



## KATONAI TÁBOR ÉLELMISZERTÁROLÓJÁNAK BELSŐ LEVEGŐMINŐSÉG VIZSGÁLATA

PATONAI ZOLTÁN<sup>1,3</sup>- GÉCZI GÁBOR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,  
Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Környezetanalitika és Környezettechnológia Tanszék, Gödöllő

<sup>3</sup>Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal, Infrastrukturális Igazgatóság,  
Üzemeltetésfelügyeleti osztály

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatási munkánk feladata a katonai táborok pihenőkörleteiben található CO<sub>2</sub> koncentráció felmérése és felmérni hatását a katonákra. A katonai tábor pihenőkörletei mellett, számbavéve a tábor főbb létesítményeit, érkezünk a tábori konyhai komplexumhoz és a konyhai személyzet munkakörnyezetébe. Célunk, hogy megvizsgáljuk a tábori frissárú (zöldség-gyümölcs) raktárak belső levegőminőség CO<sub>2</sub> koncentrációjában bekövetkező változásokat. A gyümölcsök respirációja okozta CO<sub>2</sub> koncentráció növekedés hasonló, mint az emberek légzése következtében történő változás. Ugyanakkor az emberek által használt komfortterekben kialakuló veszélyes koncentráció a tárolótérben előnyös is lehet. A méretezés szempontjából alkalmazott egyenletek ezen a téren is használhatók, amennyiben ismerjük vagy kísérletekkel meghatározzuk az adott zöldség/gyümölcs respirációs rátáját.

**Kulcsszavak:** Katonai tábor, gyümölcs, széndioxid, ÉLM.raktár

## BEVEZETÉS

Kutatási munkánk egyik legfontosabb feladata, hogy ideiglenesen kialakított katonai táborok pihenőhelyeinek, kiszolgáló létesítményeinek belső levegőminőségét diagnosztizáljuk, a felhasználókra és az elhelyezett élelmiszerekre gyakorolt hatásokat felmérjük. Mind a személyzet, mint a tárolt élelmiszerek esetében meghatározó a légzés és/vagy respiráció következtében változó széndioxid (CO<sub>2</sub>) koncentráció. Vizsgálataink kiterjednek az ideiglenes létesítményekben kialakult légállapotot befolyásoló belső források és a környezeti hatások kapcsolatára, elemzésére.

Magyarországnak NATO tagállamként nagyobb szerepet kell vállalni a békeműveletekben, ahol a csapatokat ideiglenes létesítményekben - katonai táborokban - szállásolják el. Az elmúlt 20 év tapasztalatai alapján újra kell gondolni a katonai táborok koncepcióját. Az ideiglenesen kialakított katonai táborok – például határmenti bázisok – pihenőhelyei mellett, egyre nagyobb figyelmet kap a konyha komplexumhoz tartozó élelmiszertárolók kialakítása. Méretét, a tárolt mennyiségeket meghatározza a kitelepülés tervezett időtartama, az adott helyen lévő élelmiszer utánpótlás megbízhatósága, de ezek mellett magában a tárolóban kialakuló légállapot (hőmérséklet, páratartalom, oxigén-, széndioxid-, etilén-koncentráció stb.)

Célunk, hogy megvizsgáljunk és modellezzünk egy tábori zöldség-gyümölcs raktár CO<sub>2</sub> koncentrációjában bekövetkezett változásokat, amelyek kulcsfontosságúak az élelmiszer minőségének megőrzésében, ezzel összefüggésben az élelmiszerellátásban.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A pihenő körletek kialakítása során egyértelműen meghatározó az ideiglenes létesítmények esetén is a beltéri levegőminőségre (BLM) történő méretezés. A BLM, a levegő bármely, nem csak termikus tulajdonságára utal egy komforttérben, amely befolyásolja az ember jólétét. A BLM minőségét befolyásoló szennyező anyagok közé tartoznak a gázok és gőzök (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, radon), szagok (szerves anyag, emberi, állati és növényi szagok) és aeroszolok (por, levegőben található szilárd anyagok, pollen stb.). (*Bánhidai és Kajtár*, 2000; *Herczeg és tsai*, 2000)

*Max von Pettenkofer* a 19. század közepén a komfortterek levegőjét tanulmányozta, amely szerint a beltéri levegő minőségét CO<sub>2</sub> tartalma alapján osztályozta. Megmutatta,

hogy a belső terek (lakások, iskolák, előadótermek) levegőminősége eltér a külső levegőtől, amely szerint a külső levegőben a szén-dioxid koncentrációja 0,03-0,04 térfogatszázalék (300-400 ppm), a lakásokban 0,09 t<sup>o</sup>%, míg az előadótermekben lényegesen magasabb értékeket mutatott. Ennek megfelelően megállapította, hogy a levegőben lévő legfeljebb 0,1% (1000 ppm) CO<sub>2</sub> volt a "jó levegő" kritériuma (*Pettenkofer*, 1858). Ezt az értéket a szakma Pettenkofer-számnak nevezte és a lakóterek levegőminőségének kritériumaként használja. *Herczeg* (2008) laboratóriumi vizsgálatának eredményeként számszerűsítette a szén-dioxid koncentráció hatását az emberi közérzetre. Megfigyelte, hogy miután 2x70 percig 3000 ppm szén-dioxid-koncentráció felett tartózkodtak az egészséges fiatalok, közérzetük gyorsan romlott.

De nem csak az emberi légzés befolyásolja nagymértékben a terek levegő állapotát. A gyümölcsök tárolása során a fajtától függően számítanunk kell az utóérési és respirációs folyamatok okozta oxigén csökkenésre, széndioxid és etilén növekedésre. A betakarítást követően a sejtek működése tovább folyik, az anyagcsere termékek (CO<sub>2</sub>, vízgőz, illó savak, aromakomponensek stb.) kijutnak a légtérbe, ezáltal a zárt légtér összetétele megváltozik, ez a változás pedig visszahat a metabolizmusra. Mivel a légzés során CO<sub>2</sub> képződik, ha a légtérben magas a CO<sub>2</sub> parciális nyomása (koncentrációja), az egyensúlyi folyamat eltolódik, vagyis csökken a légzés intenzitása, amely akár a termék hosszabb tárolását teszi lehetővé. Az oxigénszint csökkenése a CO<sub>2</sub> koncentráció növeléséhez hasonló módon befolyásolja a légzési folyamatok egyensúlyát: csökkenti a légzés intenzitását. Azonban az oxigénkoncentráció csökkentése nem választható el a CO<sub>2</sub> koncentráció emelésétől. A normál légtérhez (~21% O<sub>2</sub>) képest az oxigénszint felére csökkentésével mintegy 10 %-os légzésintenzitás csökkenés érhető el. A túl alacsony oxigénkoncentráció már káros, lassulnak a metabolikus folyamatok, a terminális oxidáció megáll, ezáltal anaerob folyamatok indulnak meg: alkoholos vagy tejsavas erjedés. A tárolás során folyamatosan keletkező etilén is káros hatású, mivel fokozza a légzésintenzitást, ezáltal növeli a tárolási veszteségeket, ezért célszerű a légtérből eltávolítani vagy a termelődést blokkolni. (*Dióspatonyi*, n.a.; *Ghabour et al*, 2021)

Hasonlóan az komfortterekben élő emberek okozta változások és az emberekre gyakorolt hatások vizsgálatához a gyümölcs tárolás során is számos tapasztalati érték áll rendelkezésünkre. *Fagundes és társai* (2011) megállapították, hogy frissen vágott alma 7°C-on történő tárolása során 25-30 mLCO<sub>2</sub>/kg\*h légzésintenzitással számolhatunk. Kísérleteik alapján ezen a hőmérsékleten az O<sub>2</sub> szint 21% ról 10% alá csökken és a CO<sub>2</sub>

koncentráció 0,05%-ról eléri a 10%-t. *Kádas és Frenyó* már 1984-ben megállapították, hogy 20°C-on történő tárolás során citromok légzésük 14 mgCO<sub>2</sub>/kg/h termel.

*Bhande és társai* (2008) banánra mutatták ki, hogy 10°C-os tárolás során ~15 ml kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>, de ez az érték 30°C-on meghaladja a 40 ml kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> respirációs intenzitást. A szakirodalomban található respirációs értékeket az 1. sz. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: a szakirodalomban található gyümölcs respiráció, CO<sub>2</sub> kibocsátás összehasonlításáról

Table 1: Comparing fruit respiration, CO<sub>2</sub> emissions according to the references

Fsz	Gyümölcs (1)	Respirációs intenzitás (2) [ml*kg <sup>-1</sup> *h <sup>-1</sup> ]	Tárolási hőmérséklet (3) [°C]	Szakirodalom (4)	
1	Cseresznye	10	5	<i>Crisosto et al., 1993</i>	
		15	10		
		20	15		
		25	20		
2	Banán	9	5	<i>Bhande et al., 2008</i>	
		15	10		
		21	15		
		27	20		
3	Alma ( <i>frissen vágott</i> )	25	5	<i>Fagundes et al., 2011</i>	
4	Citrusok	Citrom	7	20	<i>Kádas-Frenyó, 1984</i>
5		Narancs	8		
6		Mandarin	13		
7		Grape Friut	10		

(1) fruit variety, (2) respiration value, (3) storage temperature, (4) references

A gyümölcsök hosszútávú (hónapokra nyúló) tárolásának technológiai megoldása a szabályozott légterű (SZL) tárolók alkalmazása. Ezt kétféleképpen is elérhető napjainkban. Az egyik módszer, hogy a tárolóban a környezeti feltételeket úgy alakítják ki, hogy a gyümölcsök utóérési folyamata a lehető leglassúbb legyen, de ne álljon le teljesen. Ehhez korszerű műszaki és informatikai eszközrendszert használ, amivel folyamatosan ellenőrzi és szabályozza a tároló légterének paramétereit, ezáltal a gyümölcsökben zajló folyamatokat is. Ez az ún. dinamikusan szabályozott légterű tárolás

(Dynamic Controlled Atmosphere (DCA) storage). A másik módszer az, hogy a gyümölcs tárolóba történő betárolás után a tároló légterét olyan kémiai anyaggal (például 1-metil-ciklopropén, 1-MCP) árasztják el, ami leállítja a gyümölcsökben az etilén képződését, így az utóérést is. Mindkét esetben tökéletesen záródó, minimális filtrációval rendelkező tárolók alkalmazására van szükség. Az ideiglenes létesítmények – tároló konténerek – esetén azonban számolni kell a filtráció okozta hatásokkal, amelyek általában csökkentik a gyümölcsök éréséből és légzéséből légterbe kerülő anyagok koncentrációját és nem vezetnek drasztikus oxigén szint csökkenéshez.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásainkat valós körülmények vizsgálatával Magyarország déli határszakaszán kialakított határbázison végeztük, ahol mind a lakó mind a tároló konténerek 20' kialakításúak (2m x 6m x 2,5 m), ún. Mobilbox rendszerű (1. ábra).

Modellezett légteret a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Épületgépészet és Környezettechnika laboratórium területén kihelyezett szabályozható légterű 10'-es konténerben alakítottunk ki (2. ábra).



1. ábra: Katonai tábori létesítmény az ország déli határán

Figure 1: Military camp facility on the southern border.



2. ábra: Katonai tábor modell az egyetemi laboratóriumban

Figure 2: Military camp model in the university laboratory

A határbázis élelmiszertárolójában 4-10 napra tervezett zöldségek és gyümölcsök tárolása történt, folyamatosan ellenőriztük a tároló légtérének hőmérsékletét, páratartalmát, valamint CO<sub>2</sub> koncentrációját a folyamatos üzemvitel mellett. A laboratórium területén felállított konténerben Idared (*Malus domestica*) almával végeztünk vizsgálatokat (3. ábra), hogy adatokat kapjunk a légtér CO<sub>2</sub> koncentrációjának a változásáról, mellőzve a tároló ajtajának kinyitását. A későbbiek során széndioxid terhelését élelmiszeripari tisztaságú széndioxid bevezetésével értük el, irodalmi adatok alapján modellezve különböző mennyiségű alma respirációját.



3. ábra: Idared alma a laboratóriumi konténer tárolóban

Figure 3: Idared apples in a container storage of the laboratory

A laboratóriumi mérések során a hőmérséklet, páratartalom, széndioxid koncentráció, továbbá a kültéri körülményeket reprezentáló napsugárzás intenzitás, szél erősség, szélirány és légköri nyomásértékek meghatározásához és a mért értékek tárolásához ALMEMO 2590 típusú mérő és tároló egységet és a hozzá csatlakoztatott érzékelőket alkalmaztuk (Ahlborn, Illmenau, Germany). A határmenti bázison történt méréskor EBI300 hőmérsékletmérő és adattárolót és THP 400 külső kapacitív páratartalom-érzékelőt (Ebro, Ingolstadt, Germany), valamint PYLE PC02MT05 (Brooklyn N.Y., USA) és Wohler CDL 210 (Bad Wünnenberg, Germany) széndioxid érzékelő és adattárolókat használtunk.

A vizsgálatokat 24 órás egységekben ötszörös ismétléssel végeztük el. A mért adatok napi bontásban Gödöllőn a Környezettudományi Intézet, Környezettudományi Csoportjának irodájában folyamatosan mindenki számára elérhető. A CO<sub>2</sub>-koncentráció várható értékének számítással történő ellenőrzése *Herczeg és társai* (2000) által bemutatott matematikai modellt használtuk, amely szimulálja a különböző mérések szennyező forrásaival a belső légtérben kialakuló koncentrációt.

$$k_b = k_k + \frac{\dot{K}}{V_{sz}} \cdot (1 - e^{-n\tau})$$

(eq.1.)

ahol:

$V_{sz}$  – szellőztető levegő térfogatárama,

$\dot{K}$  - szennyező pontforrás,

$k_b$  – A belső levegő koncentráció mértéke,

$k_k$  – A külső levegő koncentráció mértéke,

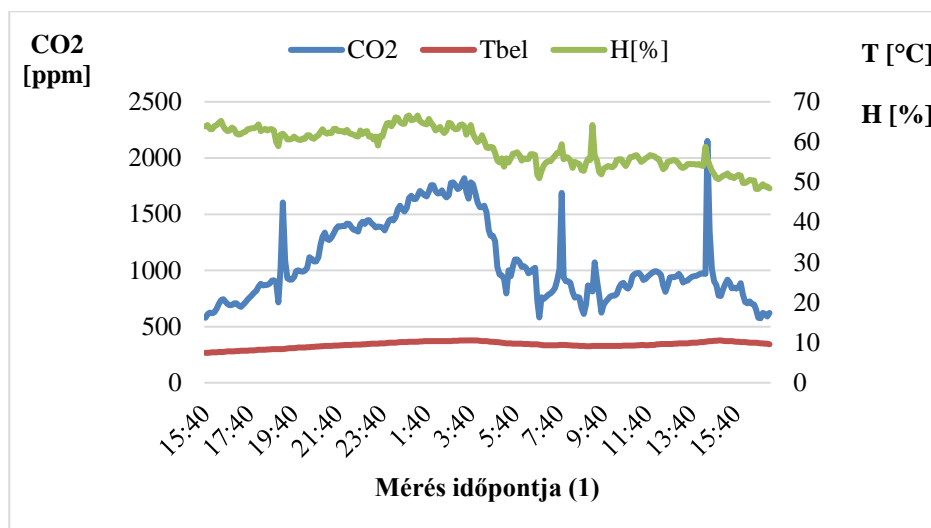
$n$  – légcsereszám,

$\tau$  - idő

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A határmenti bázis élelmiszertárolójában a mérések során megfigyeltük a légtér hőmérsékletének, páratartalmának és szén-dioxid-koncentrációjának változását. Az elsődleges cél a CO<sub>2</sub> koncentráció megfigyelése volt, amelynek változását a belső forrás (zöltség és gyümölcs utóérés és respiráció) mellett a konténerbe bejutó friss levegő (kitárolás-betárolás és filtráció) is befolyásolta. A 4. ábrán a 20' tároló konténerben kialakuló légállapotot követhetjük nyomon. A rendszeres és folyamatos kitárolás és betárolás, valamint a konténer filtrációja miatt a várt széndioxid koncentráció növekedés nem következett be. Megállapítható, hogy rövid idejű tárolás során a széndioxid koncentráció nem éri el az anyagcsere folyamatok lassításához szükséges értéket.





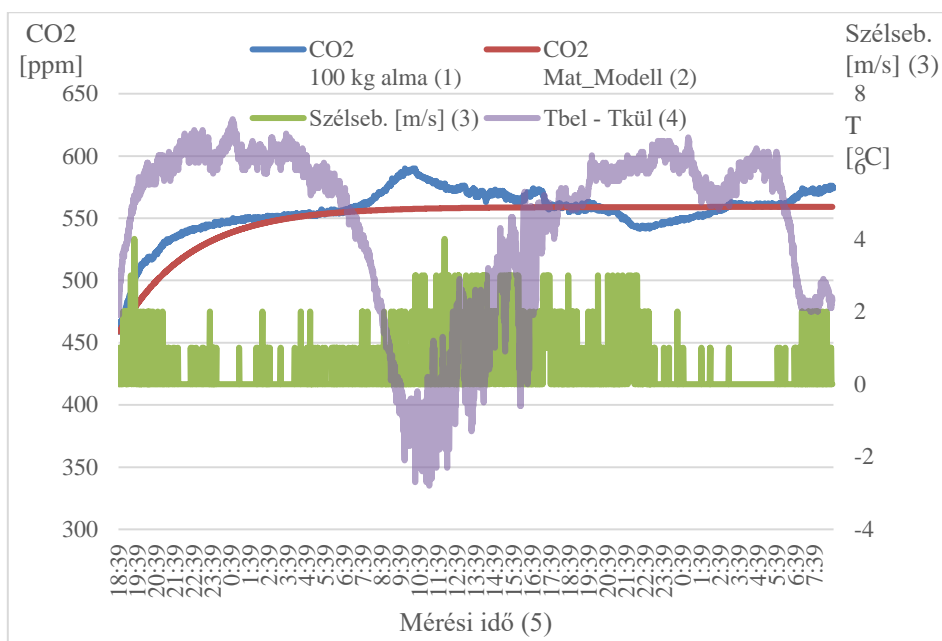
4. ábra: Katonai tábori zöldsáru raktár belső légállapot mérés (2020.02.14-15)

Figure 4: Measurement of the air quality of a military camp vegetable/fruit storage (14/02/2020)

(1) Measurement time

A laboratóriumi kísérletekkel (5. ábra) azt vizsgáltuk, hogy a 100 kg mennyiségű friss gyümölcs zárt térben történő tárolása során, már 1 óra alatt megemelkedett a CO<sub>2</sub> koncentráció, ugyanakkor a nyitogatások nélkül sem emelkedett egy bizonyos szint felé. A további emelkedést a konténer tárolóban kialakuló filtráció és az ezt befolyásoló külső környezeti paraméterek határozzák meg.

A mért eredmények erős korrelációt mutatnak a matematikai modell (eq.1.) számítás útján kapott értékekkel.

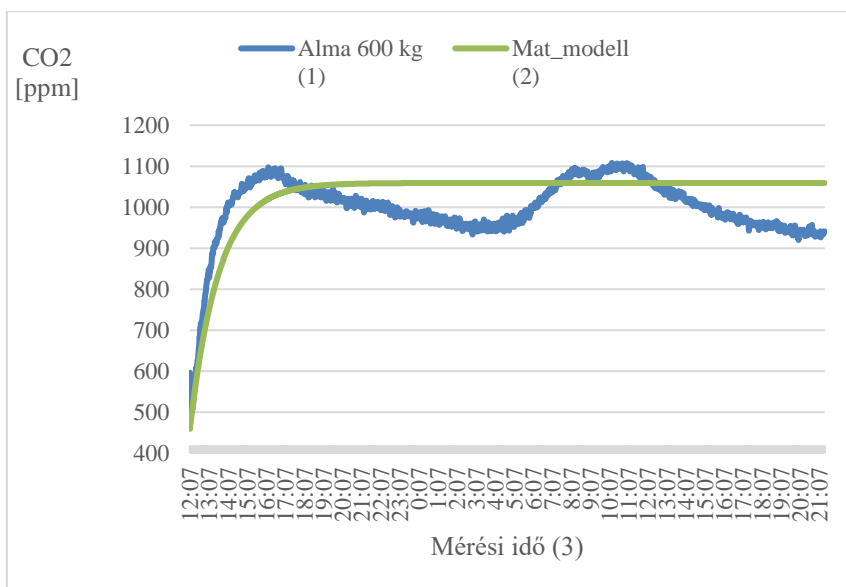


5. ábra: Belső légállapot (CO<sub>2</sub> koncentráció) mérése és a matematikai modell validálása

Figure 5: Measurement of air quality (CO<sub>2</sub> concentration) and validation of the mathematical model

(1) Apple 100 kg (2) Math.model (3) Wind speed (4)  $T_{\text{inside}} - T_{\text{outside}}$  (5) Measurement time

Élelmezési norma szerint a Határvédelmi Bázisokon 2 napi felhasználás 600 kg, 1 heti felhasználás 2100 kg zöldség/gyümölcs mennyiség. Kísérletekkel igazoltuk, hogy a labor területén felállított normál ISO 10' konténerben, két és fél órával a terhelés kezdetétől, 600 kg Idared alma 1100 ppm CO<sub>2</sub> koncentrációt alakít ki (6. ábra). Ez az érték ugyan kedvezőtlen hatással van az emberi közérzetre, de előnyös lehet a tárolhatósági idő növekedésében.

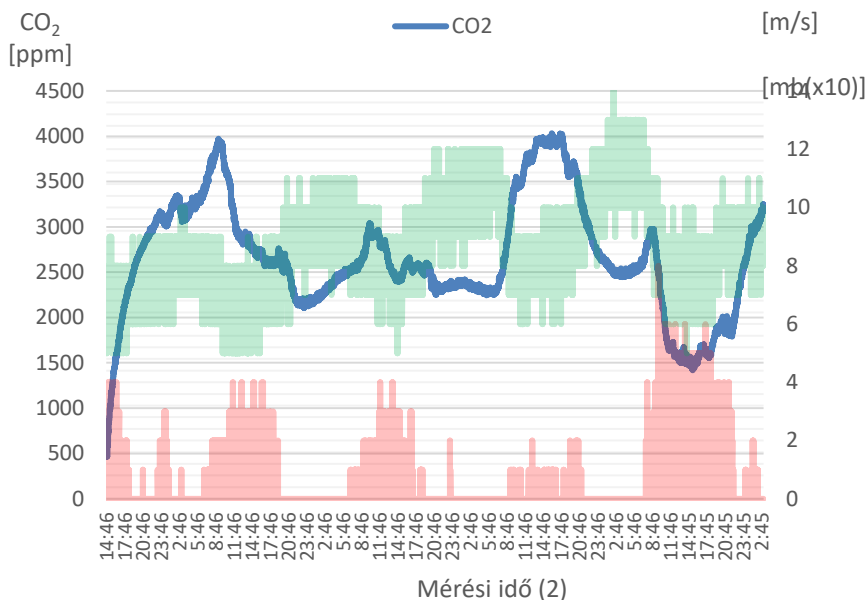


6. ábra: A CO<sub>2</sub> koncentrációjának növekedése az alma tárolása során

Figure 6: Increase in CO<sub>2</sub> concentration during apple storage

(1) Apple 600 kg (2) Math.model (3) Measurement time

A hosszútávú, külső befolyásoló tényezők hatására történő CO<sub>2</sub> koncentráció változását mesterséges CO<sub>2</sub> forrással vizsgáltuk. A reduktoron különböző mennyiségű zöldség/gyümölcs respirációval egyenértékű CO<sub>2</sub> kibocsátás állítható be. 2500 kg Idared alma tárolását modellező, állandó CO<sub>2</sub> kibocsátás mellett a többnapos mérési sorozat (7. ábra) nagy ingadozásokat mutat: 4000- és 1500 ppm közötti értékekkel.



7. ábra: A beltéri levegő CO<sub>2</sub>-tartalmának változása 2500 kg Idared almát modellezve, 5 napos tárolás esetén

Figure 7: Change in CO<sub>2</sub> content of air modeling 2500 kg Idared apples after 5 days of storage

(1) Wind speed (2) Measurement time

A belső nyomás és a külső nyomás közötti különbség értéke [ $p_{in}-p_{out}$ ] minimális értéket vesz fel, majd a CO<sub>2</sub> koncentráció csökkenni kezd, és amikor a belső nyomás és a külső nyomás közötti különbség értéke eléri a maximálisértéket, a CO<sub>2</sub> koncentráció növekszik. A szélesség értékét azonban nem lehet figyelmen kívül hagyni, ami közvetlenül befolyásolja mérési adataink változását. Ennek megfelelően a megfigyelt szélesség hatással van a katonai tábor mobil élelmiszer-tároló konténer filtrációjára - amely méréseink szerint már 2 m/s szélesség felett releváns a mért értékekben -, ezért egy adott földrajzi terület katonai felderítés-meteorológiai adataira is figyelemmel kell lenni a logisztikai telepítési helyek kiválasztásakor.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A gyümölcsök respirációja okozta CO<sub>2</sub> koncentráció növekedés hasonló, mint az emberek légzése következtében történő változás. Ugyanakkor az emberek által használt komfortterekben kialakuló veszélyes koncentráció a tárolótérben előnyös is lehet. A méretezés szempontjából alkalmazott egyenletek ezen a téren is használhatók, amennyiben ismerjük vagy kísérletekkel meghatározzuk az adott zöldség/gyümölcs respirációs rátáját.

Méréseink alapján megállapíthatjuk, hogy a napjainkban alkalmazott konténerek filtrációja olyan mértékű, hogy a tárolás szempontjából előnyös koncentráció a külső befolyásoló tényezők miatt nem alakulhat ki. Szabályozott légterű tárolás csak jobban szigetelt erre a célra speciálisan kialakított konténerekben történhet. Katonai céllal ideiglenes létesítmények tárolókonténereiben a kialakult CO<sub>2</sub> koncentrációt a környezeti paraméterek (nyomáskülönbség, szélesebbesség) nagymértékben befolyásolják. Jelenleg nem állnak rendelkezésre általános érvényű matematikai modellek, amelyek a konténer méret, a konténerre jellemző filtráció, a külső befolyásoló paraméterek és a betárolt zöldség és gyümölcs mennyisége alapján megbízható becslést adnának a légtér állapotát illetően. Számítás útján történő előrejelzés tervezhetővé tenné az élelmiszerbeszerzést, biztonságosabbá tenné az élelmiszerellátást a katonai táborok területén.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3. kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## RESEARCH OF THE INTERNAL ENVIRONMENT OF THE MILITARY CAMP FOOD STORAGE.

ZOLTÁN PATONAI<sup>1,3</sup> - GÁBOR GÉCZI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental and Building Engineering, Institute of Environmental Systems, Faculty of Mechanical Engineering, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

<sup>2</sup> Department of Environmental Analytics and Environmental Engineering, Institute of Environmental Sciences, Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő, Hungary

<sup>3</sup> O&M Supervisor Branch, Infrastructure Directorate, Defence Economic Bureau, Hungarian MoD

### SUMMARY

The task of our research is to assess the concentration of CO<sub>2</sub> in the barrack areas of military camps and to assess its impact on soldiers. In addition to the rest areas of the military camp, investigating the main facilities of the camp, we arrive at the camp kitchen complex and the working environment of the kitchen staff. Our aim is to examine the indoor air quality of the camp fresh (vegetable-fruit) storage for changes in CO<sub>2</sub> concentration. The increase in CO<sub>2</sub> concentration caused by the respiration of fruits is similar to the change due to human respiration. However, hazardous concentrations in the comfort spaces used by people in the storage space can also be beneficial. The equations used for sizing can also be used in this field if the respiration rate of the given vegetable / fruit is known or determined experimentally.

**Keywords:** Military camp, fruit, carbon dioxide, DFAC.storage

### FELHASZNÁLT IRODALOM

*Bánhidi L. – Kajtár L. (2000):* Komfortelmélet. Tankönyvkiadó, Budapest

*Bhande, S.D. –Ravindra, M.R. –Goswami, T.K. (2008):* Respiration rate of banana fruit under aerobic conditions at different storage temperatures, *Journal of Food Engineering* 87 (2008) 116–123

*Dióspatonyi I.* (n.a.): A zöldség- és gyümölcsfeldolgozás technológiai Elérhető: <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/food/technol/zoldseg/zoldseg.html> letöltés 2021.10.11.

*Crisosto, C.H. – Garner, D. – Doyle, J. – Day, K.R.* (1993): Relationship between Fruit Respiration, Bruising Susceptibility, and Temperature in Sweet Cherries, *HortScience* 28(2)\_132-135.

*Fanguedes, C. – Carciofi, B.A.M. – Monteiro, A.R.* (2013): Estimate of respiration rate and physicochemical changes of fresh-cut apples stored under different temperatures, *Food Sci. Technol, Campinas*, 33(1): 60-67, Jan.-Mar. 2013 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013005000023>

Ghabour, R. – Kasebbi, S. – Korzenszky P. (2021): Simulation and experiment of apple fruits in domestic fridge, *Hungarian Agricultural Research* 30(2) 11-14.

*Herczeg L.* (2008): Irodaterék belső levegő minőségének értékelése a szén-dioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére, *Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar Épületgépészeti és Gépészeti Eljárás technika Tan-szék, Doktori értekezés*

*Herczeg L. – Hrustinszky T. – Kajtár L.* (2000): Comfort in closed spaces according to thermal comfort and indoor air quality, *Periodica Polytechnica, Ser. Mech. Eng.* 44(2) 249-264.

Kádas L. – Frenyó V. (1984) Citrusfélék vizsgálata (Anyagcsere vizsgálata légzésméréssel) *Élelmiszervizsgáló közlemények* 31, p. 11 — 19.

*Pettenkofer, M.* (1858): *Über den Luftweschel in Wohngebäuden. LiterarischArtistische Anstalt der J.G. Gottaschen Buchhandlung, München*

*A szerzők levélcíme –Address of the authors:*

Patonai Zoltán

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,

E-mail: [patonaizoltan77@gmail.com](mailto:patonaizoltan77@gmail.com)

Honvédelmi Minisztérium Védelemgazdasági Hivatal, Infrastrukturális Igazgatóság, Üzemeltetésfelügyeleti osztály, 1135 Budapest XIII., Lehel utca 35-37.,

E-mail: [patonai.zoltan@mil.hu](mailto:patonai.zoltan@mil.hu).

Géczi Gábor

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet,  
Környezetanalitika és Környezettechnológia Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

E-mail: [Geczi.Gabor@uni-mate.hu](mailto:Geczi.Gabor@uni-mate.hu)