

A terményszárításról üzemeltetői szemszögből

Öt részes sorozatunkkal szárító tulajdonosok és üzemeltető szakemberek számára szeretnénk a gyakorlatban is jól használható információkkal szolgálni. A legfrissebb kutatási eredményeinket és a legmodernebb technikát vonultatjuk fel.



Önnek is szól sorozatunk, ha a szárítógyártóktól független mérési eredményekre vagy a tűzveszélyt fokozó helyzetekre, megoldási javaslatokra kíváncsi. Igyekszünk közérthetően fogalmazni a szárítás folyamatára koncentrálva, hogy eltérő szakirányú és képzettségű szakemberek számára is egyértelműek legyenek a következtetések, ajánlások. Célunk, hogy széles körben használható megoldásokat adjunk, és érdemesnek találják arra a sorozatot, hogy ott legyen a lap vagy a cikke másolata minden szárítókezelő keze ügyében.

A szemestermény-szárítók egyenlőtlen hőterhelése

Azt gondolhatjuk, hogy ha a szárító vezérlőpultján a belépő hőmérsékletet 100°C-ra állítjuk, a szárítózóna teljes felületén 100°C-os levegővel szárítunk. A gyakorlatban azonban jelentős eltéréseket is mértünk. Miért veszélyes ez? Összetett kérdés, de beszéljenek az adatok...

Az elmúlt szárítási szezonban is sok különböző gyártmányú mezőgazdasági szemestermény-szárítóban keletkezett tűz. Annak dacára történt mindez, hogy az idei enyhe őszi idő és a termények alacsony nedvességtartalma kedvezett a technológiának, jelentősen csökkentve a szárítótűzek kialakulásának valószínűségét.

2010-ben, amikor a nyár is csapadékosabb volt és az őszi is, nem tudtak a termények „lábon” megszáradni. Magasabb volt a nedvességtartalma a napraforgónak és kukoricának is, október közepén már hideg télies időjárás volt. Ebben az évben az átlagnál is gyakoribbak voltak a tüzesetek. Békés megyében például kilenc terményszárító torony gyulladt ki három hónap leforgása alatt.

A nedvesebb terményt jóval magasabb hőmérsékleten szárították, ami önmagában is veszélyesebb. A magas hőmérséklet azonban további kedvezőtlen reakciót is kivált a terményből, a kukoricaszemek megizzadnak, könnyen összetapadhatnak.

A modern szárítótételek értéke gyakran a 100 millió forintot is meghaladja, ezért nem mindegy, hogy felderítik-e a tapasztalható előjelek hátterét, vagy továbbra is ülnek a puszkaporos hordón. Vannak-e árulkodó jelek, amik fokozottabb veszélyre utalhatnak? Ha fény derül adott típusú szárító tűzveszélyt fokozó tulajdonságaira, azokat rendszerint ki

lehet küszöbölni vagy jelentősen mérsékelni lehet a hatásukat.

A tűz kialakulását, az esetek döntő többségében, a terményáramlás megakadása előzi meg. (Az elakadás kialakulásának folyamata lesz a cikksorozat következő témája „Előzzük meg a szárítótűzet” címmel.)

Most a másik legfőbb okot világítsuk meg, ez pedig a szárítózóna *egyenlőtlen hőterhelése*, esetleg extrém magas hőmérsékleti értékkel párosulva.

Legveszélyesebb a helyzet, amikor az elakadás és a magas hőterhelés a toronynak ugyanazon a pontján egyszerre lép fel.

■ ELTÉRŐ HŐMÉRSÉKLETŰ LÉGTÖMEGEK A KAZÁNTÉRBEN

A kazánoldalon a hőtermelő egységek feletti térben sajnos igen gyakran, jelentősen eltérő hőmérséklet tapasztalható. A környezeti levegő akár 0°C közelében is lehet őszi hajnalokon. Mivel környezeti levegőt használunk a szárításhoz, így hideg légtömegek is bejutnak a kazántest mellett a kazán feletti térbe, miközben a láng környezetében lényegesen melegebb levegő van. Azt gondolnánk, hogy felfelé majd összekeveredik, de mégsem ez történik. A különböző hőmérsékletű légtömegeket eltérő fizikai tulajdonságok jellemzik, a hideg sűrűbb, nehezebb,

a meleg könnyebb. Az említett szélsőséges hőmérsékleteket figyelembe véve jelentős a fajsúlykülönbség, így képes elkülönült tömegként mozogni a meleg és a hidegebb levegő. Mindezeket igazolják a szárítózóna teljes felületét átfogó vizsgáataink.

■ A SZÁRÍTÓ HŐMÉRSÉKLET ELOSZLÁSÁNAK FELTÉRKÉPEZÉSE ÉS AZ ADATOK ÉRTÉKELÉSE

Minden levegő kilépőnyílásba hőérzékelőt telepítettünk és ezek segítségével folytattuk a tesztek. Az így gyűjtött adatok a szárító üzemállapotát jellemzik, de az üres torony és a szárítási folyamat jellemzőinek feltárására, diagnosztizálására is alkalmasak.

Három különböző típusú és méretű torony adatait mutatom be. Mindhárom toronyon ellenőrizzük a hőmérséklet eloszlást, kettőnél üres, egyenél pedig terménnyel feltöltött állapotban. A képek a toronyokat a kilépő nyílásokkal szemben állva jelenítik meg, mintegy hőmérsékletértékekből felépítve a szárítót.

Az 1. ábrán látható, hogy a szárítózóna kilépőnyílásaiba helyezett hőérzékelők a torony közepénél 50–80%-kal magasabb hőterhelést mutatnak egy keskeny sávban. Néhány perc üzemidő után 104 Celsius-foknál leállítottuk a mérést, mert a magas hőmérséklettel nem akartunk kárt okozni.

A maximum értéktől egy méterrel jobbra 60–70°C-os értékek is vannak. Ez súlyos mértékű eltérés és rendkívül veszélyes is, ugyanis csupán 68°C volt a kezelő által látható érték a gyári vezérlőpulton. Ebben az esetben a légcsatornát feltétlenül módosítani kell.

VIDEOKONTROLL 76													Átlag: 83,05
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	57,7	58,3	56,2	55,4	52,4	1							
2	60,9	62,4	60,6	57,7	53,6	2							
3	62,7	63,9	64,2	60,6	56,8	52,4	3						
4	68,6	70,0	70,0	66,2	58,0	54,5	4						
5	76,8	77,1	75,9	65,9	60,1	53,0	5						
6	84,1	85,5	81,4	72,4	61,2	53,6	6						
7	87,0	95,8	91,7	84,1	70,3	61,2	7						
8	94,3	101,1	104,0	96,7	81,7	73,2	8						
9	92,0	100,2	98,4	89,9	86,1	77,6	9						
10	72,1	80,9	82,6	81,2	77,6	77,6	10						
11	65,0	69,7	70,0	69,4	65,0	11							
12	52,4	57,7	57,4	54,8	46,6	12							
13	31,1	27,0	26,7	27,8	28,4	13							
14	24,0	24,0	24,0	23,7	23,1	14							

▲ 1. ábra: üres torony egyenlőtlen hőterhelése, túlterhelés kis felületen

A 2. ábrán jól látszik, hogy a túlságosan magas hőmérséklet nagyobb felületen is kialakulhat. Három perc alatt elérte a hőmérséklet a 109°C-ot, ekkor megállítottuk a tesztet.

Érdekes kérdés, hogy hány Celsius-fokon került volna egyensúlyba a beszívott légmennyiség és a bevezetett hőenergia, de nem ezt vizsgáltuk. Mindenesetre a terménnyel feltöltött torony hőterhelése még ennél is magasabb lenne ugyanezen a gáznyomáson. A termény ellenállása miatt ugyanis csökken a toronyon átszívott levegő mennyisége, a bevezetett hőmennyiség pedig nem változik.

Mivel a két oldal közötti eltérést alapvetően a levegő fajsúlykülönbsége és a hőtermelő egység aszimmetrikus működése okozza, az eltérés a torony feltöltött állapotában is megmarad.

A szárítózónából kikerülő termény nedvességtartalmát több ponton vizsgálva jelentős, akár 5-6%-os eltérést is mérhetünk, egyebek mellett az egyenlőtlen hőterhelés következményeként. Könnyen belátható, ha a szárítózóna egyik felét folyamatosan 30-40%-kal magasabb hőterhelés éri, az itt áthaladó termény gyorsabban szárad, mint az alacsonyabb hőterhelésű oldalon.

A teszt célja nem a toronyban uralkodó maximális hőmérséklet meghatározása volt, hanem a homogén hőmérséklet és az egyenletes hőterhelés megvalósításához szükséges adatok, információk megszerzése. A terménnyel feltöltött torony is megállapítható, ha a kazánoldali hőmérséklet inhomogén.

Kíméletes és egyenletes a szárítás, ha a toronyba felül betöltött hideg termény normál esetben 20°C körüli értékről soronként, fokozatosan melegszik fel 45-50°C közötti érték-re, a lehető legkisebb soron belüli eltéréssel.

Ezzel szemben a 3. ábrán a 2. sort követően 30, a 7. sort követően 40°C-os hirtelen emelkedés látszik. A szárítóból, illetve a nedves terményből kilépő szárítóközeg csak akkor lehet ilyen magas hőmérsékletű, ha a kazánoldalon 150°C, vagy még ennél is magasabb a toronyba belépő levegő hőmérséklete. A kiugró értéket mutató két keskeny, vízszintes sávban – 3. és 7. sor – extrém hőterhelést kap a mag. Eközben a gyári vezérlőpulton veszélyre utaló jelzést, vagy hőmérséklet értéket nem láttunk. A gyári hőérzékelő a toronynak egy alacsonyabb hőmérsékletű szakaszán van felszerelve.

VIDEOKONTROLL 208													Átlag: 87,52
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	79,7	85,3	89,1	83,2	79,1	74,7	73,5	67,1	64,7	60,6	60,1	53,6	49,5
2	86,4	90,5	89,1	86,1	82,3	77,3	74,1	70,9	67,4	65,6	62,4	61,2	57,1
3	94,0	98,7	98,7	94,3	89,4	79,1	81,7	78,5	75,6	73,8	72,1	70,9	67,4
4	100,8	106,8	103,4	99,6	94,3	86,1	84,1	82,4	79,7	78,5	77,9	76,5	72,9
5	109,7	107,5	106,6	101,4	96,4	88,6	83,2	84,6	81,4	79,1	79,4	78,2	75,6
6	106,9	109,0	106,6	103,4	97,9	89,9	85,3	82,0	82,0	80,0	83,2	80,0	78,2
7	102,5	107,8	105,5	103,4	97,6	91,7	86,7	84,7	81,7	80,3	80,0	80,9	77,6
8	102,0	104,3	103,7	99,9	95,8	91,1	85,3	83,5	81,4	80,0	80,3	80,3	77,3
9	101,1	104,6	99,3	103,4	94,6	89,6	85,3	83,2	79,4	79,7	80,0	78,8	77,3
10	99,0	101,7	97,9	97,6	94,9	89,1	80,3	82,3	80,3	77,1	80,3	79,7	74,4
11	95,5	97,0	97,3	97,6	93,2	88,2	83,2	82,3	79,4	78,8	77,6	78,2	76,2
12	94,9	86,1	94,3	92,9	90,8	86,4	82,4	81,4	80,0	80,0	79,7	78,8	76,2
13	89,4	93,2	90,8	89,4	88,5	85,3	82,3	80,3	79,4	79,1	77,3	77,3	75,3
14	87,0	88,5	84,1	83,8	81,7	80,0	77,9	76,5	75,9	75,0	76,2	73,8	73,8
15	79,7	78,5	75,9	74,7	71,5	70,0	70,6	69,4	68,3	67,7	68,3	68,3	67,1
16	51,9	57,4	53,3	51,3	46,3	46,3	45,7	45,4	42,8	41,3	41,0	44,2	45,7

▲ 2. ábra: üres torony hőterhelése. Jól látható, hogy a túlterhelés a torony bal felére terjed ki

Az ilyen átmenetileg fellépő hőszokk nem előnyös a termény minőségére, nem mondható kíméletesnek sem, és nagyon tűzveszélyes.

MIÉRT KÁROS A TERMÉNYRE A TÚLSZÁRÍTÁS MIATT FELLÉPŐ MAGASABB MAGHŐMÉRSÉKLET?

A 2. ábra bal oldalán látható 40%-os többlet hőterhelés a toronynak ezen a felén áthaladó terménynek a túlszáradását okozza. Ezt könnyen beláthatjuk, hiszen ugyanannyi idő alatt teszi meg az utat a torony tetejétől a szárítózóna aljáig, mint a jobb oldalon haladó termény, miközben magasabb hőmérsékletű szárítóközeget kap folyamatosan. Méréseink szerint a 11%-os nedvességtartalmú termény maghőmérséklete a 60°C-ot is meghaladja. Az aminosavak, vitaminok károsodása pedig már 50°C fölött fokról fokra egyre nagyobb mértékű.

A 2. ábrát tovább vizsgálva nem nehéz belátni, hogy az egész évben szárított mennyiség bal oldalon áthaladó fele magasabb energiaköltséggel párosulva, túlságosan szárazan és magasabb hőmérsékleten kerül a raktárba. A jelzett beltartalmi veszteségeket is elszelve, miközben az értékesíthető tömeg is kevesebb lesz, amit nem kompenzál senki az értékesítés során. A szárítási folyamatban az átlagos nedvességtartalom 13,2% volt a mérés során, így 14,5% fölötti nedvességtartalmú kukoricát is találtunk a rendszerben, ami a túlszártott tömeget kompenzálta az átlag érték-re, ez a torony jobb feléből érkezett.

AZ ELTÉRŐ NEDVESSÉGTARTALMÚ TERMÉNYEK TÁROLÁSÁNAK NEHÉZSÉGEI

A nem kellően száraz terménytömegek életetert biztosíthatnak a toxinokat termelő gombáknak. A 14,5% egyensúlyi nedvességtartalmat meghaladó víztartalmú termény a raktározás során penészesedésre hajlamos.

A szemestermény-szártók hűtőzónáját a gyártók általában úgy jellemzik, hogy a termény hőmérséklete a szárítás befejezésekor a környezeti hőmérséklet + 10°C. Napfényes őszi nappalokon nem ritka, hogy 20°C fölé kúszik a hőmérséklet. Ilyenkor előfordulhat, hogy 200-300 tonna 30°C-nál mele-

VIDEOKONTROLL 101													Átlag: 58,35
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	22,6	23,1	22,9	22,6	22,6	21,7	22,9	24,6	1				
2	31,3	29,9	30,2	31,6	31,9	30,8	30,8	32,5	2				
3	51,0	57,4	54,2	55,1	59,8	58,6	56,5	56,8	52,4	3			
4	41,6	45,1	46,6	48,9	48,3	49,5	48,6	48,6	46,6	4			
5	40,7	43,1	43,4	43,9	43,9	43,1	43,9	42,8	40,7	5			
6	42,5	42,5	43,1	43,1	43,4	43,7	42,8	43,1	42,8	6			
7	46,9	44,5	43,7	44,8	44,8	44,2	44,2	46,0	45,4	7			
8	77,9	80,0	83,5	85,5	86,7	85,0	85,0	86,1	8				
9	62,7	65,0	67,4	69,1	69,4	68,3	68,8	68,6	9				
10	54,8	56,2	56,5	57,4	59,2	59,2	58,0	58,3	10				
11	54,2	48,0	52,1	52,7	52,4	52,4	53,0	54,5	11				
12	52,7	47,5	48,6	50,7	51,0	50,7	49,5	56,8	12				

▲ 3. ábra: a terményből kilépő szárítóközeg hőmérséklete, kukorica szárítása során

gebb termény kerül a nappali időszakban a raktárba, akár több napon át, együtt a még nedves terménytömeeggel. A nem kellően száraz szemekből ez a hőenergia nedvességtanszportot indít el a terményhalmazban belül. Az őszi időjárás természetes tartozéka a hajnali fagypont körüli hőmérséklet is, ami a felső réteg gyorsabb lehűlését okozza. Ezen a hideg külső rétegen a garmadán belül keletkezett pára lecsapódik, amitől a kukoricaszemek megduzzadnak és egyre keményebb, tömörebb zárórteget alkotnak. Beindul ezzel egy kedvezőtlen folyamat, párárt és meleget biztosítva a toxinokat termelő gombák szaporodásának.

További kellemetlen hatás, hogy a raktárt és a szárítót kezelő személyzetet mindez arra sarkallja, hogy a következő szárítási szezonban az előzőnél is nagyobb mértékben szárítsák túl a terményt. Ez pedig magasabb maghőmérséklettel, még nagyobb beltartalmi érték veszteséget fog okozni és magasabb energiaköltséget, de talán mérsékli a toxintermelődést és a penészesedés arányát. Örögi körnek tűnik, de van kitérés lehetőség!

MILYEN JELEK UTALHATNAK A FOKOZOTT VESZÉLYRE?

Ha egy ürítésen belül nem lehet két egyforma nedvességtérleket mérni, akkor érdemes alaposabban megvizsgálni a körülményeket, mert könnyen lehet, hogy a fentebb bemutatott helyzet áll fenn. Nem jó jel az sem, ha a szárított terményben megbarnult szemek találhatók. Ez a torony kisebb-nagyobb felületeinek extrém mértékű hőterhelésére utal.

A gondos szárítás ellenére a raktározás során kemény, nedves réteg képződik a terményhalom tetején, penészes szemek vagy réteg látható a kitároláskor.

Mindezt a szárító egyenlőtlen hőterhelése is okozhatja. Már a meleg levegő oldal hőmérsékletének homogenizálásával is jelentősen csökkenthető a nedvességtartalom eltérés, például terelő idomok beépítésével. Azonban alapos vizsgálatot és tervezést követően ennél is tovább lehet lépni. Miközben következetesen az egyenletesebb belépő hőmérsékletre és a homogén nedvességtartalomra törekszünk, a szárítás művelete egyre hatékonyabb, gazdaságosabb lesz és a tűz kialakulásának esélye is jelentősen csökken.