szagoknak

A felhasználás utáni hulladékok újrafeldolgozásával nyert termékek egyes esetekben kellemetlen szagúak. A természetes forrásból származó erősítő- és töltőanyagok bekeverésével is érhetik kellemetlen meglepetések a feldolgozókat. Jó hír, hogy már rendelkezésre áll számos szagsemlegesítő, sőt illatosító technológia, amellyel a rossz szagoknak búcsút lehet inteni.

Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; illékony anyagok; VOC; szagsemlegesítés; adalékok; mesterkeverékek; szagészlelés; elektronikus orr.

A modern anyagok, legfőképpen a műanyagok, az előnyös jellemzők széles skáláját nyújtják a teljesítmény, a költség és tervezési rugalmasság tekintetében. Ugyanakkor, egyik legkevésbé kívánatos tulajdonságuk ezeknek az anyagoknak szokatlan és néha kellemetlen szaguk. Ahogy nő a nyomás a minél több reciklált anyag használatára, ez a tulajdonság az alkalmazások egyre szélesebb körében állítja kihívások elé a feldolgozókat.

A szerves illékony vegyületek (volatile organic compounds – VOC) csökkentése fontos szerepet játszik a műanyagok emissziójának és szagának kezelésében, állítják a BYK Additives & Instruments-nél. A kormányzatok és a különböző országok részéről egyre nagyobb a nyomás a környezet védelmének érdekében, hogy csökkentsék a VOC küszöbértékeket. Ennek eredményeként, a műanyagipar folyamatosan keresi a hatékonyabb és könnyen alkalmazható megoldásokat. Ezen felül növekszik a visszaforgatott műanyagok és a bioalapú erősítőanyagok, pl. a kender vagy a faliszt használata, többek között az autóiparban is. Ez oda vezetett, hogy még nagyobb lett az érdeklődés a szagtalanító megoldásokra. A feldolgozók olyan egyszerű eljárásokat keresnek a szagok és a VOC anyagok mérséklésére, amelyek lehetővé teszik a meglévő berendezések használatát.

A BYK Additives által kifejlesztett *BYK-P 4200* – 1-2%-ban adagolható adalékanyag – kielégíti ezeket az igényeket, habár az extruder végén a keverősorhoz egy plusz berendezést szükséges telepíteni, erős vákuumszivattyúval. A *BYK-P 4200* a keverés során feloldja az alapanyagból származó VOC vegyületeket. Extrudáláskor az adalék aktív komponensei felszabadulnak az őket hordozó polimerből, majd magas hőmérséklet és nagy nyírófeszültség mellett mikrohabot képeznek. Az eredmény a szag és a VOC komponensek hatékony nedvesítése. A vákuumos kigázosítás során ez a mikrohab összeesik, és a komponenseket tartalmazó gőz eltávozik az extruderből. A próbaüzemek során kiderült, hogy a VOC vegyületek csökkentése akár 80% is lehet. A *BYK-P 4200* standard hordozóanyaga jelenleg a polipropilén. Különböző hordozó-

anyagok, mint pl. polietilén, polisztirol stb. használatával ezt a technológiát szeretnék a polimerek széles körére kiterjeszteni.

A mesterkeverékeket gyártó specialista Ampacet szintén felhasználás utáni hulladékból visszanyert anyagokhoz fejlesztett ki különböző megoldásokat, részben válaszként az Európai Bizottság által tavaly elfogadott *Circular Economy Package* elnevezésű csomagra, amely magában foglalja a hulladékmennyiség csökkentésének új céljait, és ismerteti a hulladékkezelés és újrahasznosítás hosszú távú programját. A vállalat új fekete *Rec-O-Black 216* mesterkeveréke és az innovatív *1000258-E* szagmegkötő adaléka segíti a visszanyert anyagok feldolgozását új, hozzáadott értékű termékeké.

A *Rec-O-Black 216* több mint 95%-ban újrahasznosított, felhasználás utáni hulladékból (reciklált polietilén hordozóanyag és használt gumiból, pl. abroncsokból származó korompigment) készül. Ez egy költséghatékony mesterkeverék nagyon jó opacitással. A *Rec-O-Black 216* és az *1000258-E* kombinációja nagy teljesítményű, széles spektrumú szagmegkötő mesterkeveréket ad, amely semlegesíti az újrafeldolgozott anyagból származó szagokat és azokat zárva tartja a polimerben.

A Polyfil Corporation szagsemlegesítő koncentrátumokat (ONC) gyártó sort vezetett be aktív csomagolási alkalmazásokhoz. Amellett, hogy a feldolgozáskor megszüntetik a szagokat, a koncentrátumok semlegesítik és megkötik a rossz szagú komponenseket a végtermék használata során is, ugyanis reakcióba lépnek az illékony anyagokkal, jellemzően a hidrogén-szulfiddal, a merkaptánokkal és az aminbázisú molekulákkal. A technológia molekuláris szinten, adszorpció és gázok oldása révén, maszkoló ágensek használata nélkül működik. Az ONC termékek lágy PVC-ben, poliolefinekben, poliamid 6-ban, foszfittal és tioészterrel módosított keverékekben, valamint autóipari kompaundokban is használhatók. A Polyfil ONC termékei nem toxikusak, természet- és környezetvédelmi szempontból biztonságos formulák, és hatékonyak a szerves és szervetlen, szagokat okozó molekulákkal szemben. Felhasználhatók az újrahasznosított anyagok tartós szagsemlegesítésének javítására is.

Illatanyagok hozzáadása

A szagok kezelésével kapcsolatos másik megoldást az Addmaster cég (UK) *Scentmaster* elnevezésű, nagy koncentrációjú illat-, ill. aromatartalmú, valamint szagtalanító mesterkeverékei jelentik. A technológia számos polimerben és alkalmazási területen használható, többek között multiszenzoros oktatási termékekben a tanulási nehézségekkel küzdő gyermekek ösztönzésére, mosdókba szánt kellemes illatú termékekben, valamint illatosított műanyag csomagolásokban.

Míg az illatok hozzáadása a polimerekhez önmagában nem újdonság, addig a standard gyártástechnológiák gyakran gyenge végeredményt adnak, mivel az illat- és aromaanyagok könnyen degradálódhatnak a műanyag-feldolgozás magas hőmérsékletein. *A legújabb fejlesztésű, illatanyagot tartalmazó mesterkeverékek azonban már biztosítják, hogy az illat friss és stabil maradjon.* Az illatosítási technológia a szagtalanítás révén felszámolhatja a kellemetlen szagokat is. Az ilyen alkalmazásokban az illatot

úgy alakítják ki, hogy megzavarja az emberi orrot, így az a kellemes komponenseket azonosítja a kellemetlen szagok helyett.

A *Scentmaster-t* nagy koncentrációjú mesterkeverék formájában szállítják, ami azt jelenti, hogy adagolási aránya 1% vagy kevesebb lehet. Szinte bármelyik aroma- vagy illatanyagot lehet úgy tervezni, hogy blokkolja az intenzív, nem kívánt szagokat.

Az olasz VIBA mesterkeverék-gyártó *Vibatan* illatanyagai rezisztens illatokként írhatók le, amelyek kis koncentrációban adagolhatók a polimerekhez. Magas hőmérsékleten dolgozhatók fel úgy, hogy nem kell kompromisszumot kötni a termékek minőségében vagy funkcionalitásában. A standard illatosító mesterkeverékek hatóanyagai közé tartoznak a levendula-, citrom-, narancs-, eper-, fenyő-, vanília-, csokoládéillatok és a talkum.

A *Vibatan* mesterkeverékek poliolefinekkel (PE, PP és EVA) fröccsönthetők és extrudálhatók, a színtelen granulátumok nem zavarják a végtermék színét. A VIBA szerint az illatanyagokat a műanyagcsomagolások elfedésére lehet használni, különösen olyan alkalmazásokban, ahol a kellemes illat elengedhetetlen, mint pl. a játékok, művirágok, háztartási cikkek, fröccsöntött termékek (beleértve a dekorációkat, a marketing és promóciós anyagokat). A mesterkeverékek az újrahasznosított polimerekhez köthető nemkívánatos szagok elfedésére is adagolhatók, vagy olyan alkalmazásokban használhatók fel, mint a porzsákok vagy háztartási vegyszertárolók, pelenkás zacskók, kórházi hulladékgyűjtő és szemeteszsákok.

Illatok kiválasztása

A *Vibatan* termékek egyik új és növekvő piaci területe az illatanyagok adagolása samponos flakonok, egészségügyi és szépségápoló termékek, valamint mosószerek kupakjaihoz. Ez igazi előnyt jelent a márkatulajdonosok számára, mivel a fogyasztók megszagolhatják a csomagolás tartalmát anélkül, hogy eltávolítanák a manipulálást jelző záróelemeket.

Az illatérzékeny alkalmazásokat tartották elsődlegesen szem előtt az Envision Plastics *Deodorized Resin* családjának kifejlesztése során. Az amerikai vállalat bejelentette, hogy a 2015-ös piaci bevezetés óta több mint 2200 tonna *Deodorized Resin* PE-HD-t – amelyet használat utáni újrahasznosított műanyagból megfelelő szagtalanítási technológiával állítanak elő – adtak el. A szabadalmaztatott eljárás a reciklátum szagát olyan szintre csökkenti, hogy a megújult műanyag különböző illatérzékeny alkalmazásokhoz használható. A granulátumok extrudálását követő második lépcső, a szageltávolítás ellenőrzött légáramot, keverési hőmérsékletet és tartózkodási időt alkalmaz, hogy az illékony komponenseket eltávolítsa a műanyagból. Nincs hozzáadott kémiai adalékanyag, és az eljárás nagy gyártási rugalmasságot kínál. A *Deodorized Resin* PE-HD természetes és kevert színekben áll rendelkezésre, és más keverékekkel is kombinálható. Használható számos nem-élelmiszer alkalmazásban, ahol az illatérzékenység fontos kérdés, pl. a gépkocsik légkondicionáló szellőzőiben és a testápolási termékek csomagolóeszközeiben.

A szagok mennyiségi jellemzése szakmai kihívást jelent, ugyanis az illat szubjektív fogalom, különböző emberek eltérő érzékenységek és máshogy érzékelik a szagokat. A *Deodorized Resin* anyagot az amerikai autó- és szállítóipari alkatrészeket gyártó Engineered Plastic Components is használja. Korábban problémát okozott a felhasználás utáni hulladékok szaga, de az Envision Plastics olyan fenntartható megoldást nyújtott számukra, amellyel magas minőségű autóiipari termékeket tudnak gyártani.

Műanyagok szagvizsgálata

A német Fraunhofer IVV Institute for Process Engineering and Packaging, amely kutatás-fejlesztéssel, vizsgálatokkal foglalkozik és konzultációs szolgáltatásokat is nyújt, vezető szakmai bázisnak számít a műanyagok emissziójának és szagkibocsátásának kémiai analízisében, monitorozásában és szabályozásának előkészítésében.

A mindennapi használati cikkek jellemző szagokat bocsáthatnak ki. Ez igaz lehet a műanyag termékekre is, köztük az élelmiszer-csomagolásokra, a ruházatra, a lábbelikre és a gyerekjátékokra. Összehasonlítva a termékbiztonság más tényezőivel, pl. a mechanikai stabilitással, a termék szagát azonnal érzékeli a leendő vásárló, és ez fontos szerepet játszhat végső döntésében. Példaként felemlíthetők a közelmúlt gyermekjátékokkal kapcsolatos botrányai, amelyekben a gyártó szennyezett anyagokat használt. Ennek következtében, a fogyasztók egyre szkeptikusabbá és aggódóbbá váltak, és elvesztették bizalmukat a játékok biztonságában. Egy 2008-ban bekövetkezett esemény után pedig a German Federal Institute for Risk Assessment kockázatértékelési intézet azt tanácsolta, hogy a fogyasztók ne vásároljanak olyan terméket, amely erős szagot bocsát ki.

Ezek a fogyasztói preferenciaváltozások szükségessé tették a műanyagokból származó szagok ellenőrzésének javítását. Ez azt a célt szolgálta, hogy azonosítsák a műanyagból származó szagok forrását és folyamatait, illetve akadályozzák meg a kibocsátást. A fő kihívást az jelenti, hogy a szagkibocsátó anyagok analízise rendkívül kifinomult és célzott elemzést igényel, mivel ezek gyakran csak nyomokban vannak jelen az anyagban, és nem szükségszerűen hozhatók összefüggésbe az illékony szerves vegyületek (VOC) általános emissziójával. Szélsőséges esetben az anyagok közel „VOC-mentesek” lehetnek még a szagproblémák fennállása esetén is. Ilyen potenciális szennyeződések felderítéséhez egyaránt szükség van képzett érzékszervi szakértőkre és ultranyomelemző analízisre is.

A Fraunhofer IVV szerint, a szagproblémák elkerülését célzó stratégiák kidolgozásának az alapja a „szagos” szennyeződések – vagy a polimerekben lejátszódó reakciókból származó illatanyagok – molekulaszervezetének és kémiai tulajdonságaiknak ismerete. Az ezekről az anyagokról meglévő információk azonban szűkösek. Az anyagkibocsátás vizsgálatára alkalmas szabványos analitikai módszerek – mint pl. a gázkromatográfia-tömegspektrometria (GC-MS) – jelenleg nem megfelelőek a potenciális illatanyagok érzékeny kimutatására és azonosítására. Ezek az anyagok gyakran csak nyomokban vannak jelen, és nehéz felismerni őket a komplex mátrixokban, pl. a polimerekben, mert együtt oldódnak ki más vegyületekkel, illetve műszerfelbontási problémák is adódnak.

Egy másik kihívás, hogy számos illatanyagnak nagyon alacsony a szag-érzékelési küszöbértéke az emberi orr számára, és gyakran nem érik el a GC-MS technikák kimutatási határértékét sem. Ezért nagyon szelektív és érzékeny érzékelési módszerek kidolgozására van szükség. Ezeknek az analitikai kérdéseknek a megválaszolásában kulcsfontosságúak a képzett szakemberek által alkalmazott érzékeny szaganalitikai technológiák, úgymint a szagintenzitás meghatározása (olfaktometria) összekötve GC-MS méréssel.

Az illékony szerves vegyületek (VOC) csökkentése fontos szempont az EU környezetvédelmi irányelvében. Az egyik legfontosabb eszköz e cél elérése érdekében a Tanács 1999/13/EC (VOC Oldószeremissziós Direktíva) irányelve a szerves oldószerek használatából származó VOC vegyületek kibocsátásának korlátozására. Ezek az intézkedések kezdetben bizonyos gyártási folyamatokra fókuszáltak, majd kiterjesztették termékekre és azok emissziójára, festékekre, autóipari felületkezelőkre, kozmetikumokra, tisztítószerre és ragasztókra is. Ugyanakkor, a szerves illékony vegyületeket kibocsátó műanyagok még nem képezik az uniós jogszabályok központi tárgyát. A műanyagokkal kapcsolatos jelenlegi fő kutatási területek az építőanyagok és a gépjármű belső elemeihez kapcsolódó levegőminőség. Ezek számos analitikai módszert ölelnek fel, köztük mikroextrakciós technikákat VOC mintavételezéshez, és „elektronikus orrokat” a humán szagértékelésekkel együtt. Ezzel a háttérrel fontos szempont a tudásbázis és az analitikai arzenál bővítése, hogy áttekintést lehessen adni az összes VOC vegyületet kibocsátó műanyagról a fogyasztói termékekben.

A szagok jellemzése

A Fraunhofer IVV-nél úgy vélik, hogy az ipar részéről egyre nagyobb az igény a mindennapi használati cikkekből, úgymint gyermekjátékokból, sport- és szabadidős eszközökből, otthoni használati termékekből (bútorok, textiliák) kibocsátott, nem szándékos és zavaró szagok jellemzésére. Az általuk kifejlesztett módszereket, amelynek alapját az élelmiszerizék kutatásában általánosan használt és jól megalapozott szagelemző technikák képezik, a komplex, nem-élelmiszer mátrixokban (pl. polimerek) szagokat okozó anyagok keresésére és azonosítására is jól fel lehet használni. A módosított technikának köszönhetően képesek kémiaiilag azonosítani a szagok forrását, és megalapozott javaslatokat tenni annak kiküszöbölésére.

Az első lépés ebben az új analitikai protokollban a minta szagának objektív leírása. Ez általában emberi érzékszervi értékeléssel történik. Az illatanyagokat szerves oldószerekkel nyerik ki a mintákból, a nem illékony mátrix-alkotórészeket oldószeres ízbepárlással választják el, ez az új és sokoldalú technika alkalmas az aromavegyületek gondos és közvetlen izolálására a komplex élelmiszer mátrixokból. Az extraktumot ezután Vigreux- és mikrodesszillálással párolják. Az illatanyagokat az extraktum egy- és kétdimenziós gázkromatográfiás, valamint tömegspektrometriás/-olfaktometriás analízisével azonosítják.

A hagyományos analitikai módszereket kombinálva a képzett analitikusok értékeléseivel elérhető az illatanyagok érzékeny és szelektív kimutatása. Eddig ezt a mód-

szert számos nem-élelmiszer termék (gyermekjátékok, szilikonból és műanyag hulladékból készült, élelmiszerrel érintkező anyagok) esetében használták. Reciklált műanyagok, fa, ragasztóanyagok és pigmentek is sikeresen analizálhatók.

A mindennapi használati cikkek érzékelési hatásaival kapcsolatos kérdések a Fraunhofer IVV csoport bővülő kutatási feladatai közé tartoznak, mint pl. a csomagolóanyagokból és fogyasztói termékekből származó nem kívánatos szagok. Amikor műanyagokat kifinomult módszerekkel elemeznek, logikus lépésnek tűnik, hogy olyan más adalékokat is célba vegyenek, amelyek jelenléte nem kívánatos ezekben az anyagokban. Folyamatosan találkoznak olyan szennyeződésekkel, amelyek kémiai vagy fizikai (környezeti) forrásokból származnak. Olyan újszerű analitikai eljárásokat fejlesztenek, amelyek célzottan és gyorsan feltárják ezeket a problémákat, és amelyeknek célja, hogy megerősítsék és egyszerűsítsék a minőségellenőrzést az iparban.

Elektronikus orr: jobb mint az emberi

Habár az emberi orr különösen hatékony lehet a szagészlelésben, mennyiségi elemzésre nem annyira alkalmas, és következtelen „eszköz” is lehet. A francia Alpha MOS cég *elektronikus orrokat fejlesztett ki és gyárt*, ezeket az analitikai műszereket a műanyag- és csomagolási ágazatban használják a szagok kimutatására, hogy ellenőrizzék az érzékszervi megfelelőséget, és hogy a kellemetlen szagok és ízek ne kerüljenek át az élelmiszerekbe. A műanyagipar különösen az élelmiszer- és italszektorban jól ismeri az anyagok emissziójával és a szagokkal kapcsolatos kihívásokat, és ezek vizsgálatára számos nemzetközi szabvány ír le analitikai módszereket. Ezek a szabványos módszerek főleg emberek által végzett vizsgálatokra támaszkodnak, viszont nagyon gyakran hosszú mintaelőkészítést igényelnek. A műanyagokat órákon át vízben kell áztatni, majd ezt a vizes oldatot kell tesztelni a műanyagból származó lehetséges szagok és ízek kimutatására. Az ilyen vizsgálatok biztonsági kérdéseket vetnek fel az előforduló ártalmas vagy mérgező vegyületek esetében. Ezen túlmenően, a gyártás során az analitikusok kisebb eltéréseket is tapasztalhatnak a mintákban, ami megnövelheti a vizsgálat idejét.

Az analitikai eljárás javításához az Alpha MOS kifejlesztette a *Heracles* nevű elektronikus orrot, amely gyors gázkromatográfiás technológián alapul. Ez a polimer- és csomagolóanyagok által kibocsátott illékony vegyületek közvetlen analízisét teszi lehetővé, mintaelőkészítés nélkül. Az anyagot egyszerűen egy ampullába kell bemérni, majd lezárni és melegíteni az automata mintavevő kemencében, hogy az illékony komponensek eltávozzanak a termékből. Ezt az utóbbi, ún. fejfrakciót egy fecskendőn keresztül gyűjti össze az automata mintavevő, majd az elektronikus orr két kromatográfiás oszlopába fecskendezi egy beágyazott csapdában végzett elődúsítás után. A kromatográfiás adatok globális „szagujjlenyomat”-ként dolgozhatók fel a más mintákkal való összehasonlításkor, vagy minőségbiztosítási szabványok által elfogadott átfogó szagmegfeleléségi értéként használhatók. A kromatogramok lehetővé teszik az illékony vegyületek természetének vizsgálatát is. Az elektronikus orr használatával a csomagolóanyagok percekben belül értékelhetők a több napos paneltesztek he-

lyett. Az analitikai „kihozatal” magas, mert az eszköz 24/7 időintervallumban áll rendelkezésre. Ennél a módszernél nincsenek egészségügyi és biztonsági kockázatok, mert a vizsgálatokat nem emberek végzik.

Az Alpha MOS rámutatott arra, hogy az eszköz lehetővé teszi a fejfrakcióban lévő molekulák azonosítását, míg érzékszervi vizsgálattal ez nem könnyű. Az előbbivel objektív és ismételhető értékelés végezhető, az érzékszervi viszont az ismételhetőség hiányától szenved, mivel azt az értékelők hangulata, egészségi állapota és fáradtsága is befolyásolhatja. Időben nehéz fenntartani a változatlan teljesítményt, rendszeres képzésekre is szükség van, az eredményeket a tagok közötti kommunikáció is befolyásolja. Az eszköz hosszú távú ismételhetőséget biztosít, időbeli csúszások nélkül.

Az Alpha MOS jövőbeli tervei között szerepel a mikroszenzorok kutatás-fejlesztése, valamint miniatürizált rendszerek kialakítása közvetlenül a gyártósor melletti online szagvizsgálatokhoz. Ideális esetben ezek az eszközök lehetővé teszik a szagkeletkezés vezérlését a gyártás során, és képesek a gyártási paraméterek gyors beállítására a szabványos minőségtől való eltérés esetén.

Összeállította: dr. Lehoczki László

Holmes, M.: Odour testing gets analytical = Compounding World, 2017. január, 19–28.
Putting an end to bad smells = Compounding World, 2017. január, p. 29–32.