



A raktározás biztonságát zavaró tényezők, a szárítás és terményminőség összefüggései

Dr. Hoffmann Richárd

KE Agrár- és Környezettudományi Kar, Növénytudományi Intézet

A raktározott termény élő anyag, melyben az életfolyamatok nem szakadnak meg, csak lelassulnak, vagy épp szünetelnek. A termény minősége szempontjából a betakarítást követő precíz szárítás alapvető fontosságú. A szárítási folyamat szoros kontrollja révén kiszűrhetők azok a tényezők, amelyek változó nedvességtartalmú, gyakran a tárolhatóságot veszélyeztető nagyobb víztartalmú, ezért nehezebben raktározható terményt eredményeznek. A probléma összetett, a termény lehet túlszárt is, melynek következtében a termés- vagy a maghéj berepedezik, töredezik, végeredményben a termény porosodik, ami minőségromláshoz vezet és növeli a gombák fertőzési esélyeit.

Mi történik, ha gombákkal, baktériumokkal szennyezett a takarmány?

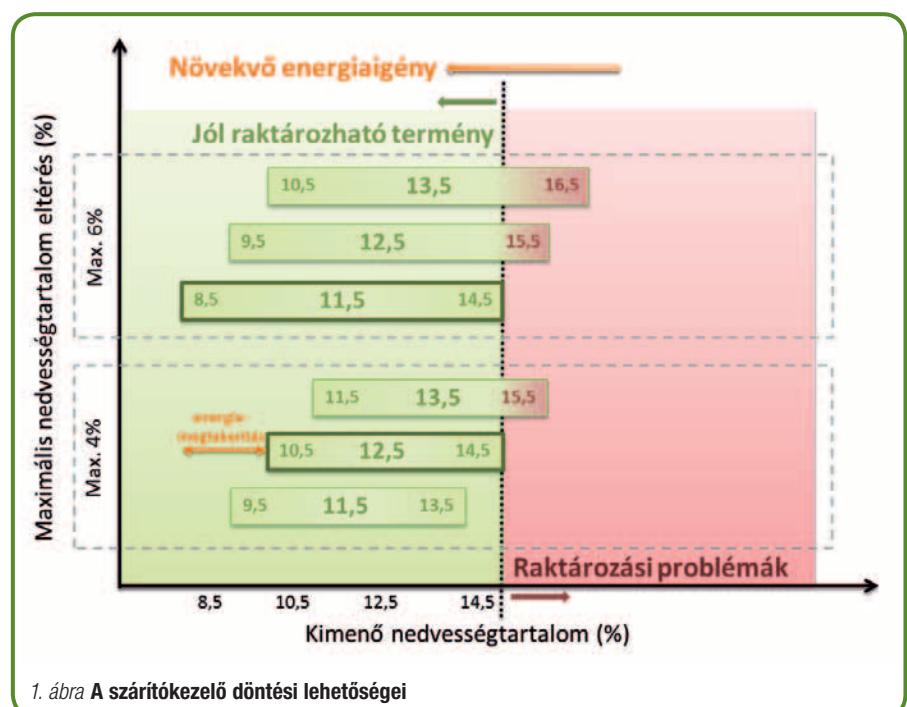
Mikrobák már a betakarított terményben is vannak. A növénytermesztés során főként a nagyobb víztartalmat igénylő, úgynevezett szántóföldi penészgombák, a tárolás során pedig a kisebb nedvességtartalom mellett, az úgynevezett raktári penészgombák okoznak problémát. Utóbbiak a raktározás során kedvező feltételeket találhatnak a szaporodáshoz. Ha a betárolt terményhalmozban meleg, párás klíma alakul ki, akkor az ehhez szükséges alapvető feltételek máris adóttak. A gyakorlat szempontjából veszélyes, fejlődésükhöz kevés vizet igénylő raktári penészgombák az *Aspergillus*- és *Penicillium*-fajok, amelyek számos toxint termelnek (aflatoxin, ochratoxin-A, citrinin, patulin, rubratoxin B), melyek termelés csökkentést és a toxinra jellemző megbetegedést idézhetnek elő. Sokan kiemelik a *Fusarium*-, az *Alternaria*-, ill. *Stachybotrys*-fajok jelentőségét,

melyek közül a *Fusarium*-fajok toxinjai, a zearalenon, a trichotecének és a fumonizinek jelentenek nagyobb veszélyt, amennyiben a tárolt

terményben számukra is kedvezőek a körülmények továbbszaporodásukhoz. A gombafertőzések következtében a termények eladhatatlan-



1. kép A hirtelen felhevülő terményt megrepeszti az ugrásszerűen növekvő belső nyomás – a termény gyakorlatilag elporlik



1. ábra A szárítókezelő döntési lehetőségei

ná válhatnak, ami jelentős gazdasági kárt okoz. A túlszáritott termék kiváló táptalaj a mikroorganizmusok számára. Az ilyen kukoricaszemekre nehezedő súly, valamint a belső nyomás miatt megreped a szem (1. kép), ennek következtében sok a törtszem és a liszt a száritóban, ami a magtárban is jelentkezik.

Ha mikrobákkal és toxinjaikkal szennyezett terményt kell etetni a jószággal, az állattenyésztőnek az összes szakértelmére szüksége van, ha határérték alatt akarja tartani a hús vagy a tej kérdéses paramétereit. De mi történt a raktárban? A raktár személyzete is a maximumot nyújtotta, sokat dolgozott, hogy határérték alatt tartsa a mikrobákkal szennyezett termék paramétereit. Akkor már csak a száritókezelők lehetnek a fő okozói a problémának? Gyorsan mentsük fel őket is, mert a kezelők is minden eszközt szakszerűen használtak, folyamatosan mérték a száraz termék nedvességtartalmát, ami átlagosan 13,5 %, azaz 14,5 % alatt volt, amikor mégsem, akkor újra rávezették a száritóra. A 14,5 % alatti nedvességtartalmú termék jól raktározható, **a baj magával az átlaggal van.** Az egyszerre kiadagolt terménytömegben ugyanis a nedvességtartalom-eltérés 5-6 % is lehet (1. ábra). Mivel a száritóból kiadagolt különböző nedvességtartalmú termék összekeveredik, a kezelő csak az átlagos nedvességtartalmat tudja mérni. A terménytömeg egy része 10,5 % - és túlságosan meleg is a túlszáritás miatt - a másik része 16,5 % nedvességtartalommal hagyja el a száritót. Így a mérhető átlag 13,5 %, ami alapján a száritóból kitarolt termék elvben raktározható.

Egy hűvös, jól szellőző tárolóban, ahol a termék megfelelően száraz, a gombák száma általában nem több mint 1.000 db/g, a baktériumoké 10.000 db/g. A szakszerűtlen tárolás, anyagmozgatás a gombák számát több tízezerre, a baktériumok számát több millióra növelik. Mindemellett a szakszerűen tárolt, de jelentős nedvességtartalom-különbséggel betárolt termék is növeli a mikrobák számát.

De hogy alakulhat ki a raktárakban ilyen helyzet? A raktárba naponta nagy tömegű 200-300 tonna termék

is bekerülhet a nappali időszakban, amikor a környezeti levegő hőmérséklete 20 °C felett is lehet. Mivel a száritott termék hűtésére környezeti levegőt használunk, így a hűtés határfoka rosszabb lesz. Akár 30-40 °C is lehet a nappal betárolt termék hőmérséklete a raktárakban, főleg ha a túlszáritás miatt bevezetett többlet hőenergiát is hozzávesszük. A 14,5 %-nál nedvesebb terményrésszel pedig nagy mennyiségű víz kerül a terményhalomba. Egyes száritókból a kiadagolt termék 40 %-ában 14,5 % fölött, a másik 40 %-ában pedig 11 % volt a nedvességtartalom. Ha két műszakban 400 tonna teljesítménnyel számolunk, akkor minden nap több mint 3000 liter víz kerül be a raktárba, ami az egyensúlyi nedvességtartalomnál nedvesebb terményben van. A túlszáritott termék tudna ugyan nedvességet felvenni, azonban ehhez sok idő kell és nedvességtanszport. Ezen a hőmérsékleten a nedvességtanszport ki is alakul a garmadán belül, és meleg, párás környezetet biztosít. A penészgombák is ott vannak és ezzel záródott a kör, minden feltétel adott a gombák szaporodásához.

Van megoldás a problémára?

A biztonságos tároláshoz a száritás eredményeként homogén nedvességtartalmú terményt kell biztosítani, ez azonban a kezelők számára rendelkezésre álló eszközökkel gyakran nem lehetséges. A száritóból kiadagolt termék heterogén nedvességtartalmát előidéző okokat azonban fel lehet deríteni. Homogén nedvességtartalom esetén a raktározás feltételei jelentősen javulnak, a mikrobák életfeltételei romlanak, kisebb költséggel (hatékonyabb energiafelhasználással) jobb terményminőség érhető el.

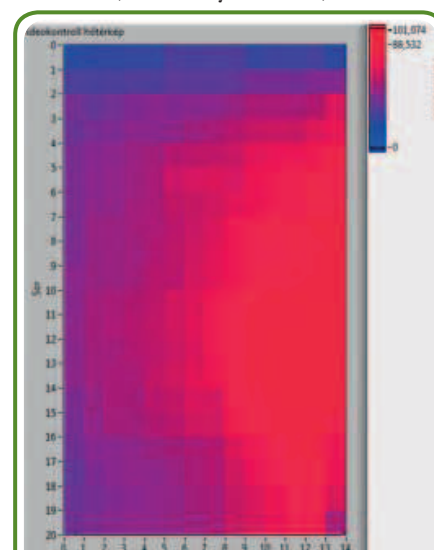
Elérhető a homogén nedvességtartalom?

Nagy dilemma a száritás során, hogy ha energiatakarékossági okból nem engedhető meg a túlszáritás, akkor a raktározás feltételei romlanak, mert a nedves tömegrész lesz több, a romlási folyamatok beindulhatnak.

Tehát ha kissé gyorsítjuk a termék áramlását a toronyban, akkor rövidebb időt tölt el a termék a száritózónában, kevesebb vizet veszít, de a torony egyes részeinek különböző vízelvonási tulajdonságai nem változnak. Ezért, ha az átlagos nedvességtartalom 11,5 %-ról 12,5 %-ra emelkedik, az alsó túlszáritott mennyiség csökken, felmegy 9,5 %-ra, a felső pedig 15,5 %-ra. Látható hogy az említett példához képest már megjelenik a 14,5 % fölötti nedvességtartalmú tömeg, ezzel már el is veszítettük a raktározás optimális feltételeit. Ha az átlagot 13,5 %-ra emeljük, akkor már 16,5 %-os nedvességtartalmú termék is lesz, ami a raktárban fentebb részletezett következményekkel jár. Ezzel együtt azonban csökken a túlszáritott tömeg.

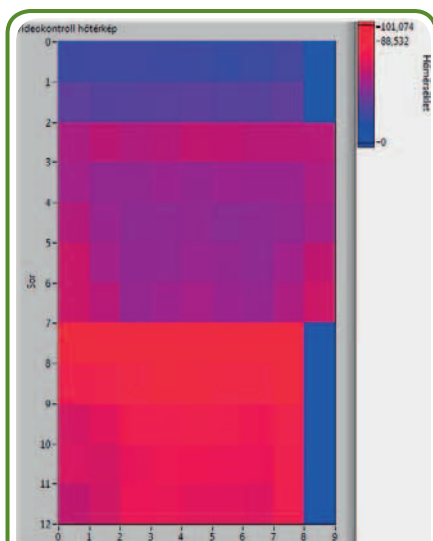
Ahogy az 2. ábra látható, a torony egyik felét 100 %-kal magasabb hőmérsékletű száritóközeg éri, mint a másikat. (A kilépőoldallal szemben állva szemléljük a toronyt, és a száritózónát elhagyó száritóközeg hőmérsékletét látjuk a hőképeken.) Ez a hőmérsékletkülönbség jelentős (6 %-os) nedvességtartalom-eltérést okoz az előbbi ábrán szereplő száritóból kiadagolt kukoricában.

A kazánoldal hőmérsékletének homogenitását biztosító keverőidomok beépítése után a nedvességtartalom-különbség jelentősen csökkenthető. Ha pl. már csak 4 % (6 % helyett), akkor már megalapozott a 11,5 % helyett a 12,5 %-os át-

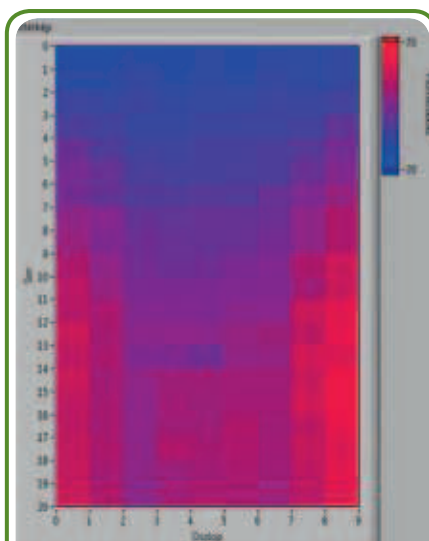


2. ábra Száritó torony hőképe, felülről lefelé haladva. A lényegesen melegebb jobb oldalon végig haladó termék sokkal szárazabb lesz, mint a bal oldalon

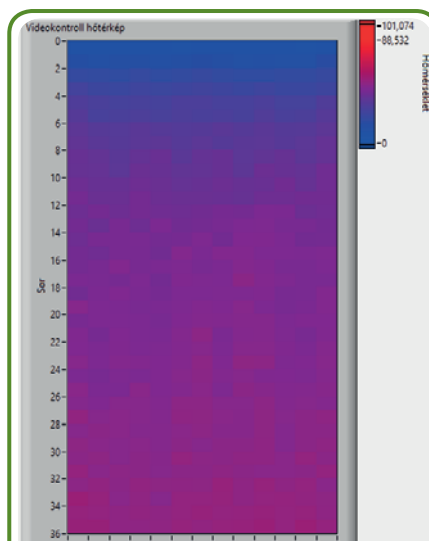




3. ábra A torony alsó harmadában több ponton 100 °C feletti a kilépő szárítóközeg hőmérséklete



4. ábra A termék mozgása a toronyban. A sötétebb színek középen gyorsabban haladó terményt jeleznek



5. ábra Egy optimalizált szárító jellemző hőképe

lag mellett dönteni, mert a feltételeket biztosítottuk ehhez és 9,5-15,5 % helyett, 10,5-14,5 % lesznek az új szélsőértékek. A példából látható, hogy Magyarországon gyakorlat a túlszáritás. Ezzel a megállapítással több fórumon lehetett találkozni az elmúlt évtizedekben. Mégis be kell látnunk, hogy a kezelő személyzetnek nincs más eszköze, ha a szárítóból nagy nedvességtartalom-eléréssel jön ki a termék. A raktározási problémákat – megfelelő eszközök hiányában – sok helyen túlszáritással igyekeznek elkerülni. Ez azt jelenti – fenti példánknál maradva – hogy a felső nedvesség-határ 14,5 %, ekkor azonban az alsó érték 8,5 %, az átlag pedig 11,5 %. Erre a nedvességtartalomra szárítá-

ni költséges (a nedvességtartalom csökkenésével egyre több energiára van szükség minden további 1 % nedvesség elpárologtatásához). A jelentős túlszáritás továbbá a beltartalmi érték csökkenésével is együtt jár, ami nehezen számszerűsíthető, de jelentős veszteség (elsősorban az előállított alapanyagok minőségében jelentkezik). Továbbá a termék értékesíthető súlyát is csökkenti, ezen keresztül az értékesítési volumen és a bevételek is csökkennek. Kukorica esetében már 80 °C felett, károsodással kell számolni, nő a pörkölt szemek részaránya (3. ábra). A létfontosságú aminosavak mennyiségének csökkenése pedig már 50 °C maghőmérséklet felett elkezdődik.

A szélsőértékek további közelítésében a következő lépést akkor lehet megtenni, ha a termék áramlási sebességének a kiegyenlítése érdekében (a termék a torony középső részében történő gyorsabb esésének csökkentésével) is tettünk sikeres intézkedéseket (4. ábra). A jól beállított szárítóban a termék fentről lefelé haladva lassan felmelegszik, a hűtőzónába lépve 50 °C körüli hőmérsékletű, amikor a nedvességtartalma 13,5 %. Nincsenek kiugró hőmérsékleti értékek, így kíméletesnek nevezhetjük a vízelvonásnak ezt a kontrollált módját (5. ábra).

Van megoldás!

A megoldást ma a *precíziós szárítás* alapelveinek megvalósítása, a légtechnika optimalizálása, a termékáram kiegyenlítése jelentheti. Napjainkban már létezik komplex szárítófelügyeleti rendszer, amivel megakadályozható a túlszáritás, vagy a nedves termék raktárba kerülése és diagnosztizálható a vízelvonás folyamata. Nem utolsósorban elkerülhető a toronyban fennakadt termék (2. kép) túlmelegedése, melynek tragikus következménye a szárító beizása és a szárítótűzek.

Fotó: 1. kép – Speiser Ferenc,
2. kép – Speiser Gábor
Az ábrák forrása: terményszárítás.hu



2. kép Toronyban fennakadt kukorica, mely tűzveszéllyel fenyeget