

Mezőgazdasági vegyszerek csomagolása

A korszerű műanyag alapanyagok ma már lehetővé teszik, hogy mérgező anyagok, pl. növényvédő szerek csomagolóeszközeit, flakonjait műanyagból készítsék. A környezet védelme érdekében fokozottan figyelnek az elhasznált flakonok újrahasznosítására.

Tárgyszavak: műanyag-csomagolás; növényvédő szer; polietilén; poliamid; polipropilén; reciklálás.

A műanyag-csomagolások egyre inkább többet jelentenek egy egyszerű termék-nél. Ennek főleg a mezőgazdasági vegyszereknél (növényvédő szerek, műtrágyák) van jelentősége, amelyek veszélyesek lehetnek a felhasználókra és a környezetre, ha nem megfelelően tárolják és alkalmazzák őket. Így a potenciálisan mérgező vegyszereket tartalmazó műanyag csomagolásoknak biztonságosnak kell lenni és nem károsodhatnak. Ez nem mindig könnyű, hiszen a vegyi anyagok reakcióba léphetnek a tárolás során, és károsíthatják a csomagolóanyagot.

Ugyanakkor elvárás, hogy a vegyszerek biztonságosan és kényelmesen kiönthetők legyenek a kiszerezésből. A folyadékokat gyorsan és cseppmentesen kell kiönteni, a flakon könnyen kiüríthető és kiöblíthető legyen. Ez szükséges ahhoz, hogy a maradék vegyszereket utólag ne kelljen összegyűjteni.

További fontos kérdés az, hogy mi történik a csomagolással használata után. Számos tanulmány számol be arról, hogy bizonyos országokban a gazdák az üres növényvédőszeres flakonokat elégetik vagy eldobják. 2007-ben Görögországban a gazdák 30%-a egyszerűen kidobta az üres flakonokat a saját földjén, 18%-uk elégette, míg 33%-uk bedobta azokat a folyóvízbe, csatornába. A műanyag flakonok elégetése során szennyezőanyagok kerülnek a levegőbe, míg az eldobottakból a maradék vegyszer kifolyhat, szennyezve a közeli vízforrásokat. A gazdák tudatában vannak annak is, hogy ha az üres vegyszeres flakonokat más anyagok, pl. élelmiszer vagy víz tárolására használják fel újra, akkor az potenciális veszélyt jelent.

A mezőgazdasági szektorban rengeteg csomagolási hulladék keletkezik. A **CropLife International** (a mezőgazdasági technológiák fejlesztésével foglalkozó nemzetközi szövetség) szerint *a világ növényvédőszer-piaca évente 190 ezer tonna csomagolást használ fel.* Az agrokémiai vállalatok folyamatosan azon dolgoznak, hogy ezeket a csomagolásokat biztonságosabbá, „zöldebbé” és kényelmesebben használhatóvá tegyék.

A megfelelő anyagok kiválasztása

Az első lépés a megfelelő csomagolóanyag kiválasztása az adott célra. Szerencsére a PE-HD, a polipropilén és a poliamid ideális anyag a növényvédő szerek kiszere-

relésére, mivel megfelelően szilárdak és kémiaiilag inerteek, vagyis nem lépnek reakcióba a bennük elhelyezett termékkel. A PE-HD-ből készült flakonokat vízbázisú növényvédő szerekhez, a PE-HD-t más műanyagokkal, pl. poliamiddal keverve az oldószeralapúakhoz használják; ezek degradálódás nélkül alkalmasak a növényvédő szerek hosszú idejű tárolására, így teljesen biztonságosak.

A fenti három polimer további előnyös tulajdonsága, hogy könnyen visszaforgathatók. A CropLife International szerint jelenleg nagyjából 50 országban működik olyan program, amely az üres növényvédőszeres flakonok kezelésével foglalkozik, ezek főleg Európában, Észak- és Dél-Amerikában futnak. A programok keretében a gazdák a használt flakonokat meghatározott gyűjtőhelyekre szállítják, gyakran azokba az üzletbe, ahol a szereket eredetileg vásárolták. Észak- és Dél-Amerikában a flakonokat számos termék – pl. polimerbeton, csövek, kerítésoszlopok és elektromos kábelvezetékek – alapanyagaként hasznosítják újra. Európában a használt flakonokat nagyrészt erőművekben és cementégetőkben égetik el energianyerés céljából.

A műanyag növényvédőszeres csomagolások reciklálási aránya széles határok között változik, pl. 70% Kanadában, 55% Németországban, 12,5% Costa Rica-ban. A CropLife becslése szerint, a világ növényvédőszeres csomagolóanyagainak nagyjából 20%-át hasznosítják jelenleg. Ennek oka, hogy az arányok számos országban nem nőnek az, hogy ezek a flakonok veszélyes hulladéknak minősülnek, begyűjtésük és újrahasznosításuk költsége pedig folyamatosan nő. A gondot az jelenti, hogy a használt flakonok potenciálisan veszélyes vegyszerekkel szennyezettek. A CropLife megállapítja, hogy a háromszoros öblítéses eljárásban, amelyben a flakonokat vízzel háromszor átmoszák, a növényvédő szer maradéka 99,99%-ban eltávolítható. A műtrágyaipar is hasonló módon próbálja támogatni a csomagolóanyagok újrahasznosítását, noha a műtrágyát inkább zsákokba csomagolják, mint flakonokba.

A környezetvédelmi aggodalmak más szempontokból is hatással vannak a modern agrokémiai csomagolásokra. Például a flakonok alakját át kellett tervezni, amikor előírták a hasznosítás előtti háromszoros mosást, hogy lehetővé tegyék a könnyebb öblítést.

Új formák

2009-ben a BASF új öko barát növényvédőszeres csomagolást vezetett be, amely azóta egész Európában elterjedt. Az új műanyag flakonnak tejespalackszerű formája van, amellyel csökkentették a folyadék kiloccsanásának veszélyét (1. ábra). A legszembetűnőbb változás a központi kiöntő használata az oldalsó helyett. A záróelem áttervezése lehetővé tette az indukciós zárófólia elhagyását, amellyel idáig a hermetikus zárást biztosították a flakon első kinyitásáig. Az új flakon kialakítása révén könnyebb a nyitás, a kiöntés és az öblítés, az ezekre fordított idő 25%-kal kevesebb, és csökkent a szennyeződés veszélye is.

Ezek az új flakonok PE-HD-ből vagy PE-HD/poliamid keverékből készülnek attól függően, hogy vizes- vagy oldószerbázisú növényvédő szert tartalmaznak. Előállításukhoz 25%-kal kevesebb műanyagot használnak fel az előző generációkhoz képest,

amivel nemcsak kímélik az erőforrásokat, hanem a csomagolás is könnyebb, így szállításuk is kevesebb energiát igényel. A BASF becslése szerint, ezzel a megoldással az üvegház-hatású gázok kibocsátását 2000 tonnával lehet csökkenteni évente.



1. ábra 1 l-es korszerű flakon növényvédő szerek csomagolásához

A **Syngenta** újszerű csomagolási rendszert fejlesztett ki folyékony növényvédő szerekhez *S-Pac* néven. A BASF flakonhoz hasonlóan, ez is indukciós zárófoliát tartalmaz, a kiöntés gyors és kiloccsanásmentes, a sima oldalfalak a könnyű öblítést teszik lehetővé. Az *S-Pac* 250 ml-től 20 l-ig széles mérettartományban kapható. A fejlődő országok gazdálkodói jellemzően a kisméretű kisereléseket részesítik előnyben, amelyek éppen megfelelő mennyiségben tartalmazzák a növényvédelemhez szükséges vegyszereket, míg a technológiaorientált nagy farmgazdaságokban, az USA-ban, Ukrajnában és Brazíliában a nagyméretű csomagolásokat kedvelik a kiterjedt földterületek miatt.

A **Bayer CropScience** a fejlődő országok kis parcellákat művelő gazdálkodóit célozta meg egyadagos csomagolási megoldásával, amely egy szimpla, kézben tartható, szórófejes műanyag kanna.

A kihívás: kevesebb anyaggal mégis szilárd csomagolás

A növényvédőszeres és műtrágyás csomagolások előállításához szükséges anyagmennyiség csökkentésének fő kihívása, hogy a kiserelés még eléggé robusztus, szilárd legyen ahhoz, hogy ellenálljon a sérüléseknek. Ez utóbbiakat külső (leejtés) és belső tényezők okozzák.

A belsők közül meg kell említeni, hogy a műtrágyákban kémiai reakciók játszódhatnak le, amelyek gázokat termelnek, növelve a csomagoláson belül a nyomást, számos növényvédő szer pedig reagál az oxigénnel, ami viszont csökkenti a nyomást. A hőmérséklet vagy a tengerszint feletti magasság változása szintén hatással lehet a flakon belső és külső része közötti nyomáskülönbségre. Ha a csomagolás falai nem eléggé vastagok, a nyomáskülönbség deformációt és repedést okozhat. Ez egyértelműen előfordul a csomagolás tömegcsökkentésekor, ha csak nincs más megoldás a nyomáskülönbség ellen. Egyik járható út szellőzők beépítése a csomagolásba.

Alapvetően ezek a szellőzők megengedik a műanyag flakonnál a gáz ki- és beáramlását, ezzel biztosítva kívül és belül az azonos nyomást. Ez azt jelenti, hogy a falaknak nem kell ellenállniuk a nagy nyomáskülönbségeknek, és ezért vékonyabb falvastagsággal készülhetnek.

A fluoropolimereket gyártó amerikai **Gore** cég, amelynek legismertebb terméke a *Gore-Tex* szövet, egyik fő szállítója a növényvédőszeres és műtrágyás csomagolások szellőzőinek. Ezek mindegyikének anyaga fluorpolimer. A szellőzők mikropórusos habosított poli(tetrafluor-etilén) (ePTFE) membránokat tartalmaznak, amelyek átteresztik a gázokat, a folyadékokat viszont nem. Ezeket a membránokat a flakonok kupakjaiba építik be. A gázok kétféle módon távozhatnak: a legegyszerűsebb út, hogy a gázok egy lyukon keresztül áramolnak a kupakban, és a nem-átteresztő membrán megakadályozza a folyadék kifolyását. A másik módon, amely ötletesebb megoldás, a gázok az ePTFE membránon keresztül haladnak, majd a flakonnyak menetein keresztül távoznak, szükségtelenné téve a szellőzőlyukakat.

A Gore különböző pórusméretű és felületi tulajdonságú ePTFE membránokat gyárt, amelyek számos agrokémiai termékhez használhatók. A folyadékok, főleg a viszkózusak eltömíthetik a mikropórusos membránok pórusait és meggátolhatják a gázok áramlását. A probléma megoldására a Gore az ePTFE membránokat hidrofóbbá és oleofóbbá tette, így a víz vagy olaj a membránnal érintkezve „továbbcsúszik” anélkül, hogy eltömítené a pórusokat. Ezeket a membránokat még csak a növényvédő szerek csomagolásainak 5–10%-ban használják. Szellőzők beépítése nem az egyetlen lehetőség, a BASF például nitrogénnel hajtja ki az oxigént a flakonból, mielőtt lezárja, megakadályozva ezzel az oxidációs reakciókat és a nyomáscsökkenést.

A végeredmény ugyanaz: új generációs növényvédőszeres flakonok kisebb falvastagsággal. Ezek nemcsak könnyebbek és kevesebb erőforrást igényelnek, hanem elősegítik a reciklálást azzal, hogy kisebb tömegük révén kevésbé költséges az újrahasznosításuk. Toxikusságuk ellenére, a növényvédő szerek és műtrágyák biztonságosabbá és környezetbarátabbá váltak az elmúlt 50 évben. Jó látni, hogy csomagolásaik is követik ezeket az igényeket.

Összeállította: dr. Lehoczki László

Evans, J.: On the farm: agrochemical packaging = *Plastics Engineering*, 68. k. 5. sz. 2012. p. 8–11.