



SZEMESTERMÉNYEK SZÁLLÍTÁSA, RAKTÁROZÁSA ÉS OSZTÁLYOZÁSA A MÍNŐSÉGMEGŐRZÉSI SZEMPONTOK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

NYÁRI LADISLAV – TESCHNER GERGELY – KOVÁCS ATTILA

Széchenyi István Egyetem

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szemestermények tárolásakor az utóbbi évek egyik felmerült legfontosabb kérdése, hogy milyen mértékben tudjuk az áru minőségét megóvni, illetve folyamatosan ellenőrizni. Elsősorban a gabonapiacra lévő ár instabilitása miatt, nemcsak a termelők, de a gabonakereskedelmi cégek is kénytelenek – a korábbi gyakorlathoz képest – huzamosabb ideig tárolni a terményeket. Ennek hatására egyre fontosabb a szemestermények gazdaságos és minőségi tárolása, a gabonaszemek minőségi romlásának megóvása. Szemle cikkünkben áttekintjük a raktározáshoz kapcsolódó szakterületek eredményeit, javaslatait, amelyek ezen előbbi célok megvalósításának feltételei. Ezáltal átfogó képet kapunk a szakma jelenlegi helyzetéről és az előttünk álló kihívásokról is. A dolgozat különböző fejezeteken keresztül tárgyalja a szakma legfontosabb ismereteit bemutatva.

Kulcsszavak: gabona, raktározás, beltartalmi értékek, fuzárium, logisztika

BEVEZETÉS

Magyarországon 2020-ban a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatai alapján a gabonaféléket 2,3 millió hektárról, 16 millió tonna mennyiségben takarították be a termelők. Búzából 2020-ban az előző évinél 7,8%-kal kisebb területen (937 ezer ha) 4,8%-kal kevesebbet, 5,1 millió tonnát arattak. Az árpa betakarított területe 5,7%-kal, termésmennyisége ennél nagyobb mértékben, 7,3%-kal nőtt. A zab és a nyárigabona-

keverék volumene 10%-kal, az árpa 7,2%-kal; a kukorica 2,0%-kal a hazai növénytermesztésben kis jelentőségű rizs 15%-kal nőtt. A búza volumene 4,6%-kal; a rozs 5,1%-kal; az egyéb gabonaféléké 13%-kal csökkent (URL₁).

Keményné (2014) szerint a gabona-mennyiségek összegyűjtése és tárolása egyre fontosabbá válik a gabonakereskedelemben. A szemes terményeket akár takarmányozási, akár humán táplálkozási célra használjuk, azonos módon kell tárolni. A szemestakarmányok betakarítása évente egyszer történik, de egész éven át felhasználjuk őket, ezért legalább 3–12 hónapos tárolási időszakkal szükséges számolnunk. A tárolási költségeket az is növeli, hogy a raktárkapacitást mindig a termelési ciklust követő legnagyobb volumenre kell tervezni (*Bokori et al.*, 2003).

A raktár fogalmát hagyományosan úgy határozhatjuk meg, mint a vállalati logisztikai rendszernek, vagy az ellátási láncnak azon része, amely a termékeket, azaz alapanyagokat, részegységeket, félkész- illetve késztermékeket a gyártási, a felhasználási pontokon és/vagy azok között tárolja és azokkal kapcsolatban információkat szolgáltat (*Stock és Lambert*, 2001). A raktárak a disztribúcióban központi szerepet töltenek be, rendelkezniük kell azzal az árukészlettel, amely az ellátók és a vevők közötti zökkenőmentes áruáramlat fenntartásához elengedhetetlen (*Hirkó*, 2007). *Verdes* (2012) megfogalmazásában a raktárnak minden oldalról zárt, fedett térnek (épületnek, helyiségnek) kell lennie. Azt is hozzáfűzi, hogy a földbe süllyesztett medencék; talajszinten kialakított rakterületek; a fedett, de minden oldalról nyitott színek; részben zárt fészerek stb. – nem sorolhatók a raktárak közé.

A raktárakban történő beraktározás *Pánczél* (2013) szerint úgy fogható fel, mint az újratermelési folyamat szükséges láncszeme. *Lakatos* (2018) úgy írja le a raktározást, mint ami sajátos szerepet tölt be a kitermeléstől a felhasználásig (fogyasztásig) terjedő komplex anyagáramlási folyamatban. *Lakatos* (2018) azt is hozzáteszi, hogy a raktárak, mint alrendszerek a részfolyamatok összekötő elemeinek tekinthetők, amelyek a megelőző és a követő részfolyamatok kapacitáskülönbségeinek kiegyenlítése és a termelés folyamatosságának fenntartása érdekében árukat halmoznak fel, majd azokat továbbadják.

A szántóföldtől a raktárig, majd a felhasználási helyig biztosítani kell az anyagáramlást szállítással, amelyet össze kell hangolni a betakarítással, figyelembe véve a raktárak és a szárítók munkarendjét és kapacitását (*De Lucia és Assennato*, 1994). Az anyagmozgatási

rendszerek elemei egymásra hatást fejtenek ki. Az anyagmozgatási rendszerek így dinamikus rendszerek, elemeik aktív elemek (2013).

A logisztikai rendszer fejlődésével és az ellátási lánc menedzsment gyakorlatának megjelenésével kapcsolatban ugyanakkor a raktár helyzete és szerepe is sokat változott. Ma már egyre gyakoribb, hogy a raktártól nem csak a termékek tárolását és a termékkel kapcsolatos információ-szolgáltatást várják el, de számos esetben korábban nem jellemző, vagy kisebb hangsúlyt kapó árumaniplációs tevékenység elvégzését is (*Dankó, 2009*).

Gelei (2007) szerint a raktározás a fő logisztikai célkitűzések megvalósítását segíti elő. A raktározásnál megkülönböztet négy fontos pontot:

- beérkezés;
- tárolás;
- kommissiózás;
- kitárolás.

RAKTÁROZANDÓ ÁRU SZÁLLÍTÁSA

Az áruszállítás célját *Pánczél (2012)* úgy fogalmazta meg, hogy valamely árut a legkisebb költségráfordítással, a legrövidebb idő alatt, károsodás nélkül az egyik helyről a másikra eljuttatni. Az áruszállítással szemben támasztott három legfőbb követelmény:

- gazdaságosság;
- gyorsaság;
- biztonság.

A magyar gabonatermékek szállítmányozásával kapcsolatban elmondhatjuk, hogy az esetek döntő többségében ömlesztett áruk mozgatásáról beszélhetünk. Ez történhet közúti, vasúti, légi vagy folyami úton. Magyarországon, de a Közép-Európai országok döntő többségében a gabonák fogadása az egyes felvásárló és raktározó telepekre közúton történik (*Csima, 2016*). Vasúti illetve folyami gabona befogadó hely korlátozottan érhető el. *Szegedi (1999)* leírja, hogy mivel Magyarországon a gabona termékeket közúton, vasúton és belvízi szállítmányozással is lehet mozgatni, ennek köszönhetően a szektor logisztikai szempontból jól kapcsolódik a nemzetközi infrastrukturális hálózatokba.

A közúti áruszállítás *Magyari (2005)* szerint elsősorban a viszonylag rövid távú helyi és körzeti (regionális) forgalomban gazdaságos, számos előnye miatt azonban a távolsági

(belföldi és nemzetközi) forgalomban is gyakran alkalmazzák. A közúti áruszállítás járművei a tehergépkocsik, a pótkocsik, illetve a félpótkocsik és vontatóik (Kovács, 2011). A közúton történő szemes termények szállítása (a szerző szerint) a legnehezebben szállítható termékek közé tartoznak a világon. A nehézségek magukban foglalják a gabonafélék szezonális mivoltát: mivel a gabona romlandó és kényes növény, ezért az időjárás és éghajlat függvényében változik az ideális vetési és betakarítási idő. Ennek köszönhetően a nemzetközi terményszállítványozók nem tudnak rutinszerű, előre meghatározott és eltervezett időpontokban szállítani, mindig felkészültnek kell lenniük a változó idejű megbízásokra. A másik nehézség az ugyancsak időjárástól függően változó termési mennyiség. A szállítandó áru mennyisége és térfogata, ezzel együtt az igény a fuvarozáshoz használt gépekre évről-évre, évszokról-évszakra változik. További gondokat okoz a piac dinamikussága, a kereslet és kínálat nagymértékű ingadozása. A gyakran változó felvásárlóknak, tehát úticélként köszönhetően a fuvarozóknak gyakran új, eddig általuk nem használt útvonalakat kell igénybe venniük a termények célba juttatása érdekében (URL₂). A szemes termények közúton történő szállítása során a fuvarozók a fizetendő költségeket a vevő felé, az úgynevezett áruszállítás teljesítmény árutonna-kilométerben [átkm] fejezik ki:

elszállított tömeg [t] × szállítási távolság [km] > árutonna–kilométer [átkm] (Kovács, 2011).

Magyarországon a vasúti szállítások iránya Rieger (2019) kutatásai szerint Nyugat-Európa (Németország, Olaszország) irányába történik, de jelentős korlátokkal. Megállapítja, hogy a kiszolgálás tipikusan és kevés kivételtől eltekintve több évtizedes módszerrel történik: közúti rászállítás az állomásra, mobil berakógépek alkalmazása, jelentős élőmunka-igénnyel és környezeti károkozással.

A vasúti kiszállítások korábban a gabonapiaci intervenciónak köszönhetően kiegyenlítettebbek voltak annak ellenére, hogy az új terménytárolóknak nincs közvetlen vasúti kapcsolata. A régi betonsilók ma is rendelkeznek iparvágánnyal és bármilyen időjárásban alkalmasak vasúti rakodásra. A vasúti áruszállításban az egyik hátráltató tényező, hogy a legtöbb gabonaberakó pályaudvaron kicsi a berakó-kapacitás, többszöri beállással kell rakodni és hosszú a várakozási idő (URL₃). A vasútra és így a kötött pályás fuvarozási formára jellemző negatív tulajdonság, hogy a vonalhálózat sűrűsége és annak

minősége elmarad a közútétól. Az áruk fuvarozási ideje viszonylag hosszú, illetve rugalmassága korlátozott a megrendelői oldal irányába (Földesi, 2006). A vasúti gabona szállítmányozás egyik fontos szempontja a megfelelő vagon típusok igénybevétele. Magyar (2005) szerint a gabona- és takarmányküldemények, az ömlesztett műtrágyák korszerű fuvarozásához különleges építésű alul vagy oldalt üríthető vasúti kocsik szükségesek.

Magyarországon a gabona termények belvízi szállítmányozása Csima (2016) szerint csak egy folyókra a Dunára korlátozódik.

A dunai kikötők fejlesztése folyamatban van, multifunkcionális és multimodális logisztikai központok jöttek, jönnek létre a nagy dunai kikötőkben (Csepel, Baja és Gönyű). A Duna melletti tárolási lehetőségek kiszolgálják a hajózási igényeket, a tárolókapacitás megfelelő a gyors és hatékony rakodásokhoz. Ide tartoznak az Adonyban, Dunaföldváron, Pakson, Mohácson, Baján található tárolók, melyek közül az adonyi önmagában is 600 ezer tonnás kapacitású (Rieger, 2019). Szegedi (2003) a belvízi fuvarozás pozitív tulajdonságai között megemlíti, hogy a vasúthoz hasonlóan nagyobb távolságok esetében kisebb a fajlagos energiaigénye, illetve a környezet terhelő hatása.

Csima (2016) megemlíti, hogy annak ellenére, hogy a Duna hazánkban az egyetlen alternatíva a vízi szállításra, stratégiaileg nagyon fontos szerepe van a szektorban, hiszen ez Európa egyetlen vízi útja, mely lehetővé teszi a kontinens áthajózását a Rajna-Majna-Duna-csatorna részeként. Hozzáfűzi továbbá, hogy a belvízi gabona szállítmányozás az időjárástól való nagymértékű függőség kockázatot jelent a gabonakereskedelem számára és nagymértékű volumenigadozással jár az export esetében.

A termények belvízi szállítása sem zökkenőmentes, tekintettel a fedett rakodóhelyek és hajókapacitások hiányára, a gázlókra és szűkületekre, de legfőképp a vízszint szélsőséges ingadozására. Nyáron és ősz elején ideális lenne a folyami áruszállítás, de a csúcs általában október végére tehető (URL₃).

A SZEMES TERMÉNYEK ÁTVÉTELE, TERMESZTÉS ÉS A MINŐSÉG ÖSSZEFÜGGÉSEI

Napjaink egyik legfontosabb problémája Huszár (2015) szerint az élelmiszerbiztonság kérdése. A biztonságos élelmiszertermelés alapkövetelményé teszi, hogy a termék útja pontosan nyomon követhető legyen: a termőföldtől az asztalig. Ez a folyamat tehát magában foglalja a már betárolt termények védelmét, mennyiségének és minőségének megőrzését is.

Az áru átvétele rendszerint az átvevő helyiségben történik. Az átvevő helyiségek a mennyiségi és minőségi átvételhez szükséges berendezésekkel (mérlegek, osztályozóasztalok, kisebb tároló állványok stb.) vannak ellátva (*Pánczél*, 2006). Az átvétel a mozgatási funkció első tevékenységcsoportja, mely a szállítóeszközök lerakódásának, a beérkező áru mennyiségi és minőségi ellenőrzésének, a szállítmányt kísérő dokumentumok ellenőrzésének tevékenységeit foglalja magában (*Gelei*, 2007). A mennyiségi áruátvétel leggyakrabban alkalmazott módszerei *Solyó*m (1991) szerint:

- az okmány szerinti;
- és a vakátvétel.

A raktár gyors, zavartalan és gazdaságos működése nagymértékben függ e folyamat – a raktáron belüli anyagáramlás – helyes kialakításától (*Pánczél*, 2013).

A termények minőségi átvételét kézi vagy gépi mintavevő eszközökkel járművenként kell elvégezni. Ehhez a legkorszerűbb berendezések olyan videokamerás rendszereket alkalmaznak, melyek felszín alatti akár 2 m-es mélységben is vételező szondái 3D irányban pneumatikusan vagy hidraulikusan működtethetők és távirányítóval kezelhetők. A berendezések által vett minták csővezetéken keresztül jutnak a laboratóriummal kiegészített korszerű mérlegházakba. Ezek a létesítmények a tömegmérésen kívül már a termények legfontosabb fizikai (faj, szárazanyag-tartalom, térfogattömeg, hőmérséklet stb.), beltartalmi és reológiai (nyersrost, sikér, fehérje, olaj, keményítő, szedimentációs érték stb.) jellemzőinek megállapítására is alkalmasak (*Bellus és Komka*, 2017).

Győri és Győriné (1998) szerint átvételkor döntő fontosságú a gabonaminták érzékszervi vizsgálata. Megemlíti, hogy vizuálisan a szennyeződések, szaglással a dohosságot és a penészes szagot lehet felderíteni. A gabonák esetében fontosnak tartja a halmaztulajdonságot, a tisztaságot, a szemek kiegyenlítetttségét, a hektolitertömeget, az egészségi állapotot, illetve a nedvességtartalmat, és az acélosságot.

A gabonák beltartalmi minőségi paramétereinek a megőrzését, minden esetben a betárolt áru nedvességtartalma határozza meg. *Mesterházy* (1997) szerint a búza szabvány szerinti nedvességtartalma 14,5% (MSZ 6383:1998), azonban a tapasztalatok szerint ettől lényegesen alacsonyabb nedvességtartalommal – 13% körüli értékkel – tárolható minőségromlás nélkül hosszabb ideig a gabona. Búza 16% feletti víztartalommal nem tárolható. Nedves 14,5% feletti nedvesség a beltartalmi értékekben minőségromlást (penészedés, csírázási erélyvesztés, sikér illetve fehérje csökkenést) okoz. Viszont gyakorlatban a gabonafelvásárló telepek, bizonyos esetekben (csapadékos nyarak) a 14%-

túllépő nagyobb nedvesség tartalmú gabonát is átveszik. Szárítás nélkül a maximálisan elfogadott tolerancia szint 0,5%. Abban az esetben, ha a gabonák betárolandó nedvessége a 15% túllépi mindenképpen szárítani kell.

A búzaszem minőségét meghatározó paraméterek közül *Diós* (2017) megemlíti, hogy a malomipar számára az egyik legfontosabb paraméter, a hektolitertömeg [kg/hl], amely a szem lehetséges lisztkihozatalára enged következtetni. Gabonáknál a standard minimális elfogadott fajsúly árpáknál 72,0 kg/hl, búzáknál 72-82 kg/hl.

A gabona fehérje, illetve siker tartalmát közeli infravörös reflexiós spektroszkópiával lehet meghatározni (URL₄). A közeli infravörös tartományban működő elemzők alkalmasak a búzát (gabonákat) alkotó számos vegyület jellegzetes elnyelési (abszorpciós) vagy visszaverődési (reflexiós) spektrumának vizsgálatára. Ennek következtében a fehérje-, zsír-, nedvesség-, keményítő- és hamutartalom meghatározására. A fehérjetartalom alapján pedig a sikértartalom is megadható megfelelő kalibráció után. Ezek a NIR vagy NIT elven működő elemzők darálás után vagy újabban a nélkül széles körben alkalmazhatók a búza átvételkori minősítése során is (URL₅). A NIR spektroszkópia azon kevés módszerek egyike, melyek nem a haditechnika vagy az űrkutatás felől jutottak el a mezőgazdasági alkalmazásig. Ellenkezőképp, a módszer a mezőgazdasági kutatások eredményeként vált közismertté, és az ehhez kapcsolódó hardveres és szoftveres fejlesztések hatására alakulhatott ki egy olyan gyors, ám mégis nagyon megbízható módszer, mely ma már a mezőgazdaságon és élelmiszeriparon kívül számos egyéb iparág számára kínál analitikai megoldásokat akár laboratóriumi, akár gyártási folyamatba épített, automatizált környezetben: az űrkutatástól a gyógyszeriparig szinte bárhol találkozhatunk e költséghatékony, roncsolásmentes analitikai módszerrel (URL₆).

Az acélosságot *Csajbók* (2012) úgy határozta meg, hogy 100 db búzaszem kettévágásával megállapította a vágási felület segítségével az acélos és a lisztes szemek arányát. Az acélos szemek nagyobb fehérje-, sikértartalommal rendelkeznek.

További értékmérő tulajdonság a szedimentációs érték (Zeleny-féle szám meghatározása): *Csajbók* (2012) leírásában a Zeleny-féle szám alkalmas nemcsak a búza minőségének becslésére, hanem mint értékmérő tulajdonságot felhasználják a fajtanemesítési kísérletekben és az agrotechnikai kísérletek kiértékeléséhez is. A vizsgálatkor egy rázóhengerbe lisztet, vizet és vegyszereket (indikátor, tejsav, alkohol) helyeznek el, rázatás után megméri a siker tejsavas oldatban történő duzzadását,

üledését. Az üledék térfogatát mm-ben fejezik ki, minél magasabb az értéke, annál jobb a liszt minősége.

Fontos gabona beltartalmi értékszám az esésszám. *Csajbók* (2017) megfogalmazásában az esésszám a búzaszem szemmel nem látható, de már megkezdődött csírázásáról és a csírázással együtt járó, magban végbemenő biokémiai folyamatokról ad információt. A Hagberg-féle esésszám-meghatározó készülék egy speciális merülő viszkoziméter, amely meghatározott hőmérsékleten és időtartammal elcsirizésített liszt-víz keverékben méri az ejtőttest süllyedésének időtartamát másodpercben kifejezve. Sem a túl alacsony sem a túl magas esésszámú liszt nem alkalmas jó minőségű kenyér sütéséhez.

Az esésszám értéke a részidők összege. Az előírás az, hogy a búzaőrlemények esésszáma 200 és 300 között legyen (*Radics*, 2010).

Az átlagmintákból gabonasziták segítségével meghatározzák a gabona osztályozottságát is. *Radics és társai* (2010) leírják, hogy a gabonák tisztításánál különféle rostákat kell alkalmazni. Az őszi búza esetében 2,2 mm-rostát, míg durum búza esetében a 2,0 mm-es rostát kell használni. Hatsoros árpánál minimum 2,0 mm-es, kétsoros fajtánál 2,2 mm-es hasítékolású rostát használják. Csupasz árpánál a kívánt rostaméret 1,8 mm. A tavaszi árpát (sörárpa) 2,5 mm-es résrostával osztályozzák.

Az első és másodosztályú söripari méret (a 2,8 mm feletti, illetve 2,5 - 2,8 mm közötti) összege jelenti az osztályozottságot a teljes tömeg százalékában kifejezve. Gyakorlatilag a 2,5 mm-nél nagyobb szemek aránya a teljes mintamennyiség százalékában kifejezve (URL₄).

Fontos értékmérő szám a gabonák életképessége. *Izsáki és Lázár* (2004) leírják, hogy az életképességnél a magban rejlő potenciális lehetőséget, a mag életlehetőségét, életképességét próbálják meghatározni. Az életképesség megállapítására többféle módszer lehetséges, leggyakrabban a vetőmagvizsgálatban a laboratóriumi biokémiai módszereket alkalmazzák. A módszerek lényege, hogy biokémiai festékek segítségével feltérképezik az élő és holt szövetek arányát, majd ebből következtetnek a mag életképességére. Az ISTA-módszertan a 2, 3, 5, Tripheniltetrazoliumkloridot (TTC) vagy -bromidot (TTB) ajánlja erre a célra.

A csírázási erély az az értékszám darabszámra vonatkoztatott százalék, amely azon a napon adja meg az ép, fejlett csíranövények számát, amely a szabványban szerepel az első értékelési napként (*Izsáki és Lázár*, 2004). Aratáskor a betárolandó gabona általában

99-100% csíráképes. Viszont raktározás során a csírázási erély folyamatosan csökken. Egy év raktározás során az elvárt minimális csírázási erély gabonák esetében 95%.

Simič et al. (2003) szerint elengedhetetlen, hogy tökéletesen ismerjük a betárolandó búza beltartalmi tulajdonságait, így a beraktározáskor biztosíthatjuk a lehető legjobb raktározási feltételeket.

Magyarországon a búza minőségét a Magyar Szabványügyi Testület által kiadott MSZ 6383:2017 szabvány írja le. A beminősített őszi búzát minőségi értékszám alapján sorolják be hat minőségi értékcsoportha. Ezek a következők:

- A1 -A2 javító;
- B1 -B2 malmi;
- C1 -C2 takarmány búzák (URL₇).

Árpaik esetében Radics (2010) kifejti, hogy évjárattól függően a nyers termés 60-90% felel meg a söripari szabványnak (*1. táblázat*), de vannak olyan esetek, mikor a felvásárlók még az alapkövetelménynél is szigorúbb kritériumokat írnak elő.

1. táblázat: A sörárpa minőségi paraméterei (Radics, 2010)

Table 1: Quality parameters of barley (Radics, 2010)

A sörárpa minőségi követelményei (MSZ-081326) / Quality parameters of barley based on Hungarian Standard (MSZ-081326)		
Minőségi jellemző / Quality parameter	Alapkövetelmény / Base value	Határkövetelmény / Limit value
Hektolitertömeg / Hectoliter weight (kg hl-1)	68	>65
Tisztaság / Cleaness (%)	98	96
Keverék / Mixture (%)	2	<4
Értékes keverék / Valuable mixture (%)	1,5	<3
Értéktelen keverék / Unvaluable mixture (%)	0,5	<1
Káros keverék / Harmfull mixture (%)	0,2	<0,5
Osztályozottság / Classification	Alapkövetelmény / Base value	Határkövetelmény / Limit value
2,5 mm-es lyukbőségű fennmaradó / Remaining on 2.5 mm mesh (%)	75	>70
2,2 mm-es lyukbőségű szitán áthulló / Passing through on 2.2 mm mesh (%)	4	<5
Csírázóképeség / Germination capacity (%)	96	>95
Fehérjetartalom (szárazanyag %) / Protein content (dry matter %)	11,5	12,5

Őszi búzánál tároláskor *Pomeranz* (1971) leírta, hogy a frissen őrölt búzaliszt sütőipari minősége általában egy ideig javul, majd hosszabb tárolás esetén fokozatosan csökken. *Balla et al.* (1993) szerint a tárolásra kerülő búza magtömegében számos, külön-külön jól meghatározható és számos, kölcsönhatásaiban jelentős folyamat mehet végbe. Az utóérés ezek közül kiemelkedik, melynél még folytatódnak a szintetizáló folyamatok, pl. javul a siker minősége. A nedves siker mennyiségében lényeges változást nem tapasztaltak raktározás során, ellenben az utóérés időszakában a siker minőségében a sikérváz kialakulása, stabilizálódása miatt előnyös változás volt tapasztalható. Kedvezőtlen tárolási körülmények hatására a kimosható siker mennyisége csökken, a belőle sült próbacipó kisebb térfogatú és tömörebb bélzetű (*Daftary et al.*, 1970).

A betárolt búzánál *Győri* (1999) a Hagberg-féle esésszámot vizsgálta 10 hónapon keresztül, megfigyelte, hogy a raktározás időtartama alatt egyértelmű változás nem volt megállapítható. *Lund et al.* (1971) leírja, hogy búza esetében a lizintartalom csökkenése a tárolási időszak kezdetén jelentősebb, mint később. Gabonák kereskedelmi tárolása során *Pixton és Hill* (1967) nyolc évig tartó kutatásaik alapján megfigyelték, hogy a búza fehérjetartalom (Kjeldahl-módszerrel mérve) kis mennyiségben növekedett. A búza fehérjetartalom növekedést a szénhidrátok légzési veszteségével magyarázták.

Tavaszi árpák (sörárpa) esetében *Radics* (2010) kifejti, hogy az optimális tárolás feltételei:

- 13-14% víztartalom (maximum 15%);
- 10 °C hőmérséklet (maximum 15-18 °C);
- 65% relatív páratartalom (maximum 75%);
- 0,5% idegen anyag jelenléte (maximum 1%).

Móré és Diósi (2014) megállapítják, hogy a megfelelő minőséget minden esetben a végső fogyasztó határozza meg a feldolgozóiparon keresztül, így a minőség relatív, azaz termékenként más és más paraméterek a meghatározóak. A folyamatosan fennálló minőségi követelmények a Magyar Szabvány Testület által kiadott leírások tartalmazzák.

A RAKTÁROZÁS SORÁN FELLÉPŐ GOMBABETEGSÉGEK

A mikotoxinok keletkezésének lehetősége az élelmiszerlánc teljes folyamatában fennáll, a termőföldön, raktározás során, az élelmiszeripari feldolgozás, tárolás és

forgalmazás körülményei mellett egyaránt (Sohár, 2007). Tančinová (2009) megállapítása alapján, az is igaz, hogy a megfelelő tárolás minimalizálja a mikroszkopikus gombák szaporodásának lehetőségét és megakadályozza a további szennyeződést is. A fogyasztó szempontjából az az alapszabály érvényesül, hogy semmi penészes áru nem szolgálhatja sem az emberek sem az állatok táplálkozását.

Jávor és Szigeti (2011) szerint a mikotoxin probléma Magyarországon azért is figyelmet érdemel, mert ezek a toxinok főként azokban a gabonafélékben találhatóak (pl. kukorica, búza), amelyek az ország vetésterületének jelentős hányadát foglalják el, és a lakosság számára is fő táplálékul szolgálnak. D'Mello és Macdonald (1997) megemlítik, hogy az élelmiszerekben előforduló mikotoxinok egyes penészgombák által termelt másodlagos anyagcseretermékek, amelyek erős toxikus hatással bírnak, és ezért élelmiszerbiztonsági szempontból magas kockázatot jelentenek. A penészgombák kártétele már a betakarítás előtt álló termésen érzékelhető, mely a nem megfelelően történő tárolás, hosszú ideig tartó szállítás során még jelentősebbé válhat (Kovács, 2001).

A gabonafélék szemtermésének a minőségét – amely jelentősen befolyásolja élelmezési és takarmányozási célra, valamint vetőmagként való felhasználásukat – elsősorban a különböző nemzetségekbe (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*) tartozó penészgombák veszélyeztetik. Ezek a mikroszkopikus gombák többféle módon ronthatják a gabona minőségét: csökkentik a csírázóképeséget, szemmel látható elszíneződést, penészesedést okoznak, hatásukra dohos vagy savanyú szagú lesz a gabona, csökken a szemek szárazanyagtartalma, tápanyagtartalma, kémiai összetételük megváltozik, a tárolt gabona befülled, illetve mikotoxinnal szennyeződik (Sauer et al., 1992, Veres et al., 2002). A mikotoxinok erős mérgek, több közülük karcinogén, mutagén és befolyásolja az immunrendszert (Sohár, 2007). A mikotoxin probléma jelentősége Magyarországon azért is elsőrendű fontosságú, mivel ezek a természetes toxinok a gabonafélékben (pl. búza, kukorica) találhatóak (Kovács et al., 1998, Veres et al., 2002). A mikotoxinnal szennyezett takarmány, illetve élelmiszer fogyasztása mind az állati, mind az emberi szervezet számára súlyosan ártalmas, gazdasági kárhoz (elhullás, fejlődésbeli visszamaradás, vetelés stb.) és humán megbetegedésekhez vezet (Kovács, 2004).

Könnyen veszteséghez vezethet az is, ha a termést leminősítik, és a termelő alacsonyabb áron tudja csak eladni. A legrosszabb eshetőség pedig az, ha a termés teljesen értékesíthetlenné válik. A felvásárlóknak szintén jelentős ráfordítási többletet jelenthet, ha a fertőzésmentes gabonát távolabbi területekről kell beszerezni és szállíttatni, valamint

a termés tárolása is fokozottabb figyelmet követel a csapadékos években. Levegőtlen, magas nedvességtartalmú és hőmérsékletű tárolóhelyen a gomba a termésben felszaporodhat és fokozza mikotoxin-szennyezettségét (Veres *et al.*, 2001).

Az emberi és az állati szervezetben súlyos szövődeményeket, rövidebb-hosszabb idő alatt kialakuló kórképeket, betegségeket, sok esetben maradandó károsodást okozhatnak (Galvano, 2005, Kovács, 2010). Berek *et al.* (2001) leírásában az emberi immunrendszert már 50 ppb DON, *T-2 toxin*, *fusarenon-X*, illetve a *nivalenol*, amely nem kevesebb, mint 80%-ban gátolja az immunrendszert. Abramson (1998) kutatásában összefoglalta az egyes tárolt termékekben (2. táblázatban) előforduló toxinok hatását a szervezetre.

Magyarországon Mesterházy (2002, 2005) és Szabó-Hevér (2013) szerint a legnagyobb problémákat leggyakrabban a *Fusarium* fajok okozzák, melyek a gabonaféléken élős ködhöznek. Jelentős gazdasági kárt okoznak nemcsak a növénytermesztésben, de az állattenyésztésben is, és ezek eredményeként a humán-egészségügyi következményük is számottevő.

Rafai (1999) szintén a *Fusarium* toxinok, illetve az egyes raktári penészgombák által termelt mikotoxinok kedvezőtlen köz- és állategészségügyi hatásaira hívja fel a figyelmet.

2. táblázat: Különböző tárolt termékekben előforduló gombatoxinok és szájon át adagolva kifejtett toxicitásuk (Abramson 1998)

Table 2: Toxins occurring in various stored products and their toxicity when administered orally (Abramson 1998)

Mikotoxin / Mycotoxin	Gombafaj / Fungi species	Termény / grain	LD50 mg/kg
Aflatoxin B1	A. flavus	kukorica / maize	7,2 – patkány / rabbit
	A. parasiticus	diófélék / nuts	
	A. nominus	gyapotmag / cotton seed	
Ciklopiazonsav / Cyclopiazonic acid	A. flavus		
	A. tamari	kukorica / maize	36,0 – patkány / rabbit
	P. griseofulvum	földimogyoró / peanut	
	P. communae	sajt / cheese	
Citrinin	P. camembertii		
	P. verrucosum	búza / wheat	56,0 – pulyka / turkey
	P. citrinum		
Ochratoxin A	A. terreus		
	P. verrucosum	búza / wheat	22,0 – patkány / rabbit
	A. ochraceus	árpa / barley	
Patulin	A. ostianus	rizs / rice	
	P. expansum	alma / apple	35,0 – egér / mice
	P. griseofulvum		
Penicillinsav / Penicillinic acid	P. aurantiogriseum	kukorica / maize	90,0 – csirke / chicken
	P. aurantiovirens	bab / bean	600,0 – egér / mice
	P. cyclopium		
	P. freii		
Penitrem A	P. viridicatum		
	P. crustotum	búzakenyér / wheatbread	10,0 – egér / mice
	P. melanoconidium	dió / nut	
Szekalonsav / Secalonic acid		sajt / cheese	
	P. oxalicum	kukorica / maize	25,0 – patkány / rabbit
Viomellein	P. freii	árpa / barley	
	P. cyclopium		
	P. viridicatum		
Xanthomegnin	P. freii		
	P. cyclopium		
	P. viridicatum		

Az Európai Bizottság megállapította gabonákban, illetve gabonakészítményekben a maximálisan megengedhető fuzáriumtoxin mennyiségeket, amelyet az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról szóló 1881/2006/EK rendelet, és az ezt módosító 1126/2007/EK rendelet szabályoz (URL₈).

Berek et al. (2001) leírja, hogy Magyarországon a feldolgozatlan élelmiszeripari célokra felhasználható búza szemtermésénél a DON toxin határértéke a magyar egészségügyi normában (1200 ppb, vagy 1,2 ppm) lehet. A durumbúza esetében a megengedett legmagasabb DON-toxin egészségügyi normája 1,75 ppm, míg árpánál 1,2 ppm.

Sokszor ajánlották a fertőzött tétel hígítását egészséges terménnyel. Ha a toxintartalom magas, akkor a keverés után még mindig határérték feletti adatot kapunk, azaz eredményt okozott, de a fertőzött takarmány tömegének akár többszörösét is tönkre teszi. Néhány határeset kivételével (amikor a toxintartalom a határértéket éppen csak meghaladja) az eljárást ezért nem ajánlott. Ha mégis próbálkoznak vele, először kis tételben végezzék el a keverést és toxikológiailag ellenőrizni kell az eredményt (*Mesterházy*, 2002). *Sinha* (1998) leírja, hogy a gomba toxinnal szennyezett gabonáknál számos detoxikálási eljárás van, amellyel csökkenthető bizonyos esetekben a gabonák toxintartalma. A szennyezett gabonát állati takarmányozásra csak bizonyos feltételek mellett lehet felhasználni, de humán felhasználásra soha.

Mesterházy (2002) felvet egy igen fontos kérdést, hogy mi legyen azon tételek sorsa, amelyek nem felelnek meg a szabványértékeknek és veszélyes hulladéknak nyilvánították. Járványos évben sok százezer tonna termékről is szó lehet.

Az élelmiszerekre vonatkozó, jogszabályban megadott határértékek betartása kötelező, a határértéket meghaladó szennyezettségű tétel nem hozható forgalomba. Tekintettel arra, hogy ezeket a határértékeket az Unió rendelettel szabályozza, a rendelet hazánkban is közvetlenül, kötelezően érvényes (URL₈).

A GABONA RAKTÁROZÁSA ÉS ANYAGMOZGATÁS GÉPEI

Gridek (2019) leírásában a gabonaraktárnál nagyon fontos, hogy tiszta, beázásmentes és ép szerkezetű legyen. Éppen ezért az épületet először tüzetesen át kell vizsgálni, az esetleges hibákat pedig kijavítani. Ha ez elmarad, később komoly problémákat okozhat a raktárba bekerülő eső, hó. A beszívargó nedvesség, a becsöpögő eső ugyanis bemelegíti az árut, ami tönkreteszi annak beltartalmát, és kiváló terepet biztosít a rovarkártévkök szaporodásának. Ha a szükséges karbantartások megvoltak, következik a takarítás és a

fertőtlenítés. Ilyenkor oda kell figyelni a kisebb repedésekre is, hiszen ezekben a résekben húzódnak meg a gombák, rovarok. A száraz, tiszta helyre történő betárolás az alapja mindennek.

A gabona bevételezése után megkezdődhet maga a tárolási folyamat, melynél *Shepherd* (1993) leírja, hogy a gabonaféléket a felhasználásig, általában több hónapon át kell tárolni mennyiség- és minőség-csökkenés nélkül, ezáltal a tárolási körülmények és azok ellenőrzései döntőek. Tovább taglalja, hogy míg a gazdálkodók és kereskedők a későbbi, magasabb piaci ár reményében, addig a feldolgozók folyamatos működésük biztosítása érdekében tárolják a gabonákat. Ugyanez vonatkozik arra is, hogy amíg az importőrök az egyszerre behozott nagyobb mennyiséget az értékesítésig kénytelenek tárolni, addig a kormányok az élelmiszer-ellátás biztonsága, vagy a piaci folyamatokba való beavatkozás miatt tárolhatnak terményeket.

A raktár mozgatási funkciójának tevékenységei, részfolyamatai közül a hatékonyság és a gazdaságosság biztosítása szempontjából kiemelkedik a kommissiózás (*Gelei*, 2007). A kommissiózás az áruk konkrét megrendelések szerinti kigyűjtését és összeválogatását megvalósító folyamat (*Prezenszki*, 2002).

Az anyagmozgatás munkafázisai jelentős időt, energiát, illetve költséget kötnek le, ezért napjaink gépesítettségének fejlődése fellendült. A teleszkópos homlokrakodók mezőgazdasági alkalmazási területe széleskörűnek mondható, ugyan az alapgépek kialakítása azonos elven történik, a különféle csatlakoztatható adapterek számában és sokrétű funkciójában térhetnek el egymástól. A teleszkópos gémszerkezet előnye abban rejlik, hogy míg korábban a nagy magasságokba (~6,0–12,0 m) történő rakodást két vagy több lépcsőben lehetett megoldani, addig ezek a gépek a kitolható, teleszkópos kialakítású gémszerkezettel egy menetben végzik az anyagok rakodását. Ezen gépekkel a nagy magasságokba is egyszerűen, gyorsan elhelyezhetők a rakományok akár nagy tömegben is (~2,5–6,0 t) (*Kassai*, 2014). Szemes termények horizontál tárolóból történő kitérítés és szállítóeszközre történő rakodás esetén is a nagy raktérfogatú rakodókanalat kell használni. A teleszkópos rakodógépek emelési magassága és gémkinyúlása, és a munkaeszköz billentési szöge biztosítja a szóródásmentes rakodást (*Kelemen*, 2012). Gyakorlati hasznuk, mind betárolásnál, mind kitérítésnél megkérdőjelezhetetlen. A kitérítés pontos tervezést és odafigyelést igényel, melynek gyorsasága és eredményessége nagyban függ az emberi tényezőtől.

Hajdú (2017) a teleszkópos rakodógépekkel kapcsolatosan megjegyzi, hogy a mezőgazdaságban szinte valamennyi anyagmozgatási technológiában bevezethetők, a szántóföldön (bálarakodás), a szérókben és tárolókban, tárházakban (ömlesztett termények, egységakományok, big-bag konténerek stb. rakodásában), ill. az állattartó telepeken a silótérben, az istállókban, vagy a trágyatárolók környékén egyaránt bevezethetők.

RAKTÁRTÍPUSOK

A korszerű raktárak, elosztó/szolgáltató központok létesítése ma számos tényezőtől függ, nevezetesen: a várható forgalomtól, a nemzetközi érdekeltségtől, a kiszolgálás gyorsaságától, a beruházások megtérülési idejétől és így tovább (*Lakatos*, 2018).

Raktárakkal szembeni követelményeket *Dankó* (2009) négy pontba foglalta össze, melyek:

- védjék meg a tárolt áru mennyiségét és minőségét;
- korszerű árumozgatást és tárolást tegyenek lehetővé;
- megfelelő munkakörülményeket biztosítsanak;
- jól megközelíthetőek legyenek (pl.: nagy szállítójárművekkel).

A raktározás technikai elemei *Pánczél* (2006, 2013) szerint biztosítják a raktározással szemben támasztott technikai, technológiai, valamint a szabályozási feladatok egy részének maradéktalan kielégítését. A technikai elemek közé sorolhatók:

- a létesítmények (épület, bunker, rakodó stb.);
- a tárolóeszközök és berendezések (állványok stb.);
- az anyagmozgató gépek és eszközök;
- az ügyviteli és nyilvántartó eszközök;
- az ellenőrző eszközök (mérleg, ellenőrző műszerek stb.);
- a kiegészítő berendezések (légkondicionáló, hűtő, szárító, töltő stb. eszközök és gépek).

Pánczél (2006, 2013) továbbá hozzáfűzi, hogy a gabonaraktározó telepek létesítésénél figyelembe kell venni:

- Olyan raktárak kialakítását, melyeknél a be- illetve kitárolás gépesítése technikailag megoldott. A raktárak minden esetben átszellőztethetőek legyenek.

- A telep minden egyes raktára és az annak a kiszolgáló épülete gépjárművel megközelíthető legyen.

A tárolótér kialakításának kérdése *Gelei* (2007) szerint magába foglalja a raktár elrendezésének kialakítását a megfelelő raktár technológia (legyen szó akár tárolási, akár anyagmozgatási rendszerek technológiájáról) kiválasztását, de a kialakított tárolótérben az áruelhelyezési szabályok meghatározását is.

A raktárak elrendezésének alapvetően követnie és támogatnia szükséges a raktárban zajló folyamatokat. Ezért egy tipikus raktárban külön területet szükséges kijelölni az áruátvétel, a tárolás, a kommissiózás, a kiszállítási egység kialakítása és a kiszállítást megelőző tárolás számára (*Gelei*, 2007).

A gabonák raktározása történhet horizontális tárolóban, illetve toronysilóban. (*Rieger*, 2007) adatai szerint 2007-ig közel 4 millió tonna raktárkapacitás épült, amelynek 70%-a csarnoktároló, 30%-a pedig vasbeton siló. Mindkét raktározási technológiánál az áru minőség megőrzése a cél.

A *horizontális tárolók* vagy magtárak kisebb fajlagos beruházási igénnyel építhetők, de üzemeltetésük költségesebb, mint a silóké. A gabona tárolása a silók megjelenése előtt kizárólag magtárakban történt (*Bokori et al.*, 2003).

Bellus és Komka (2016) megfigyeléseik szerint mivel a tárolók alapterülete adott, a tárolási magasság nem csak a nedvességtartalom függvénye, nagyságára befolyással van még a gabona fajtája, hőmérséklete, térfogattömege, rézsűszöge, tisztasága és a tetőszerkezet teherbírása is. A csarnoktárolók, mint egyszintes épületek fesztávolsága és belmagassága az alkalmazott technológia függvénye. Befogadóképességük a hasznos alapterület és teherbíró oldalfalmagasság, valamint a konstrukciós kialakítás (ömlesztett vagy cellás tárolás, átforgatáshoz és kezeléshez szükséges 15-20% alapterület többlet stb.) alapján határozható meg.

Eőry és Köves (2017) összefoglalta az ömlesztett anyagok főbb jellemzőit anyagmozgatási, raktározási szempontból, melyek:

- szemnagyság, szemcsealak, szemösszetétel;
- fajlagos tömeg;
- belső súrlódás, kohézió, természetes rézsűszög (az ömleszthetőséget, rézsűképző tulajdonságot meghatározó jellemzők);
- időjárás hatásokra való érzékenység;

- nedvességtartalom;
- egyéb sajátosságok (pl.: súrlódási tényező különböző felületeken, gyúlékonyság, robbanékonyság, porképző hajlam).

Az ömlesztett anyagok jelentős része zárttéri tárolást kíván. A zárt csarnokraktárakban és a szabadtéri tárolókon az ömlesztett anyagok támfalas megtámasztással (esetenként az épület fala képezi a támaszfalat), vagy garmadákban tárolhatók (*Pánczél*, 2006).

Pánczél (2013) leírja, hogy a garmadák alakja és mérete a tárolt áruk jellemzőitől és az anyagmozgatás rendszertől függően különböző lehet. A garmadák alaptípusai között három típust különböztet meg melyek:

- csonka kúp;
- prizma alak;
- M alak.

A korszerű létesítmények mobil vagy stabil anyagmozgatással, igény szerint szellőztetéssel, valamint a termények fizikai és a környezeti levegő állapotjellemzőinek mérési lehetőségével is rendelkeznek. A szellőztető csatornarendszer biztosítja a levegő egyenletes elosztását, mely a tárolók fenéklapján, vagy abba beépítve kerülhet elhelyezésre. Vízszintes tárolóknál a kisebb halom magasság miatt a csatornarendszer térben nagyobb kiterjedésű és emiatt fajlagosan drágább, de ezeknél a tárolóknál a tároló egy részének szakaszolásával – nagyobb légcsereszám biztosításával – lehetőség van a szellőztetési-szárításra is (*Komka*, 2001).

Bellus és Komka (2016) leírják, hogy a gabonák mobil be- és kitárolásuk tehergépkocsikkal, traktoros és tehergépkocsis szerelvényekkel vagy kamionokkal, mobil fogadógaratokkal, univerzális rakodógépekkel, felszedő-rakodókkal, mobil garatos és esetenként állítható ledobófejes szállítószalagokkal és szalagrendszerekkel, valamint csöves szállítócsigákkal oldható meg. A kaparókaros, a vederkerekes, a kaparószalagos vagy szállítócsigás rakodógépek rendszerint egy kitároló szállítószalagra továbbítják a felvett anyagot (*Pánczél*, 2006).

A horizontális tárolóban történő tárolásnál alapvető fontosságú a gabona megfelelő magasságban és egyenletesen legyen betárolva. *Kelemen* (2012) leírja, hogy a teleszkópos rakodógépek 7-10 méter gémkinyúlása és emelési magassága révén biztosítja a horizontális tárolókban a 4-5 méteres rakatmagasság megvalósítását. Ezzel szemben a

gyakorlat azt mutatja, hogy a 3 métert meghaladó raktározási magasság esetén már bemelegedhet az áru. Hosszan tartó raktározásra nem megfelelő.

A horizontális tárolók mellett elterjedtek a toronysilók. *Dulácska és Bódi* (2018) leírják, hogy a silók általában 5-10 méter átmérőjű, 10-40 méter magas, csőszerű létesítmények, melyeket különböző porszerű, vagy szemcsés anyagok tárolására szoktak használni. A leggyakoribb a különböző szemes termények, gabonák tárolására szolgáló siló.

A silók általában fémből vagy vasbetonból készülnek. Toronysilóban történő tárolásnál elsődleges szempont a tárolt magvak megóvása érdekében a szellőztetés, illetve a gabona háromhavonta történő átforgatása illetve kártevőktől való mentesítése. *Lakatos* (2013) javasolja a megfelelő hőmérséklet szinten tartása végett hőmérők elhelyezését. *Schmidt* (1996) leírja, hogy a torony közepén húzódó légcatorna segítségével, vagy ezek híján, a termény másik silóba való átűritésével lehet a termény szellőztetéséről gondoskodni. *Lakatos* (2013) szerint a szellőztetés, átforgatás művelete azért fontos, mert a búza utóérése során felszabadult hő és nedvesség elvezetése így lehetséges. A szellőztetés miatt a toronysilók aljába szintén korrózióvédelemmel ellátott ráncpadozatot helyeznek el. A padozat sík felülete a kítároló bolygócsiga zavartalan működését is biztosítja. Az anyag kítárolása elektromos meghajtású bolygócsigákkal történik. A bolygócsigák az anyagot a padozat alá épített kítároló csigára juttatják (*Kelemen, 2021*). A silótornyok esetében a viszonylag kis alapterület és nagy halom magasság miatt a csatornarendszer beruházása olcsó, és az átszellőztetés a viszonylagos egyenletes rétegvastagságnak köszönhetően egyenletesnek tekinthető, a gravitációs kítárolást a csatornarendszer nem akadályozza (*Komka, 2001*).

Szendrő (2000) szerint azokat a gabonátároló telepeket melyek, ha rendelkeznek magtisztító gépekkel, szárítóberendezésekkel és tároló létesítményekkel úgy kell megtervezni, hogy az a lehetséges megoldások közül az üzem adottságainak és igényeinek legjobban megfeleljen.

SZEMESTERMÉNYEK ÁTSZELLŐZTETÉSE

Szőcs (2007) szerint 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 hőtermelő, és

öngerjesztők. 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.

Fontos, hogy olyan raktárakban történjen a raktározás, amelyek jól átszellőztethetők. Ezzel kapcsolatosan *Bokori* (2003) leírja, hogy raktározás során egy minimális mértékű légzés ugyanis a szárítást követően egy ideig még a légszáraz magvakban is folyik. Az ennek során termelődő hő felmelegítheti a tárolt gabonát, a keletkező víz pedig nedvessé teheti a magvak felszínét. Mindez együtt a mikrobás tevékenység beindulásával járhat. Ezért a raktár szellőztetése létfontosságú.

Mivel a gabona élő anyag, ezért megfelelő időközönként legalább kéthavonta forgatni kell a terményt. A forgatási folyamat egyik fontos része az átszellőztetés, aminek hatására a betárolt gabona megszabadulhat az aratáskori sok esetben 40 °C-os maghőmérséklettől, illetve nedvességtől. Ez a raktározás során a magnyugalmi állapot fenntartását biztosítja. (*Misusztyn et al.*, 1963) is megállapította, hogy magnyugalmi szempontból a légzést szabályozó alapvető tényezők: a nedvesség, a hőmérséklet, a szellőzés (oxigén tenzió) és a mag állapota, amelyek közül a nedvesség mértéke a legfontosabb.

Tomay (1971) a raktárak levegőztetésére hívja fel a figyelmet, miszerint a búza tárolása során különösen új gabonánál és nagyobb nedvességű, vagy magasabb hőmérsékletű gabonánál rendkívül nagy jelentősége van az intenzív szellőztetésnek. Ezen kívül megemlíti, hogy a szellőztetésen kívül gondoskodni kell a rovarfertőzöttség, valamint a rágcsálók elleni folyamatos védelemről is.

Radics (2010) a tavaszi árpánál leírja, hogy feltétlenül szellőztetni kell, ha a külső hőmérséklet 5 °C-al alacsonyabb, mint a tárolt árpáé vagy, ha a relatív páratartalom 75% feletti.

Komka (2005) szerint a termények átszellőztetése történhet az adott célnak megfelelően:

- környezeti levegővel;
- előmelegített levegővel;
- hűtött levegővel végezhető el.

A szellőztetés időtartalmát a levegőbefúvó helyétől elinduló hűtött zóna mozgási sebessége és a halom magasság határozza meg. A hűtött zóna mozgási sebessége a levegő sebességének közel ezred része. Ez azt jelenti, hogy pl. egy 5 m halom magasságú

terményréteg (500 m^3) átszellőztetése (hűtése) $15 \text{ m}^3/\text{h}$, m^3 légcsereszámmal számolva $0,02 \text{ m}/\text{sec}$ átáramló levegő sebesség mellett, $0,072 \text{ m}/\text{h}$ sebességgel, azaz 70 óra alatt történik meg. Hasonló eredményhez jutunk, ha jobban megfogható légcsereszámmal (ventillátor légszállítása osztva a termény térfogatával) számolunk, amely szerint a szellőztetési ciklus időtartama 1.000 osztva a légcsereszámmal szintén 70 h. Az átszellőztetés időközét alapvetően a termény hőmérséklete és nedvességtartalma határozza meg. Átlagos feltételeket figyelembe véve ($14,0\%$ és $25 \text{ }^\circ\text{C}$) 35-40 naponként kell a fentiek szerinti ideig a terményt szellőztetni. Természetesen, amennyiben valamilyen ok folytán gyors hőmérsékletemelkedés tapasztalható ($23 \text{ }^\circ\text{C}/\text{nap}$), a szellőztetést azonnal el kell kezdeni (Komka, 2001).

Az állagmegóvó szellőztetésnél Komka (2005) kifejti, hogy az átforgatással járó hátrányok (energia-igényesség, porlási veszteség, törtszemtartalom növekedés) a tárolási kapacitás bizonyos részének kihasználatlansága a forgathatóság érdekében elmaradnak. Az egyszeri átszellőztetés ideje az átszellőztető levegő sebességétől és az átszellőztetendő termény halom magasságától függ. A gyakorlatban meglévő szellőztető berendezéseknél, $0,05\text{-}0,1 \text{ m}/\text{sec}$ levegősebességeknél, 3 m-es halom magasságnál 12-20 óra, 10 m-es halom magasságnál 35-70 óra az egyszeri átszellőztetés ideje. A szellőztetés időpontját a külső levegő hőmérséklete, relatív páratartalma és a termény hőmérséklete határozza meg. A termény és a külső levegő hőmérséklete közötti különbség miatt a befűvott levegő páratartalma megváltozik. Az előbb említett jellemzők meghatározzák a szellőztetésre alkalmas levegő maximális relatív páratartalmát. Általában szellőztetni akkor lehet, ha a szellőztető levegő relatív páratartalma a következő határértéknél alacsonyabb: búza, rozs és szellőztető levegő hőmérséklete legalább $4\text{-}5 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal alacsonyabb a gabona hőmérsékleténél.

Tehát a szellőztetés a gabona mag légzés szempontjából elsődlegesen fontos. Raktározás szempontból Vašák (2008), illetve Grídek (2019) is leírják, hogy magának a levegőnek a légcseréje a fontos tényező. A tél beköszöntével a raktározásra kifejezetten oda kell figyelni, amikor több pára képződik a tételekben, amely később lecsapódva a termény nedvesedéséhez és tömörödéséhez vezet, aminek elengedhetetlen következménye a szemek beltartalmi romlása. Ha az áru állagromlása, egyszer elindul, beavatkozás nélkül már nem visszafordítható. A veszteségek minimalizálása a cél, melynek eszközei az árukezelés, árumozgatás, áttárolás.

Egy 14,5%-os szárazanyag-tartalmú gabona szárazanyag-vesztesége 23–25 °C-os tárolási hőmérséklet mellett, 5 hónap alatt, pl.: 2000 tonna tárolt mennyiség esetében meghaladhatja a 8-12 tonnát. (*Muchová és Okrajová*, 2005) megfogalmazásában a betakarítás utáni tárolásnál figyelembe kell venni azt a tényt, hogy a gabona bonyolult metabolikus légzési jellege és lefolyása miatt a szárazanyag-nál veszteség fog fellépni.

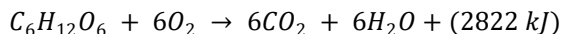
Tomay (1984) levezette, hogy raktározott gabonánál az általános gabonaraktározási feltételek mellett, gondos szellőztetési technológiával a következő veszteségekre kell számítani:

- fertőzés során fellépő értékcsökkenés: 0,33%
- gabona száradása során fellépő veszteség: 0,48%
- szellőztetés kifolyólag tömegveszteség: 0,50%
- veszteségek összesen: 1,31%

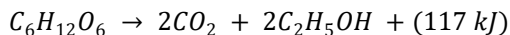
Ilyen nagyságrendű veszteséget okoz az is, ha a hőmérséklet emelkedése miatt áttárolásra van szükség, amely egyidejűleg a szentöréssel minőségromlást is okoz.

Tomay (1970) kutatásai alapján leírja, hogy a gabonafélék hosszú idejű tárolását optimálisan 18 °C hőmérsékleten és 14-15% nedvességtartalom mellett célszerű végrehajtani. Ilyen feltételek mellett a keletkező szén-dioxid fajlagos mennyisége 1,4 mg CO₂ lesz.

A gabonaszemek légzésével kapcsolatosan *Bellus és Komka* (2016) leírják, hogy raktározás során a szemek légzése aerob és anaerob körülmények között megy végbe. Megállapítják, hogy aerob légzés esetén ugyanannyi oxigén emésztődik fel, mint amennyi széndioxid keletkezik, ezért a légzési együttható értéke egy. Ebben az esetben a folyamatot leíró reakcióegyenlet:



Abban az esetben, ha nincs elég oxigén a tárolás alatt, akkor a légzés részben vagy egészben anaerob módon valósul meg. Ekkor a folyamatot leíró reakcióegyenlet:



Anaerob esetben a folyamat több oxigént igényel, mint amennyi szén-dioxid a légzés alatt termelődik, ezért a légzési együttható értéke kisebb lesz, mint egy. Abban az esetben, ha a tárolt halmazban hosszabb időn keresztül anaerob állapot alakul ki, akkor a termés bedohosodik. Megszüntetése szellőztetéssel a csatornarendszer érintett szakaszának aktiválásával vagy helyileg mobil szellőztetőcsövekkel oldható meg.

GABONÁK BELTARTALMI ÉRTÉKEINEK MEGÓVÁSA

A terményvédelem súlypontosan a prevencióra, a megelőzésre épül, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy a terménynek jó tárolási feltételeket biztosítva megszüntetünk, minden kedvező körülményt a károsítók számára, a hosszabb ideig tárolni kívánt búzát, kukoricát, napraforgót stb., pedig a betárolással egy időben megelőző védelemben részesítjük (Cziklin, 2014).

Surovčík *et al.* (2001) szerint a raktározás során megfelelő hőmérséklet és páratartalom kialakításával a károsító rovarok életfolyamatai és a károkozás foka lefékezhető. Hozzáfűzi továbbá, hogy a raktározott gabona kedvező állapotának a megőrzése érdekében a következő méréseket kell elvégezni:

- Hőmérséklet: a betakarítást követően az első három hónapban a száraz gabonát kétnaponta, nedves gabona esetében naponta kell mérni a hőmérsékletváltozásokat. A téli időszakban két hetente egyszer kell ellenőrizni a hőmérsékleteket, míg tavasszal elég hetente csak egyszer. Rendellenes hőmérséklet emelkedés esetén naponta egyszer kell mérést végezni.
- Páratartalom: havonta egyszer kell ellenőrizni.
- Kártevők monitorozása: a hőmérséklettől függően, a 10 °C hőfok felett esetén hetente egyszer, az 5-10 °C értéknél 14 naponta egyszer, míg az 5 °C alatt havonta egyszer vizsgáljuk a gabonát.
- Egészségi állapot: a gabona érzékszervi vizsgálata is fontos. Havonta egyszer figyelni kell a búzaszem fényességét, színét, illatát (szagát). A csírázási erélyt pedig havonta kétszer kell elvégezni.

Mosonyi (1989) a raktározás során a szemes terményekben lejátszódó folyamatok közül a hőmérsékletnek, a levegőforgalomnak, illetve a termény és a körülötte lévő környezet nedvességtartalmának tulajdonít szerepet.

Radics (2010) kifejti, hogy gabonák tárolási ideje alatt ügyelni kell az esetleges befülledés elkerülésére, illetve a raktári kártevők (zsizsik, moly stb.) elleni gondos védekezésre.

A szemes termények minőségi és mennyiségi megőrzésének legfontosabb eleme a megelőző kezelés. A művelettel a kártevők egyrészt kizárhatók a létesítményekből, vagy olyan viszonyok állíthatók elő, melyekkel kifejlődésük és szaporodásuk akadályozható meg. A megelőzés eredménytelensége esetén a megtelepedett kártevők további

elszaporodása és tevékenysége kárelhárítási műveletekkel szorítható vissza, vagy küszöbölhető ki (*Bellus és Komka*, 2017).

Sipos és Zsombik (2006) szerint a raktári kártevők elleni védekezésre megoldás lehet a sűrű szövésű, szellőző anyaggal történő takarás, vagy leggyakrabban a tárolótér és a termény gázosítása. A gabonakárosító raktári kártevők ellen a csapdázás egy lehetőség, de a fertőzést nem szünteti meg. A csapdák lehelyezése általában a raktárépületen kívül történik, melyben rágcsálóirtó anyag van elhelyezve. Abban az esetben, ha a csapda a raktáron belül kerül elhelyezésre, akkor a raktározott gabona fertőződését megakadályozva a csapda belsejébe csak ragasztó szalagos csapdát alkalmazhatunk.

A károsítók elleni védekezés további eleme a betárolással egyidejű szerves savas konzerválás, mely hasonló hatást fejt ki, mint a fent említett módszerek (*Bellus és Komka*, 2017). *Karnóth* (2014) kifejti, hogy a biztonságos tárolás lehetséges módszere takarmányozási célú termények esetében a szerves savakkal történő tartósítás. *Komka* (2001) a szerves savas terménytartósításnál, az elsődleges célként a különböző gombaflóra élettevékenységének megakadályozását, azaz a penészgátlást jelölte meg. A termény beltartalmi értéke nem romlik és elkerülhető a káros mikotoxinok keletkezése. Leírja továbbá, hogy a szántóföldről bekerülő mikotoxinokat ezzel az eljárással sem lehet megszüntetni, de a penészgátlással a mikotoxinok keletkezését megakadályozható. A szerves savas takarmány-tartósítási technológia lényege abban áll, hogy a szemes terményeket betakarításkori nedvességtartalmuk mellett – aminek csak a további felhasználás szab határt – általában 14-20% nedvességtartalom mellett a tárolóba juttatásuk előtt folyékony tartósítószerrel kezelik. A folyékony tartósítószerke kifejezetten antimikrobiális hatásúak, ezért alkalmasak hosszabb idejű tartósításra. A tartósított gabonát nem kell a tárolás alatt mozgatni vagy szellőztetni, ezért egyszerű tárolóknál, hosszúidejű tárolás esetén is sikeresen alkalmazható a technológia.

Szemes terményeinek hosszú idejű és kockázatmentes tárolásához biztosítani kell a betakarítás, az elő- és utótisztítás, valamint a szárítás és a szükség szerinti kezelés műszaki és technológiai feltételeit. A szemes termények lélegzésekor lejátszódó biokémiai folyamatok hatására a tárolt halmazok hőmérséklete és nedvességtartalma az adott körülményektől, így többek között a termények tisztaságától, a szárítás mértékétől és homogenitásától, a törtszem-tartalomtól, valamint a károsítók megjelenésétől függően különböző mértékben megnő. Hatásukra a tárolt halmazokban káros folyamatok

indulhatnak be, ezzel és az elmaradó termény- és tároló fertőtlenítés hatására visszafordíthatatlan károk keletkezhetnek (*Bellus és Komka, 2017*).

Tároláskor különböző folyamatok játszódnak le a terményben, ezek szempontjából fontos szerepe van a tisztaságnak (*Győri, 1983*).

A learatott gabona tartalmaz idegen anyagokat is, amelyek a termény tisztaságát csökkentik, a kártevők pedig nedvességtartalmuk mellett anyagcseréjükkel bemelegedést okozhatnak, amely kedvez a mikrobiális fertőzéseknek. Ezért betárolás előtt halmaztisztítás javasolt kiválasztásukra, valamely tulajdonságuk halmaztól való eltérése alapján (*Véha és Markovics, 2013, Tomay, 1987*).

A tisztítás előrostálásból, toklászolásból, szelelőrostálásból áll. A tisztított gabona serleges felvonókkal jut az ellenőrzőmérlegekre, ahonnan elosztók segítségével a szárítóvonal előtartályaiba, illetve közvetlenül vagy elosztó rédlereken keresztül a tárolótartályokba kerül (*Forgács, 2006*).

A halmaztisztítás leggyakoribb berendezései a rosták (rög-, szem-, és porrosta), tarárok (szelelő rosták), mágnesek, kő- és rögválasztók, triőrök, entoléter (*Véha és Markovics, 2013, Tomay, 1987*).

Német (2014) leírja, hogy aratáskor az ún. egyensúlyi nedvességtartalom a különböző termények esetében általában 13–14% körül van. A kalászos gabonák szárítása a nyári időszakban tapasztalható magas (30 °C) hőmérséklet miatt nem szükséges. Nedves csapadékos nyarakon viszont szükség van a gabonaszárítókra. A gabonák szárítását akkor végezzük mikor a termény nedvességtartalma 14% fölötti. A szárítás célja a szemben zajló enzimműködés lassítása, illetve a tárolás biztonságának fokozása.

Tomay (1987) a szárítás követelményének: az egyenletes nedvességtartalom elérését, a hőmérsékleti maximum betartását, a nagy és gyors hőmérséklet-változások kerülését tartotta.

A gabonaszárításnál nem mindegy milyen a szárító levegő hőmérséklete. *Pepó és Sárvári (2011)* szerint a szárító levegő hőmérséklete a felhasználástól függően változik:

- étkezési és takarmánybúza (max. 70 °C);
- vetőmag búza (max. 45-50 °C).

Radics (2010) leírja, hogy tavaszi árpa (sórárpa) esetében a szárító levegő hőmérséklete nem haladhatja meg a 40 °C-t, mert az a csírázóképeség elvesztésével jár.

Ezeket a hőmérsékleti értékeket a gabona szárítása alatt nem szabad túllépni. *Bocz (1996)* leírta, hogy a termény óránként csak 2-3% vízelvonást tűr el, ezért javasolt a

kíméletes szárítása. *Ginzburg* (1979) a szárítóközeg paramétereit közül a levegő hőmérsékletét illetve a levegő sebességét vette alapvető fontosságúnak. A levegő sebességének hatása a folyamat kezdetén nagyobb mértékben jelentkezik, ami az állandó sebességű szárítási szakaszt jellemzi. Ha a levegő sebességét 0,1 m/s-ról 0,5 m/s-ra növelik, a szárítás időtartalma kb. 1,5 részére csökken.

A hőkezeléses szárítók közvetett vagy közvetlen fűtésűek lehetnek. A szárítás művelete előmelegítési, szárítási és hűtési szakaszokból áll. A szárítóvonal előtartályokból kombináltszárítógépből és utótartályból áll. A gabona hőkezelés nélküli szárítása, szellőztetése az aktív (mesterséges) légcserén alapul. Utántisztítási műveletre akkor kerül sor, ha különösen szennyezett vagy sérült a gabona. A tisztítóvonal szelelőrostálásból és triőrözésből áll. Az utántisztítás melléktermékeit (por, toklász, rög stb.) megsemmisítik, a töröttes apró szemeket a takarmánygyártásban hasznosítják (*Forgács*, 2006).

A gabonák raktározásánál a tűzvédelemről is kell pár szót ejteni. *Szőcs* (2007) a raktározott szemes termények tűzvédelmének fontosságára hívja fel a figyelmet. Leírja, hogy a kémiai reakciók mechanizmusának vizsgálatából ismert, hogy a reakciósebesség a közeg hőmérsékletének 14 °C fokenkénti emelkedésével megduplázódik. Megállapította, hogy a nem megfelelően raktározott termény bemelegedése során fellép a reakciótér rossz hőcseréje, így 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.

Gabonaszárítók esetében a tűzvédelemre is fokozottan oda kell figyelni. Gyakran előfordul, hogy nyáron a gabonaszárítók csak időlegesen vannak használva, és általában időspórolás végett a szárító toronyban marad a leszárított áru. Ha áll a termény a toronyban, sőt az előrejelzések szerint még napokig nem is indulhat újra a betakarítás, le kell üríteni a szárítót és felülről lefelé haladva át kell vizsgálni, és megszüntetni az esetleges boltozódásokat (URL₉).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítése a 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00182 számú projekt keretén belül valósult meg.

TRANSPORTATION, STORAGE AND SORTING OF CEREAL GRAINS TAKING INTO ACCOUNT THE QUALITY PRESERVATION PARAMETERS

LADISLAV NYÁRI – GERGELY TESCHNER – ATTILA KOVÁCS

Széchenyi István University,

Albert Kázmér Agricultural Faculty, Mosonmagyaróvár

SUMMARY

When storing raw materials, one of the most important questions that has arisen in recent years is to what extent we can protect the quality of the agricultural products and constantly monitor them. Mainly due to the price instability on the grain market, not only producers but also grain trading companies are forced to store crops for a longer period of time compared to previous practice. As a result, it is increasingly important to store the raw materials economically and qualitatively, and to protect the quality of the grains. In our review article we will review the results and proposals of experts related to grain storing, which are the conditions for the implementation of these goals. This will give us a comprehensive picture of the current situation in the profession and the challenges ahead. The thesis discusses through different chapters, presenting the most important knowledge of the profession.

Keywords: cereals, storage, quality parameters, logistics

IRODALOMJEGYZÉK

Abramson, D. (1989): Mycotoxin formation and environmental factors. 255-278. In: Sinha K. K. and Bhatnagar, D. (Eds.) Mycotoxins in agriculture and food safety. Marcel Dekker Inc. New York. 511.

Balla L. - Bedő Z. - Láng L. (1993): A búza minősége. Gabonaipar, XL, (4) 1-2.

Bellus Z. - Komka Gy. (2016): Szemes termények tárolása a mezőgazdaságban, Mezőgazdasági Technika, 2016, (7).

Bellus Z. - Komka Gy. (2017): Szemes termények minőségmegóvásának lehetőségei. Mezőgazdasági Technika, 2017, (2).

- Berek L. - Perti I. B. - Mesterházy Á. - Téren J. - Molnár J.* (2001): Effect of mycotoxins on human immune functions in vitro. *Toxicology in vitro* (15) 25-30.
- Bocz E.* (1996): Szántóföldi növénytermesztés. *Mezőgazda kiadó.* 212-282, 362-422.
- Bokori J. - Gundel J. - Herold I. - Kakuk T.- Kovács G. - Mózes M. - Schmidt J. - Szigeti G. - Vincze L.* (2003): A takarmányozás alapjai, *Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
- Csajbók J.* (2017): Östermelő Gazdálkodók Lapja. *Búzatermesztés XXI. Évfolyam, (5) 51.*
- Csajbók J.* (2012): Szántóföldi növények termesztése és növényvédelme. *Jegyzet, a növénytermesztő és növényvédő technológus FSZ szak számára. Egyetemi jegyzet, Debreceni Egyetem. Debrecen.*
- Csima F. - Szerb A. B.* (2016): A magyar gabonaexport szállítványozás trendjei. *Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar. Kaposvár.*
- Cziklin M.* (2014): Szemes termények védelme raktári kártevők ellen. *Agronapló Szakfolyóirat.* <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2005/6-7/novenyvedelem/szemes-termenyek-vedelme-raktari-kartevok-ellen>
- Daftary, R. D. – Pomeranz, Y. – Sauer, D. B.* (1970): *Agr. Food Chem,* (18) 613.
- Tančinová, D.* (2009): Žatva a skladovanie obilnín z hľadiska výskytu mykotoxínov. *Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Katedra mikrobiológie, Fakulta biotechnológie a potravinárstva. Pôdohospodársky poradenský systém. (Gabonafélék betakarítása és tárolása a mikotoxinok jelenléte szempontjából. Nyitrai Szlovák Mezőgazdasági Egyetem, Biotechnológiai és Élelmiszertudományi Kar Mikrobiológiai Tanszék. Mezőgazdasági szaktanácsadó rendszer).*
http://old.agroporadenstvo.sk/rv/ochrana/obilniny_mykotoxiny.htm (2021.10.17)
- Dankó L.* (2009): *Marketing Logisztika. Pro Marketing Miskolc Egyesület. Miskolc.* 34-35, 211-340.
- De Lucia, M. – Assennato, D.* (1994): *Agricultural engineering in development, Post-harvest operations and management of foodgrains. FAO Agricultural Services Bulletin No. 93,* <http://www.fao.org/docrep/t0522e/T0522E00.htm#Contents> (2021.04.15).
- Diósi G.* (2017): *Östermelő Gazdálkodók Lapja. Búzatermesztés XXI. évfolyam, (5) 51.*
- D’Mello, J.P.F. – Macdonald, A.M.C.* (1997): *Mycotoxins. Animal Feed Science Technology,* (69) 155-166.
- Dulácska E - Bódi I.* (2018): *A vasbeton silók repedései és egyéb problémái. Vasbetonépítés. 2018, (2).*

- Eőry T. - Köves G. (2017):* A szállítmányozási, raktározási, anyagmozgatási munkafolyamatok főbb veszélyforrásai. A munkahelyi egészség és biztonság fejlesztése a nagykereskedelmi ágazatban. Kereskedelmi Alkalmazottak Szakszervezete. Budapest.
- Forgács J. (2006):* Élelmiszeripari technológiák. Szeged. pp. 198. https://docplayer.hu/2294155-Elelmiszeripari-technologiak.html#show_full_text (2021.09.30).
- Földesi P (2006):* Logisztika I–II. HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat
- Galvano, F. – Galofaro, V. – Galvano, G. (2005):* Mycotoxins in the human food chain. In: Diaz D. (eds.): The Mycotoxin Blue Book. Nottingham Press. 187-224.
- Gelei A. (2007):* A vállalati logisztikai rendszer kitüntetett eleme a raktár – folyamat alapú megközelítés. 81.sz. Műhelytanulmány. Budapest Corvinus Egyetem. Vállalatgazdaságtan Intézet. Budapest.
- Ginzburg A. Sz. (1979):* Az élelmiszerek szárítástechnológiája. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 38.
- Győri Z. (1983):* Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. Egyetemi jegyzet, DATE, Debrecen. 7-73.
- Győri Z. - Győriné Mile. I. (1998):* A búza minősége és minősítése, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 16-38, 58-75.
- Győri Z. (1999):* Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. Egyetemi jegyzet, DATE, Debrecen. 7-73.
- Gridek D. (2019):* Raktározzunk hosszú távon... de hogyan? – Raktározási tippek az aratási szezon előtt. Agrofórum. <https://agroforum.hu/szakcikkek/novenytermesztes-szakcikkek/raktarozzuk-hosszu-tavon-de-hogyan-raktarozasi-tippek-az-aratasi-szezon-elott/> (2021.10.5).
- Hajdú J. (2017):* Terítéken a teleszkópos rakodók. Agronapló szakfolyóirat. 2017, (4) 94-100. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2017/04/gepesites/teriteken-a-teleszkopos-rakodok>. (2021.5.28).
- Hirkó B. (2007):* Elosztási Logisztika. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft.
- Huszár E. T. (2015):* Betakarítás és raktár védelem. Agró Napló Szakfolyóirat. 2015, (11) 42. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2015/11/szantofold/betakaritas-es-raktari-vedelem>

- Izsáki Z. - Lázár L.* (2004): Szántóföldi növények vetőmagtermesztése és kereskedelme. Mezőgazda Kiadó.
- Jávor A. - Szigeti J.* (2011): Termékminősítés és termékhigiéna. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. 18-22.
- Karnóth J.* (2014): Szemes termények tartósítása szerves savakkal. Agro Napló Szakfolyóirat. <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2004/8/szantofold/szemes-termenyek-tartositasa-szerves-savakkal>
- Kassai Zs.* (2014): Teleszkópos rakodógépek előnyei a mezőgazdaságban. Agronapló szakfolyóira, (103). <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2006/08/gepesites/teleszkopos-rakodogepek-elonyei-a-mezogazdasagban> (2021.5.27).
- Kelemen Zs.* (2012): Szállítási és rakodási technológiák az agrárgazdaságban. Business sorozat. Magyar Agrárkamara Budapest.
- Kelemen Zs.* (2021): A terménytárolás műszaki háttere. Mezőhír. (2). <https://mezohir.hu/2021/02/25/takarmanyok-biztonsagos-teli-tarolasa-mezogazdasag/>. (2021.05.24.)
- Keményné Horváth Zs.* (2014): A gabona termékpálya keresleti oldalának szerkezeti változása az EU csatlakozás után. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Komka Gy.* (2001): Gabonafélék tárolás alatti állagmegóvása (II). FVM Műszaki Intézet Gödöllő. <https://www.agraroldal.hu/gabona.html>
- Komka Gy.* (2005): Szemesterménytárolók, tárolási technológiák (I). FVM Műszaki Intézet Gödöllő. <https://www.agraroldal.hu/gabona-9.html>
- Kovács F. - Banczerowski J. - Zomborszky K. M. – Fazekas B.* (1998): Életminőség és a mikotoxinok egészségügyi vonatkozásai (1.). Állattenyésztés és Takarmányozás, 47, (5) 385-402.
- Kovács F.* (2001): Penészgombák – mikotoxinok. In: Penészgombák, mikotoxinok a táplálkozásban. Szerk: Kovács F. MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. 13-20.
- Kovács M.* (2004): Mikotoxinok táplálkozás-egészségügyi vonatkozásai. Orvosi Hetilap, 145, (34). 1739 – 1746.
- Kovács M.* (2010): A mikotoxinok humán-egészségügyi vonatkozásai. In: Kovács M. (szerk.): Aktualitások a mikotoxin kutatásban. Agroinform Kiadó. Budapest. 86-102.

- Kovács Z.* (2011): Logisztika és üzleti modellezés. Egyetemi tananyag. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Számítógépes Optimalizálás Tanszék. 28.
- Lakatos E.* (2013): Élelmiszeripari technológiák I. Malom-, Sütő- és Édesipar. Mosonmagyaróvár. 17.
- Lakatos P.* (2018): A logisztika alapjai és közszolgálati kapcsolódásai, aspektusai. Studia Universitatis Communia. Dialóg Campus Kiadó. Budapest. 51.
- Lund, A. – Pedersen, H. – Sigsgaard, P.* (1971): I. Sei. Food Agr, (22) 458.
- Magyari I.* (2005): Szállítmányozási ismeretek. Károly Róbert Főiskola. Gyöngyös.
- Mesterházy Á.* (1997): A szántóföldi növények mikrobiális patogén szennyeződésének csökkentése, humán egészségügyi minőségének javítása. „Agro 21” Füzetek, (14) 90-130.
- Mesterházy Á.* (2002): A mikotoxinok és az élelmiszerbiztonság, a megoldás lehetőségei. Gabonatermesztési Kutató Kht., Szeged
- Mesterházy Á.* (2007): Mikotoxinok a gabonatermesztésben: az élelmiszerbiztonsági kihívás. Élelmiszervizsgálati közlemények. LIII. Kötet, (53) 38-48.
- Misusztyin, E. N. – Triszvjatszki, L. A.* (1963): Mikrobü i zerno, (Mikrobiológia és gabona). Moszkva.
- Móré M. - Diósi G.* (2014): A gabona minőség vizsgálata, mintavétel eszközei. Értékálló Aranykorona Országos Mezőgazdasági Szaklap, 2014. május XIV. évfolyam, (4) 26-28.
- Mosonyi Á.* (1989): A gabona eltarthatóságát befolyásoló minőségi tényezők. Gabonaipar, (4) 129-133.
- Muchová, Z. – Okrajková, A.* (2005): Podmienky a opatrenia pri skladovaní potravínarskej pšenice. In Naše pole, roč. 9. (Az élelmiszer-búza tárolásának feltételei és intézkedései. A mi mezőnk) 2005, (8) 14.
- Német B.* (2014): Terményszárítás, szemestermény-szárítók. Agrárium7 integrált agrárszakmai információs platform. 2014/04/10. <https://agrarium7.hu/cikkek/98-termenyszaritas-szemestermeny-szaritok>. (2021.05.20.)
- Pánczél Z.* (2006): Anyagmozgatás, csomagolás, raktározás. Értékünk az ember. Humánerőforrás-fejlesztési Operatív Program Széchenyi Egyetem Győr. 259-260.
- Pánczél Z. - Nagy Z.* (2012): Rakodástechnika I. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft. 63.

- Pánczél Z. - Böröc P. J.* (2013): Anyagmozgatás, raktározás. Széchenyi Egyetem Győr, Universitas-Győr Nonprofit Kft. 244-245.
- Pepó P. - Sárvári M.* (2011): Gabonanövények termesztése. Az Agrármérnöki MSc szak tananyagfejlesztése. Debreceni Egyetem. 39.
- Pixton, S. W. – Hill, S. T.* (1967): Longterm storage of wheat. II. J. Sci. Food. Agric, (18) 94-98.
- Pomeranz, Y.* (1971): Wheat Chemistry and technology, St. Paul Minn.
- Prezenszki J.* (2002): Logisztika I., II., Logisztikai Fejlesztési Központ.
- Radics L.* (2010): Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés I. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest.
- Rafai P.* (1999): A fuzariotoxinok hatása a sertés termelésére és egészségére. Állattenyésztés és Takarmányozás. 48, (2) 253-264.
- Rieger L.* (2007): Az intervenció szabályozás jelene és jövője, Agrárágazat, 2007. szeptember, VIII. évfolyam, (8).
- Rieger L.* (2019): Magyarország gabonaraktár-ellátottságának értékelése. Gazdálkodás. 63, (4) 307-323.
- Sauer, D. B. – Meronuck, R. A. – Christensen, C. M.* (1992): Microflora. Storage of Cereal Grains and Their Products (ed. Sauer). American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 313-340.
- Schmidt J.* (1996): Takarmányozástan, Mezőgazda kiadó. 151-153, 172-174, 208-211, 258- 260, 271-276.
- Simič, S. – Mladenovič, G. – Lančarivič, V. - Pataki I. – Delvesi, K.* (2003): Kvalitetna proizvodnja, dozada i promet semenastrih žita. In Stručni rad. (Magas színvonalú vetőmagtermelés, szállítás és értékesítés. Szakmai munka), vol. 7, 2003, (3-4) 88-91.
- Sinha, K. K. – Bhatnagar, D. (Eds.)*. (1998): Mycotoxins in agriculture and food safety. Marcel Dekker Inc. New York. 511.
- Sipos P. - Zsombik L.* (2006): A minőségmegőrző gabonátárolás és a raktári kártevők elleni védekezés. Agrárágazat. 2006 (11).
- Shepherd, A. W.* (1993): Economic and marketing aspects of post-harvest handling of grains. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/docrep/x5015e/x5015E00.htm#Contents> (2021.04.18.)

- Sohár Pálné.* (2007): Mikotoxinok az élelmiszerláncban. Élelmiszervizsgálati Közlemények Élelmiszerminőség – Élelmiszerbiztonság. Különszám Journal of Food Investigations Food Quality – Food Safety. LIII. Kötet. 60.
- Sólyom M.* (1991): Raktározók-raktárüzem szervezők kézikönyve, Budai Sólyom Szervező-Kiadó-Kereskedő Bt.
- Stock, J. R. – Lambert, D.M.* (2001): Strategic Logistics Management: McGraw – Hill Irwin, Singapore.
- Szabó Hevér Á.* (2013): A kalászfuzárium rezisztencia molekuláris hátterének vizsgálata frontana eredetű térképező búz populációkban. SZIE. Doktori értekezés.(2013.). 141.
- Szegedi Z.* (1999): Logisztika menedzsereknek. Kossuth Kiadó. Budapest. 145–155.
- Szegedi Z. - Prezenszki J.* (2003): Logisztika-menedzsment. Kossuth Kiadó. Budapest. 117–198.
- Szendrő P.* (2000): Mezőgazdasági gépszerkezettan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Szőcs I.* (2007): Gabonátárolók tűz- és vagyónvédelme, Budapest
<http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/125-gabonatarolok-tuz-es-vagyonvedelme.pdf>
- Surovčík, J. – Fencík, R. – Zubal, P. – Kubinec, S. – Jamriška, P. – Hašana, R. – Sekerová, M. – Muchová, Z.* (2001): Technológia pestovania potravinárskej pšenice. Piešťany: VÚRV. (Élelmiszerbúza termesztési technológia. Pöstyén: VÚRV), 2008. ISBN 80-968553-2-8. 52.
- Tomay T.* (1970): Gabonaipari Kézikönyv. Áruismeret és technológiai folyamatok, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1970. 763.
- Tomay T.* (1971): Gabonaipari kézikönyv I. Budapest.
- Tomay T.* (1984): Gabonátárolás, Gabona Tröszt, Budapest. 470-471.
- Tomay T.* (1987): Gabonátárolás. Gabona Tröszt, Budapest. 27-78.
- Vašák, J.* (2008): Rostlinná výroba a její perspektívy. In Úroda, roč. (A növénytermesztés és perspektívái. Aratási évben), 36, 2008, (1) 57-60.
- Veres E. - Kátai J. - Győri Z.* (2001): A betárolt gabona fuzárium fertőzöttségének és toxinszennyezettségének kérdése. Növénytermelés, 50 (4) 479–485.
- Veres E. - Borbély M. - Győri Z. - Kátai J.* (2002): A tárolási feltételek hatása a kukorica Fusarium fertőzöttségére és toxin szennyezettségére. Agrártudományi Közlemények (Acta Agraria Debreceniensis), Debrecen, (1) 28-32.

Verdes S. (2012): Anyagmozgatás és gépei, Anyagmozgatás, anyagkezelés. Pannon Egyetem. 100.

Véha A. - Markovics E. (2013): Búzakenyér. In: Biacs P. - Szabó G. - Szendrő P. - Véha A. (szerk.) Élelmiszer-technológia mérnököknek. Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar. 16-51.

INTERNETES FORRÁSOK

URL₁ https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mgszlak/2020_2/index.html
(2021.05.22).

URL₂ <https://www.agrotrend.hu/piac/agrarpiaac/a-nemzetkozi-gabonaszallitas-nehezsegei> (2021.05.25).

URL₃ <https://agrarium7.hu/cikkek/158-gabona-kulcsszerepben-a-szallitas> . (2021.05.24).

URL₄ https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/725643/%C3%A1rpa+2018_J%C3%93.pdf/0497c9ab-b407-eff0-9fda-17e0ff0aebbc (2021.11.30).

URL₅ <https://agrarium7.hu/cikkek/125-a-buza-minosegvizsgalatanak-muszerei>
(2021.10.02).

URL₆ <https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2018/04/allattenyesztes/nehany-gondolat-a-gyorsvizsgalati-nir-technika-mezogazdasagi-alkalmazasairol> (2022.11.16).

URL₇ <https://prod.mszt.hu/hu-hu/szabvanyositas/hirek/2017/06/uj-nemzeti-szabvanyok-a-termenyek-kovetelmenyeirol> (2021.11.26).

URL₈ https://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/21384/Fuzarium-korr_zak_0803.pdf/a86117cd-5734-4559-b46b-c22ca5ac3f23 (2021.5.26).

URL₉ <https://www.langlovagok.hu/3240/a-termenyszaritotuz-megelozese/> (2021.10.17)

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

Nyári Ladislav

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: nyaril82@gmail.com;

Teschner Gergely

Széchenyi István Egyetem,

Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: teschner.gergely@sze.hu,

Kovács Attila József

Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar,

Biológiai Rendszerek és Precíziós Technológiai Tanszék

9200 Mosonmagyaróvár, Vár tér 2.

E-mail: kovacs.attila@sze.hu