

Dr. Szócs István

Gabonatárolók tűz- és vagyonvédelme

A stratégiai és intervenciós gabonakészletek tárolásának feladatai új, nagykapacitású tárolótérek kialakítását tették szükségessé. Új feladatként jelent meg a tűzvédelmi ipar számára a biodízel üzemanyagok előállítására alkalmas üzemek megjelenésével kapcsolatos veszélyforrások kezelése, a maguk tűzveszélyes folyadék tároló tartályainak és olajos magvai silóinak vagyonvédelmi, környezetvédelmi problémáival. Új megoldást mutat be szerzőnk.

1. Előzmények

A nagy vagyoni értékek felhalmozása felvetette a fokozott vagyonvédelem kérdését. Tekintve, hogy ezt a problémakört csupán a gabonatárolók tűzvédelmére vonatkozó xxxxx szabvány érinti, és ez kizárólag a bekövetkezett tüzesetek által okozott kár mérséklésére szolgáló műszaki megoldások előírásával foglalkozik, szükségesnek éreztük a magasabb szintű tűzvédelmi műszaki megoldásnak, a tűzmegeelőzésnek lehetőségeit kutatni.

A tűzvédelmi és a gabonatárolás szakmai követelményei abban egyeznek, hogy a tárolt anyag hőmérsékletét időszakos ellenőrzéssel vagy folyamatos adatgyűjtésre alkalmas monitoring rendszerrel figyelemmel kell kísérni, és a hőmérséklet megfutása esetén az egyébként néhány nap alatt bekövetkező, károsodásig menő folyamatot meg kell állítani. A legkézenfekvőbb, és a tárolástechnika szokásos eszközkészletével könnyen megvalósítható megoldás az áttárolás, esetleg egy közbeiktatott szárítási lépéssel.

A szóbajöhető tűzmegeelőzési eljárásokat a gabonatárolás szakmai elvárásai korlátozták. Nem volt lehetőség olyan módszerek kidolgozására, amelyek alkalmazása során a tárolt gabonatómeg hőmérsékletének emelkedése esetén például víz bejuttatásával lehetett volna a megindult káros folyamatokat megállítani, mert ez a gabona tönkremenetelét, beltartalmi értékének teljes elvesztését eredményezhette volna.

A gabonatómeg belső hőmérséklete mérésének kötelezettségét jogszabály írja elő, ezért felvetődött annak a műszaki megoldásnak gondolata, hogy abban az esetben, ha az egyik mérőszonda környezetében a hőmérsékletváltozás tendenciája egyértelműen emelkedővé válik, a helyi hőtorlódás megállítása céljából a hőérzékelőket tartó bemező szondák csövein keresztül valamilyen száraz, hideg közeget kellene befúvatni az anyagtömegbe. Ez a technológia kielégítené a megeelőző tűzvédelem technikai követelményeit abban az esetben, ha a befúvott gáz a köztes tér levegőjének oxigéntartalmát megfelelő mértékben csökkentené.

Ezzel a megoldással szemben viszont felmerült az a gabonatárolás-szakmai aggály, hogy a befúvott gáznemű közeg az expanzió folytán lehül, és a gabonaszemek köztes terében lévő levegőnedvesség a keletkező hideg góchoz vándorolva helyi átnedvesedést okoz, az ismert hátrányokat eredményezve.

A másik felvetés szerint a befúvott gáz kiszámíthatatlan élettani és kémiai hatása miatt a gabonaszemek összetétele megváltozhat, használati értéke romolhat.

Ezeket a kérdéseket a kutatás-fejlesztés során sikerült meggyőző módon megválaszolni, és egy olyan technológiát kidolgozni, amely képes a megeelőző tűzvédelem és a gabonatárolás követelményeit mindkét terület számára előnyös módon teljesíteni.

2. A műszaki feladat ismertetése

Feladatul tűztük ki egy olyan eljárás kidolgozását, amely a tűzvédelmet a megelőzés módszerével valósítja meg, miközben a gabonátárolás szakmai elvárásait nem sérti, sőt, ezen a területen is járulékos biztonságnövekedést okoz, a termény biológiai károsodását is megelőzi.

2.1 A tűzmegeelőzés

A tűzkeletkezési okok között ismert tény, hogy a betárolt gabona, -bármely tárolási módot is alkalmazzuk- két fő veszélyforrásnak van kitéve. Az egyik a gabonában megmaradt, technológiai előírások be nem tartásából származó túlzottan magas nedvességtartalom miatt meginduló erjedési, gombásodási, befülledési jelenség. Ezek az élettani folyamatok hőtermelők, és öngerjesztők.

A kémiai reakciók mechanizmusának vizsgálatából ismert, hogy a reakciósebesség a közeg hőmérsékletének 14 Celsius fokonkénti emelkedésével megduplázódik. Valószínű, hogy ez a jelleg a biokémiai folyamatokra is érvényes, ezért egy exponenciális jelenséggel állunk szemben.

Nehezíti a helyzetet a reakcióter rossz hőcseréje, a keletkező hő felhalmozódik, és lokális túlhevülést okoz. Az idő előrehaladtával a hőmérséklet eléri a gabona gyulladási hőmérsékletét, ami később az öngyulladás következtében a gabona megsemmisülését eredményezi.

A jelenleg ismert tűzvédelmi előírások csupán a veszélyhelyzet eszkalálódásának megelőzésére adnak megoldást, a tárolótartályt (fém silót) külső hűtőberendezés (vizes szórófejes hűtés) beépítésével védik.

A másik melegezési folyamatot megindító hatás a gabonában található rovarok, lepkék, lárvák élettevékenységének következménye. A gabonaszemek köztes terében található levegő lehetővé teszi ezek szaporodását, amelynek a tűzvédelmi szempontokon kívül a terményben okozott veszteség a káros hatása.

2.2 A gabona állagának megóvása

A gabona tárolása során többféle veszteség keletkezik az ösztömegben. Ezek oka lehet természetes, mint például a rovarok, madarak és rágcsálók által elfogyasztott mennyiség, a penészgombák elszaporodása, a gabona légzése közben bekövetkező tömegveszteség. Más részüket az emberi tevékenység eredményezi, például a szárítás és az átrakás műveletei közben keletkeznek.

Dr. Tomay Tibor¹ kimutatja, hogy a gondos szellőztetési technológiával és a szokásos módon alkalmazott raktárközponti berendezések használatával a következő veszteségekre kell számítani:

értékcsökkenés látható fertőzés miatt	0,33%
kár a termék száradása miatt	0,48%
szellőztetés miatti tömegveszteség	<u>0,50%</u>
veszteség összesen:	1,31%

Ilyen módon okoz veszteséget a hőmérséklet emelkedésének áttárolással történő megszüntetése is, egy időben a szemtöréssel minőségromlást is okozva.

¹ Dr. Tomay Tibor: Gabonátárolás, Gabonatrösz, 1984, pp 470-471.

További veszteségekkel is kell azonban számolnunk a hagyományos raktározási technológiák alkalmazásánál.

Veszteség a tápértékben

A gabonafélék beltartalmi értékét a szénhidrát, rostok, fehérjék, és a vitaminok adják. A tárolás alatti fehérje és vitamintartalomcsökkenés hátrányosabb, mintha a rostanyag, a szénhidrát vagy a víztartalom csökkenne. Bizonyos rovarfajok (*Cadra cautella*) főleg a gabonacsírárt támadják meg, amelynek legnagyobb a fehérje és vitamintartalma. Tápértékben sokkal nagyobb veszteséget okoznak, mint a tömegcsökkenés.

Minőségcsökkenés

A tömegveszteség mellett a fertőzések hatása is jelentős veszteségként jelentkezik. A rovarok, férgek által megtámadott gabona ürülékkel szennyezett, fizikai-kémiai tulajdonságai megváltoznak. A megrágott szemek mennyisége általában háromszor akkora, mint az okozott tömegveszteség.

A mikrobiológiai jellegű támadások is jelentős elváltozásokat okozhatnak. A fehérjebomlás, a zsíravasodás a tápérték csökkenését eredményezik. A makro- és mikrobiológiai fertőzések rontják a csírázóképeséget. A keletkező mikotoxinok alkalmatlanná tehetik a gabonát bizonyos célokra történő felhasználásra, pl. malátakészítésre.

Korábban a gabonafertőzések megállítására, az ebből bekövetkező veszteségek megelőzésére Malathion vagy Foszfín kezelést alkalmaztak. Ismertek az elektronsugaras, gammasugaras kezelésekre vonatkozó próbálkozások is, de ezek nem voltak a gyakorlatba jól átültethető megoldások. A kémiai eljárások az egészség veszélyeztetése miatt, ökológiai és gazdasági okokból elfogadhatatlanná váltak.

Ismert még a hűtéssel történő tartósítás módszere is, de ennek elterjedése is korlátozott.

A fenti veszteségek mértékét természetesen befolyásolja

- a gabona állapota
- a raktározási rendszer
- a raktározás időtartama.

Mindezen veszteségek azonban megelőzhetőek az úgynevezett **Szabályozott Atmoszférás Tárolással**.

Az eljárás lényege az, hogy a tárolótérben, illetve a gabonaszemek köztes hézagában lévő levegőnek oxigéntartalmát inert gáz szabályozott adagolásával lecsökkentjük.

A hagyományos tárolási technológiák veszteségeit összehasonlítva az alábbi eredményt kapjuk:

átforgatás és kémiai fertőtlenítés vesztesége:	1,5...3,4%
szellőztetés és kémiai fertőtlenítés	0,5...1,5%
hűtés	0.....0,5%
szabályozott atmoszférás technológia	0%

A szabályozott atmoszférás rendszer kiküszöböli minden –rovarok, férgek, illetve a gabona légzése következtében bekövetkező veszteséget. Lehetővé teszi a penészgombák szaporodásának lassulását. Ez a technológia lehetővé teszi a tömegveszteségek elkerülését, mivel a terményt nem kell szárítani. Az állandó és egyenletes hőmérséklet, a nedvességtartalom megtartása megvédi a nedvességvándorlástól és a felszálló gázok okozta hőmozgástól.

3. Nemzetközi szakmai kitekintés, ismert ajánlások, előírások

A hermetikus tárolás

A szabályozott atmoszférás gabonátárolás legkezdetlegesebb, -és így fejlődő országokban vagy rossz gazdasági adottságok mellett alkalmazott- formája az anaerob tárolási mód. Az Izraeli Mezőgazdasági Kutató Szervezet, az ARO kutatási jelentést tett közzé Hermetikus Gabonátárolás² vizsgálata során szerzett mérési eredményeiről, a tárolási módszer műszaki ajánlásairól. A szerzett gyakorlati tapasztalatok közvetlenül felhasználhatók, mivel bemutatja a spontán hermetikus tárolásnak, mint alternatív megoldásnak összehasonlítását a korszerűnek mondható merevszerkezetű tárolóterek üzemeltetésével és gazdaságosságával. Az eljárás lényege, hogy a gabonát legtöbbször műanyagleplel bélelt földverembe öntve tárolják, a halom felszínét is gondosan beborítva, légmentesen szigetelve. A megoldás fejlettebb formájában szilárdfalú tárolótereket bélelnek ki hermetikusan, így valósítják meg a konzerválást. A légcserementes tárolás során az élő szervezetek, a mag, a rovarok és gombák a gabonaszemek köztes hézagában lévő levegő oxigéntartalmát élettevékenységükhöz elhasználják, olyan széndioxid koncentrációt hozva ezzel létre, amelyben életfunkcióik leállnak. Különösen előnyös ennek a módszernek alkalmazása melegebb égövi területeken, mert ott a hermetikusan zárt tárolás előnyeit biztosító élettani folyamatok gyorsabban lezajlanak, hatásuk fokozott. A rovarok pusztulása igen rövid idő alatt spontán bekövetkezik.

Mivel a széndioxid életgátló hatása erősebb, mint a szóbajöhető, gazdaságosan felhasználható inertizáló hatású nitrogéné, a mai gyakorlat ennek használatát részesíti előnyben.

Szabályozott atmoszférájú gabonátárolás épített létesítményekben

Kanadában, a Winnipegi Gabonátárolási Kutató Központban közzétett jelentés³ a tárolt gabona rovarmentesítési eljárásainak összefoglalóját adja. Megállapítja, hogy a malathion és a metilbromid alkalmazása ma már nem megengedett, kizárólag foszfin és széndioxid használható fertőtlenítésre. A foszfin igen hatásos a lárvák, peték, bábok és felnőtt rovar egyedek esetében, azonban az emberre nézve is igen erős méregnek számít.

2002. december 31-től a széndioxiddal végzett fertőtlenítés nyert létjogosultságot. A jelentés részletesen ismerteti az alkalmazással nyert tapasztalatokat, a hőmérsékletnek, a CO₂ koncentrációnak és a beavatkozás hatásosságának összefüggéseit. A széndioxid használatát előnyössé teszi, hogy az alkalmazás után a terményben nem maradnak vissza egészségre káros vegyi anyag szennyezések, és a kezelés nem befolyásolja hátrányosan a mag genetikai tulajdonságait, például csírázóképeségét.

Az Európai Unió Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezete ajánlást adott ki⁴ a szabályozott atmoszférás gabonátárolás alkalmazásáról.

Az ajánlásban részletesen, technikai-technológiai adatok ismertetésével adja meg a hatékony fertőtlenítés paramétereit. Leírja az alacsony oxigéntartalmú atmoszférák hatását, a széndioxid atmoszférák alkalmazását, a gáztömörégi követelményeket, a tömítési eljárásokat és a gáztömörség tesztelési módját. Az inertizálás módszertani ismertetésében a nitrogénellátás módjait, a felhasználás egyes lépéseit, a gázgenerátorok működését adja. Külön fejezetben foglalkozik a széndioxid atmoszférás fertőtlenítés különböző módozataival silók és szállítókonténerek esetén. Útbaigazítást ad a kezelés hatásosságának vizsgálatáról és a biztonsági előírásokról. Kitér a nitrogénnel és a széndioxiddal vezetett inertizálás hatékonyságának összehasonlítására, a felmerülő problémákra.

² Agricultural Research Organization (ARO) home page <http://www.agri.gov.il/Envir/hermetic/hermetic/html>

³ Canadian Grain Storage, Winnipeg Research Centre: Summary of Methods to Control Stored-Grain Insects, sci.agr.ca/winnipeg/storage/pages/smmry_e.htm

⁴ Food and Agriculture Organization of the United Nations: Fumigation and Controlled Atmosphere storage. www.fao.org/docrep/T1838E/T1838E1i.htm

Ausztrália Toowoomba Növénykutató Intézetéből Ken Bullen⁵ ismerteti a gabona tárolása során alkalmazható összes alternatívát, azok kiválasztásának szempontjait. Megadja az alkalmazásokhoz tartozó higiéniai előírásokat, a felügyelet módját, a hőmérséklet és a nedvességtartalom befolyását, a szellőztetéssel végzett hűtés hatását.

A szárítás szükségességének ismertetése után leírja a diatomafölddel végzett kezelés előnyeit, majd részletesen kitér a szabályozott atmoszférás tárolás előnyeire.

Kanada/Manitoba: Dr. Noel White⁶ az olajos magvak tárolásának problémáiról ír.

Dr. Tomay Tibor⁷ a szabályozott atmoszférás gabonátárolási eljárás részletes leírását teszi közzé. 724 oldalas könyvében külön fejezetet szentel a gázatmoszféra létrehozásának és fenntartásának műszaki előírásaira.

Végül meg kell említenünk a **W.E. Muir** szerkesztésében megjelent több, mint 1200 oldalas könyvet, amely a Manitobai Egyetem gondozásában Kanadában adja meg a gabonátárolás alapkönyvét. Ennek 19. fejezete foglalkozik a szabályozott atmoszférás tárolás minden részletével, elméleti és gyakorlati oldalról is.

A szabályozott atmoszférás tárolás során fő célunk, hogy az organizmusok működését irreverzibilis módon megszüntessük.

Ennek érdekében szükséges:

- egy gáztömör tárolótér,
- gázforrás, amely a megkívánt atmoszférát szolgáltatja,
- eljárás, amellyel a hatásos kezeléshez szükséges atmoszférát fenn lehet tartani,
- eljárás, amely lehetővé teszi a gáznak a kezelés utáni eltávolítását, a kiszellőztetést.

Fontos megjegyezni, hogy a kicsiny organizmusok számára mérgező nagy széndioxid tartalmú atmoszféra az emberre nézve is veszélyes, ezért védőeszközök (frisslevegős légzőkészülék) nélkül ilyen atmoszférában tartózkodni nem szabad. Bár a nitrogén nem mérgező az emberre nézve, az alacsony oxigéntartalom halált okozhat.

A fenti irodalmi források ismertetésével az volt a célunk, hogy bemutassuk, korántsem idegen gondolat a gabonátárolás szakemberei számára a széndioxidnak, mint fertőtlenítésre használt gáznak az alkalmazása.

Jelen tanulmányunk elsődleges célja bemutatni, hogy az inertizálás tökéletes megoldás a gabonátárolók tűzmelegedésére, különösen, hogy ezzel egyidőben a vagyonvédelem, a gabonátárolás veszteségeinek megelőzése is megvalósul.

⁵ Ken Bullen, DPI&F, Plant Science, Toowoomba, Queensland Government: Grain Storage- Organic Grain Storage. <http://www2.dpi.qld.gov.au/fieldcrops/15067.html>

⁶ Dr. Noel White: Carbon Dioxide Fumigation. Cereal Research Centre Winnipeg. sci.agr.ca/winnipeg/fs/fs08_e.htm

⁷ Dr. Tomay Tibor: Gabonátárolás, Gabonatrösz, 1984, pp 472-473.

4. Műszaki tervezési előírások

4.1 A gázellátás

A tárolóterek inert gázzal való feltöltésére három gyakorlatban jól megvalósítható eljárás jöhet szóba.

Széndioxiddal való feltöltés.

A gázforrás lehet környezeti hőmérsékletű

- cseppfolyós széndioxid tároló tartály szabványos széndioxid acélpalack 20 és 30 kg töltettséggel, cseppfolyós szén-sav vételezésére alkalmas bűvárcsővel vagy gáztér-csatlakozással,
- palackköteg (bundel) szintén bűvárcsővel vagy gáztér-csatlakozós kivitelben,
- egyedi, nagykapacitású cseppfolyós széndioxid-tároló tartály,

hűtött

- alacsony nyomású tárolótartály hordozható kivitelben,
- alacsony nyomású tárolótartály telepített kivitelben,

szárzjég elpárologtatásával működő. A szárzjég alkalmazása igen előnyös szállítókonténerek inertizálására, mivel különleges berendezést vagy kezelést nem igényel.

A nyomás alatt tárolt széndioxid rendszerek a megfelelő kapacitású nyomáscsökkentőkkel, nyomásszabályzókkal, elpárologtatókkal vannak felszerelve.

Nitrogénnel való feltöltés

A gázforrás lehet

- nagynyomású, szabványos acélpalackban tárolt gáz,
- nitrogén bundelben tárolt gáz,
- nitrogén gázgenerátorral a helyszínen előállított gáz,
- cseppfolyós, hűtött nitrogén tároló tartályból elpárologtatással nyert gáz.

Csökkentett oxigéntartalmú levegő

A gázforrás

- propángáz égetésével működő inert gáz generátor. Az ilyen generátorok az oxigénkoncentrációt 1% alá tudják csökkenteni, miközben a levegő széndioxid tartalma 10% körüli értékre nő. A nitrogéntartalom 89%ig emelhető.

4.2 A tárolóterekkel szemben támasztott műszaki követelmények

A tárolóterek lehetnek álló (siló) elrendezésűek vagy fekvő (hombár) típusúak. A gáztömörségre vonatkozó követelmény mindkét típusnál azonos. Többszintes tárolóterek esetén a szabályozott atmoszférájú tárolás nem alkalmazható. A hagyományos építésű silók általában közvetlenül nem alkalmasak a szabályozott atmoszférájú tárolás műszaki követelményeinek kielégítésére. A fémlemezről készült silók tömörségét hegesztett konstrukció esetén a legkönnyebb elérni, a csavarozással, szegecselelssel készült silóknál a gáztömörséget kiegészítő szigeteléssel kell létrehozni.

A gáztömör kivitel megkívánja az összes nem üzemi nyílás mechanikai zárását, kiegészítő szigetelését. Meg kell oldani az üzemi nyílások, csatlakozó csővezetékek, szerelvények tömör lezárhatóságát. Gondolni kell a külső időjárási hatásokra, a hőmérsékletváltozásból és a szél hatásából eredő gázvesztésre. A hőmérsékletváltozások hatását hőszigeteléssel, fényvisszaverő festéssel lehet csökkenteni.

A szokásos kezelőnyílásokra kiegészítő tömítőkeretet ajánlatos felhegeszteni kifelé fordított szögvasból, folyamatos varrattal. Ennek a keretnek a gáztömör lezárása, a kezelőnyílás utólagos tömörségének biztosítása egy, a keret külső méretével azonos vaslemezzel történik, amelyre zártcéllás polietilén vagy neoprén hab lemezt ragasztunk. A lemez rögzítése egyszerűen U-szorítókkal történik. Ennek a megoldásnak költségigénye minimális.

Az oldalfalak, a tető és a fenék szigetelése gáztömör belső bevonat felhordása vagy bélésfólia behelyezése (ragasztása) útján hozható létre. Csavarozott vagy szegecselt szerkezeteknél megoldás lehet az átlapolások bevonása szilikongumi vagy hasonló elasztikus anyag (tixotróp akrilgyanta vagy PVC festékréteg felvitelével). Lepelként erre a célra jól beváltak a vinil vagy EPDM fóliák, amelyek hegeszthetők és ragaszthatók.

A betonból készült silók belső felületét is tömíteni kell, az akrilbázisú betonfestékek megfelelnek erre a célra.

A siló belsejében egyenletes gázkoncentrációt kell létrehozni, úgy radiális, mint axiális irányban. A gazdaságos széndioxid felhasználás érdekében érdemes a szigetelést egyszer, a beruházás alkalmával jól elkészíteni, a későbbiekben a gondos munka az alacsony üzemeltetési költségeken (kis gázfogyasztás) megtérül.

Gáztömörség vizsgálat

Kétféle eljárás használatos: a nyomásesés sebességének mérése és a nyomás fenntartásához szükséges gázmennyiség mérése.

A nyomáseséses módszernél a tárolóteret a gázcsatlakozócsonkokon keresztül egy légfúvóval 6m³/perc térfogatárammal feltöltik 2500Pa nyomásra. A nyomás értékét vizes U-csöves manométerrel lehet a legegyszerűbben ellenőrizni (25 cm szintkülönbség). Amennyiben a 6m³/perc teljesítményű légfúvó nem tudja az előírt nyomást létrehozni, lehetséges, hogy túl kicsi a beáramlási keresztmetszet, vagy a tartály nem megfelelő tömörségű. Ha sikerült a vizsgálynomást elérni, a fúvót le kell állítani, úgy, hogy a levegővisszáramlást rajta keresztül megakadályozzuk. A 2500Pa nyomásnak csak 5 perc elteltével szabad legföljebb 1500Pa értékre esnie.

4.3 A szabályozott atmoszféra létrehozása, fenntartása

Nitrogénnel csökkentett oxigéntartalmú levegővel történő kezelés.

Ha az oxigénkoncentrációt 1,2% alatt tartjuk, a következő behatási idők betartásával érhetünk el tökéletes fertőtlenítést: (a gabona nedvességtartalma 12% alatti)

Mag hőmérséklete (Celsius fok)	Behatási idő (hét)
15	24
18	15
20	6
23	4
26	3
30	2
35	1

A nitrogénkoncentráció megemelése két lépésben történik. Az első fázis az „öblítő fázis”. Ez alatt a normál atmoszféra kicserélését értjük az előírt összetételűre. A második fázis a „fenntartási fázis”, amely alatt ezt az összetételt a behatás időtartamára állandó értéken tartjuk.

Az öblítő fázisban nagyobb mennyiségű gázt használunk fel, mint a fenntartásnál. Ezt a mennyiséget például cseppfolyós nitrogént szállító tartálykocsiból nyerhetjük előpárologtatón keresztül. A rotaméteren átvezetett gázt a gázbevezető csatlakozásokon át a tárolótérbe engedjük. Szokás szerint egy 5cm átmérőjű PVC cső megfelel erre a célra. A 3m³/perc térfogatáram megfelelő a 300-tól 7000 tonna kapacitású silókhoz. Előnyös, ha a siló el van látva gázelosztó rendszerrel, így a légsákók kialakulását megakadályozhatjuk.

A tetőn egy legalább 50cm² keresztmetszetű nyílást kell hagynunk a veszélyes mértékű nyomásemelkedés megakadályozására. Fontos, hogy a cseppfolyós nitrogén elpárologtató hőcserélője ne bocsásson ki a környezeti hőmérsékletnél 2 Celsius fokkal hidegebb nitrogént, különben a bevezetés helyén a gabonában páralecsapódás keltkezik. Ennek a koncentrált nedvességnek az eloszlása a későbbiekben nehézséget okoz. Kedvező megoldás a nitrogén hőcserélőnek hőlégfúvóval történő melegítése. A gázbevezetés sebességét lefagyás esetén csökkenteni kell.

A nitrogén bevezetését megszakítás nélkül folytatni kell, amíg a tetőn kiáramló levegő oxigéntartalma 1% alá csökken. Ekkor a tetőelvezetést le kell zárni, és a fenntartó gáz bevezetést meg kell kezdeni. Az öblítő fázishoz szükséges gázmennyiség függ a siló töltöttségi fokától, a gabonaszemek köztes térfogat arány jellemzőjétől. Tapasztalati érték, hogy árpa esetén, amikor a siló töltöttségi foka 0,8 volt, 1,9m³ nitrogén volt szükséges tonnánként a feltöltéshez. A 3m³/perc feltöltési sebességnél a 2000 tonnás siló átöblítése 12 óra alatt megtörtént.

A fenntartó fázisban alacsonyabb gázbetáplálási térfogatáram is elegendő. A gázszükségletet a silótérfogat, a gáztömörség minősége és az időjárás változása határozzák meg. A gázutánpótlás mértékét legelőszöbb az atmoszféra összetételének fenntartásához igazítani, ez a legtakarékosabb megoldás. A mért oxigénkoncentráció a nappalokkal és éjszakákkal együtt változik, és különbözik a siló alján és a tetején is.

Inert gáz generátorral létrehozott atmoszférával történő kezelés.

A propán égetésével működő generátorok 1,4m³/óra mérettől 2800m³/óra kapacitásig hozzáférhetőek. A tapasztalat azt mutatja, hogy egy 40 x 5,5m –es silóban, amely 544 tonna búzát tartalmazott két, egyenként 440m³/óra kapacitású generátorral az inert atmoszféra (<0,1% oxigén, 11,5% széndioxid, a többi nitrogén) 48 óra alatt létrehozható volt. A fenntartási fázisban a generátorok működési ideje 21 napon keresztül összesen 19,5 óra volt, szakaszos üzemben.

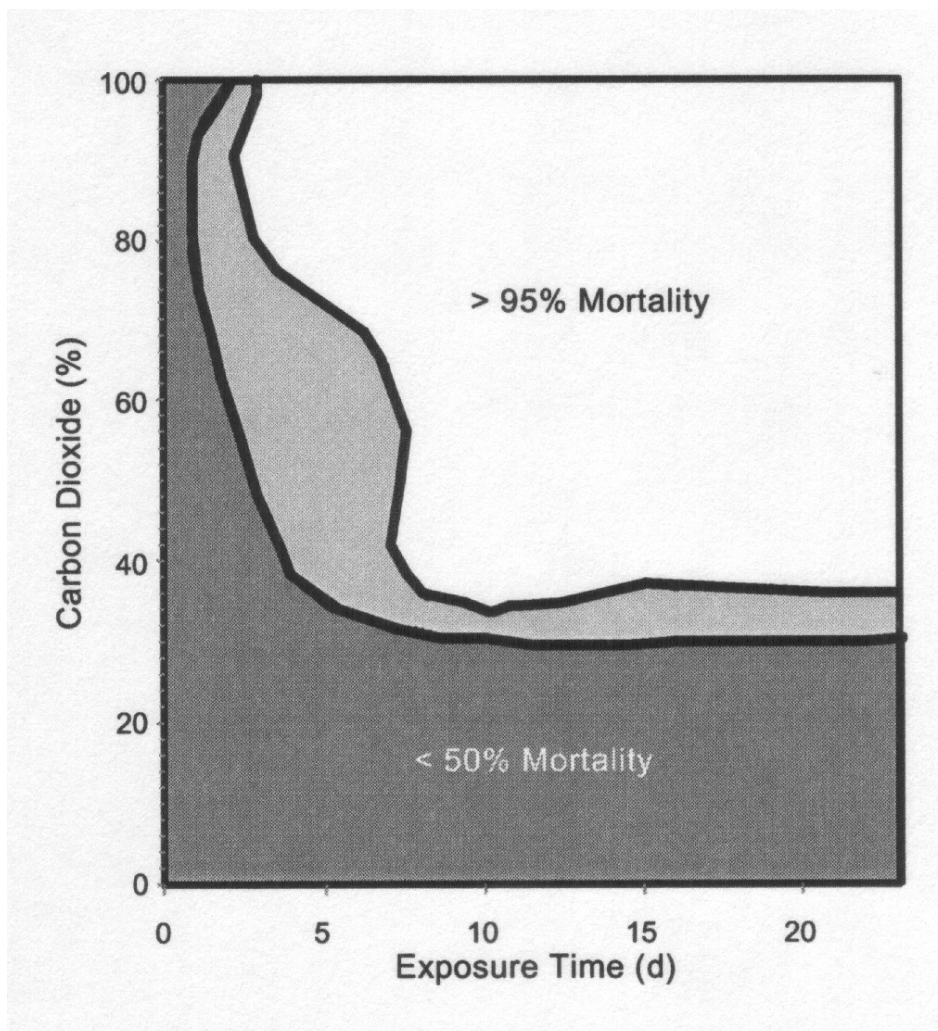
Az emelt széndioxidkoncentrációjú levegővel történő kezelés.

A rovarok általában sokkal gyorsabban elpusztulnak széndioxid atmoszférában, mint oxigénhiányban. Például 60% széndioxid tartalom 95%-os eredményt hoz négy napos behatás után, ha a hőmérséklet 27 Celsius fok vagy e fölötti.

Tapasztalati adatok:

Mélyhűtött tartályban szállított széndioxidot hőcsrelőn vezettek át, és 20% levegőt kevertek hozzá. A keverék hőmérsékletét fűtőkészülékkel 30 Celsius fokra emelték. A siló alján egy 75 mm-es csövön vezették be. Amikor a siló tetején a gázösszetétel állandósult, az öblítés befejeződött, a gázutánpótlást elzárták. Ezután egy 50mm átmérőjű csövezetéken kerszetül a siló alja és teteje között folyamatosan fenntartották a gázcirkulációt. A jó gáztömörégi mutatóknak köszönhetően a kezdeti 70%-os széndioxid koncentráció tíz nap után is csak 35%-ra csökkent további gáz hozzáadása nélkül.

A szükséges expozíciós idők és a széndioxid koncentráció összefüggése a kezelés hatékonyságával:



A kezelés befejezése

A fertőtlenítő kezelés végén a megváltozott atmoszférát lassan hagyjuk kicserélődni a normális külső atmoszférára. Ennek a folyamatnak sebessége a siló gáztömörségétől, a töltöttségtől, az időjárástól vagy megnyitott szellőzőktől, beindított ventilátoroktól függ. Például egy 2000 tonna kapacitású tároló belső terének oxigéntartalma 5cm átmérőjű alsó és felső szellőztető csövön keresztül két hét alatt éri az 1% értékről a 16%-ot.

Vigyázni kell, hogy a siló esetleges gyors kiürítése ne hozzon létre veszélyes mértékű vákuumot. Ennek érdekében a szellőzőnyílásokat ki kell nyitni.

4.4 A tűzmegeelőzés hatékonysága

A tárolótérben található gabonaszemek köztes terében a szabályozott atmoszféra tulajdonságainak megfelelően messzemenően és mindig kisebb az oxigénkoncentráció, mint az égéshez szükséges legalább 12%.

Ebből következően a szabályozott atmoszférájú tárolás egyben megfelel a tűzmegeelőzés műszaki követelményrendszerének. További előnye az ilyen módszerrel végzett gabonátárolásnak, hogy a korábban veszélyes melegedés, öngyulladás előidézésére képes organizmusok, rovarok, lepkék, bábok, valamint a gombák, penészek a gabonából kipsztultak. Az atmoszféra normál levegőre való visszaállítása után sem képesek veszélyhelyzetet előidézni.

Az inertizálással történő tűzmegeelőzés feleslegessé teszi a siló külső hűtésének előírását is, hiszen a siló belső hőmérsékletének megfutásától nem kell tartani, a tűztovaterjedés pedig acélsilók között nem jön létre.

5. Biztonságtechnika

A szabályozott atmoszféra létrehozása tűzmegeelőzési és gabonátárolástechnológia célokat szolgál. Mindkét esetben be kell tartani azokat a biztonsági intézkedéseket, amelyeknek célja, hogy a szabályozott atmoszférájú tárolóterekhez közeli munkavégzés során a veszélyhelyzetek elkerülhetők legyenek. Azok az atmoszférák, amelyekben az oxigéntartalom kevesebb, mint 14%, vagy a széndioxid tartalom több, mint 5% , veszélyesek az emberre nézve.

Olyan személyek, akik 10%-nál kisebb oxigéntartalmú légtérbe lépnek be, amely nitrogénnel van dúsítva, az oxigénhiány miatt minden előjel nélkül elájulhatnak. A széndioxid mérgező, először légzésgyorsulást, majd szédülést okoz. Ha a széndioxid koncentráció 9% vagy ennél magasabb, öt percen belül ájulást. Az áldozatot ilyenkor azonnal friss levegőre kell vinni.

A munkahelyen mindig jelen kell lennie hordozható oxigénkoncentráció és széndioxidkoncentráció mérőműszernek. Ilyen munkahelyeken a tárolótérbe egy személy egyedül nem, csak kísérő személy biztosítása mellett léphet be. A frisslevegős légzőkészülék használata a dolgozó és a biztosító személy számára is kötelező. Szűrőbetétes típusú légzésvédelem nem megfelelő! A környező munkahelyeknek jól átszellőzöttnek kell lennie, a gázpalackokat lehetőleg külső térben kell tárolni.

A széndioxiddal feltöltött tárolóterek környezetében 50 méteren belül talajszintnél mélyebben fekvő pince jellegű helyiség, ahol a kiáramló, levegőnél nagyobb sűrűségű gáz összegyűlhet, nem lehet.

6. Környezetvédelem

A szabályozott atmoszférájú gabonátárolás során környezetkárosító hatású anyagot nem alkalmazunk. Az inertizáláshoz használt nitrogént a környező légkörből nyerjük. A széndioxiddal történő inertizálás célja a tüzmegeelőzés, alkalmazása ugyanúgy megengedett, mint tűzoltóberendezésekben.

Dr. Ssöcs István



H-1121, Budapest, Edvi Illés u. 35.

T: 249-21-12 F: 249-21-14

E: szocs@ifex.hu W: www.ifex.hu