



## A TÖMEGCSÖKKENÉS VIZSGÁLATA *GOLDEN DELICIOUS* ALMA TÁROLÁSA ESETÉN

KORZENSZKY PÉTER<sup>1</sup> – KASSEBI SALMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományi Doktori Iskola,  
Gödöllő

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az emberi fogyasztásra szánt gyümölcsök esetén a vásárlók nagy többsége az egészséges, friss, jellegzetes színű gyümölcsöket részesíti előnyben. A Golden Delicious alma egy igen népszerű sárga színű, finom, édeskés, kissé savas, roppanóhúsú és lédús, aromás fajta, Magyarországon 1930 óta termesztik. Megfelelő körülmények között több hónapig is tárolható. Az alma, más gyümölcsökhöz hasonlóan, növekedése, fejlődése során is és a betakarítás, tárolás, szállítás során is stressznek van kitéve. A hűtve tárolás a tárolási hőmérséklet és páratartalom pontos beállításával lehetővé teszi, hogy a gyümölcsök frissessége és sértetlensége hosszú ideig, az élelmiszerek piacra kerüléséig megmaradjon. Ebben a tanulmányban hűtve és szobahőmérsékleten történő három hónapos tárolás hatását vizsgáltuk a Golden Delicious alma tömegvesztesége tekintetében. Az eredmények azt mutatták, hogy a két almacsoportban különböző mértékű tömegcsökkenés következett be.

**Kulcsszavak:** Golden Delicious alma, minőség, tömegcsökkenés, tárolás

### BEVEZETÉS

A gyümölcsök teljes érettségi állapotukban rendkívül vonzóak, ízletesek, egészségesek és megfelelő kiegészítők a mindennapi étrendnek. A jó minőségű élelmiszert általában jól jellemzik a különféle nem mérhető és mérhető tulajdonságai. Az élelmiszerlánc egyes

állomásain, így a tárolás során is jelentős mértékben befolyásolhatók a végtermék egyes tulajdonságai. A gyümölcsök közül az alma hazánkban is igencsak elterjedt fogyasztási cikk. Az alma a betakarítást követően is tovább él és lélegzik, ezáltal a betakarítást követően kezdi felélni a tartalékait. Ez a tanulmány két Golden Delicious mintacsoport tömegveszteség változását vizsgálja szobahőmérsékleten (25°C; 60RH%) és hűtött térben (5°C; RH82%) történő három hónapos tárolás során. Az eredmények azt mutatják, hogy a két vizsgálati csoportban különböző mértékű tömegcsökkenés következett be.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Más romlandó élelmiszerekkel szemben a gyümölcsök és a zöldségek esetében a betakarítást követően, a növénytől való elválasztás után is folytatódnak azok élettani folyamatai, lélegzik, a savak lebomlása és a keményítő-cukor átalakulás sem fejeződik be. (*Zhang et al.*, 2021) Az anyanövény szubsztrát- és vízveszteségét a betakarítás előtt a fotoszintézis, az ásványi anyagok és a víz folyamatos áramlása kompenzálja; ezek a veszteségek azonban a betakarítás után nem állnak helyre. (*Paul és Clarke*, 2002) Ennek eredményeképpen ezek az élelmiszerek romlásnak indulnak, csökken az eltarthatóságuk és romlik a minőségük.

A gyümölcsök teljes térfogatának mintegy 75-90%-át a víz teszi ki. A gyümölcsök és zöldségek végső víztartalmát általában a gyümölcs szerkezeti eltérései befolyásolják (*Vicente et al.*, 2009). A romlás százalékos arányát különböző tényezők határozzák meg, amelyek többsége belső eredetű, például a szöveti állapot, amelyet a betakarítás vagy a szállítás során különböző mechanikai kölcsönhatások is befolyásolhatnak. (*Farkas et al.*, 2019; *Farkas et al.*, 2021) A külső tényezők is fontosak, mint például a hőmérséklet és a tárolás alatti relatív páratartalom. (*Hussen*, 2021).

Az alma a világ egyik leggyorsabban fogyó és legjelentősebb gyümölcse, amelyet elsősorban mérsékelt éghajlaton termesztnek. Körülbelül 7500 almafajta létezik, bár csak néhány fajta híres az egész világon. A Golden Delicious egy népszerű fajta, amelyet az egész világon termesztnek, hazánkban és az Európai Unióban is megtalálható. Gyümölcse tetszetős, középnagy (140-180 g), terméshéja vékony, színe az érés kezdetén zöldessárga, éretten sárga, viaszréteg nem borítja. Gyümölcshúsa sárgás, kifejezetten ízletes, aromás, édes, enyhén savas, kissé illatos. Ez a fajta alma nyomódásra és tárolás során apadásra hajlamos.

Sajnálatos módon az országban megtermelt 400–500 ezer tonna almából csak kb. 60–90 ezer tonnát tárolnak hosszabb rövidebb ideig, a többit zömmel a léüzemek dolgozzák fel november közepéig. A fejlett almatermesztő országokban a betárolás aránya legalább 50%, de sok országban a 80%-ot is eléri. Az almának csak kis százalékát fogyasztják el közvetlenül a betakarítást követően. A fogyasztók számára a megtermelt alma jelentős mennyiségét hosszú ideig kell hűtve tárolni, hogy biztosítva legyen a későbbi fogyasztás esetében is a megfelelő minőségű termék. (Kovač *et al.*, 2010)

A fogyasztók nem kedvelik az alacsony tömegű, színtelen és fonnyadt gyümölcsöket. Az alma azon gyümölcsök közé tartozik, amelynek minősége a tárolás során idővel gyorsan romlik. (Harker, 2009).

A betakarított és tárolt gyümölcsök romlását befolyásoló legjelentősebb környezeti elem a hőmérséklet (Ghabour *et al.*, 2021). A hőmérséklet jelentős hatással van arra, hogy más belső és külső változók hogyan befolyásolják a gyümölcsöt és annak eltarthatóságát. Ennek következtében elengedhetetlen ennek az összetevőnek a folyamatos ellenőrzése (Lee és Kader, 2000). Míg az alacsonyabb tárolási hőmérséklet hidegkárosodást okozhat, addig a magasabb hőmérséklet jelentősen csökkentheti a termék eltarthatósági idejét. Számos tanulmányt végeztek a tárolási hőmérsékletnek a gyümölcs minőségére és eltarthatóságára gyakorolt hatásáról. Az eredmények azt mutatják, hogy a hőmérsékletnek jelentős hatása van a betakarítás utáni gyümölcsminőségre. (Biolatto *et al.*, 2005; Marcilla *et al.*, 2006; Tembo *et al.*, 2008)

A hűtőtárolás az alapja a gyümölcsminőség hosszú távú megőrzésének (Korzenszky és Adebayo, 2018). Korábban az emberek általában teljes egészében a termőhelyen fogyasztották el a gyümölcsöket; de a betakarítás utáni és a kereskedelmi technológia fejlődése lehetővé tette, hogy a szállítható gyümölcsöket távoli helyekre juttassák el, és a betakarítástól számított néhány naptól néhány hónapig az fogyasztható legyen. Ez a megközelítés hangsúlyozza a természetes tulajdonságok és a frissesség megőrzésének szükségességét a gazdaságtól a távoli vásárlóig.

A hűtőtárolás alkalmazása segít csökkenteni a gyümölcsök és zöldségek légzési sebességét, és meghosszabbítja az eltarthatósági időt. A tárolásban keletkezett veszteségeknek két nagy csoportja van, az apadási és a romlási veszteségek. Ez utóbbi további két részre osztható: az élettani betegségekre és a gombás betegségek károsításából származó veszteségekre. Az apadási veszteség természetes folyamat, amely a legmodernebb szabályozott légterű tárolóban is eléri a 2%-ot, míg normál légterben az 5–

7%-ot. Az apadási veszteség csökkenthető a megfelelő szüreti időpont megválasztásával, a hőmérséklet, a páratartalom és a légtér gázainak szabályozásával. Az apadás mellett a Golden Delicious fajtának a külleme is romlik a tárolás folyamán, mely ráncosodás és húspuhulás formájában jelentkezik.

A vizsgálat célja volt, hogy meghatározzuk a tárolási idő hatását a Golden Delicious alma betakarítás utáni tömegcsökkenésére, ami a minőségi feltételek egyik lényeges paramétere.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A Golden Delicious alma tárolási kísérletét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Intézetének Élelmiszeripari Technológiák és Gépek laboratóriumában végeztük. A vizsgálat célja az ellenőrzött körülmények között tárolt almák tömegcsökkenésének meghatározása a tárolási idő függvényében. Az *1. ábra* a betakarítást követően a tárolás megkezdése előtt egy Golden Delicious alma képét mutatja.

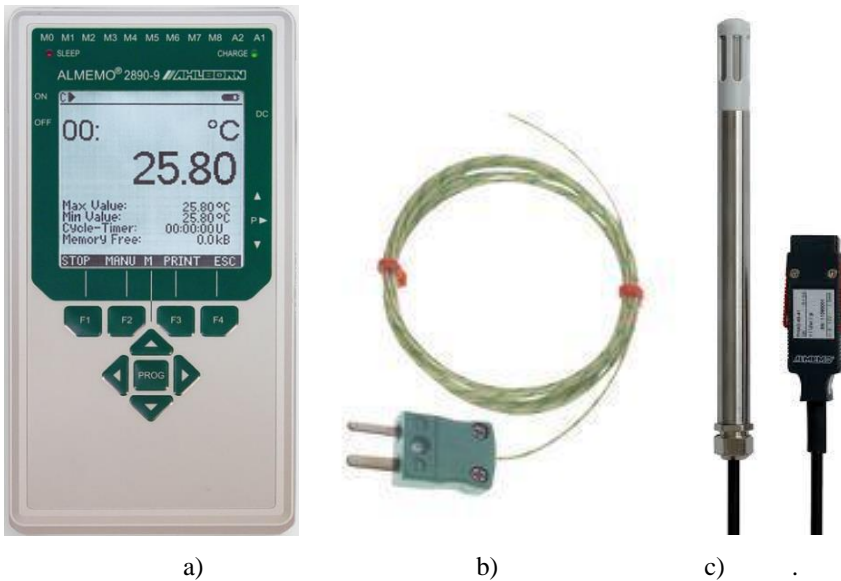


1. *ábra*: Golden Delicious alma

*Figure 1*: Golden Delicious Apples

Az előkészítése során a vizsgálatba bevont almákat egyedi jelöléssel ellátott tárolórekeszekbe helyeztük. A kísérlet során az almákat a tárolórekeszben elfoglalt állandó helye – oszlopok és sorok száma – alapján azonosítottuk.

Az almák átvizsgálását és szelektálását követően eltávolítottuk a sérült gyümölcsöket. Az egyes almák átlagos tömege  $m_{\text{átlag}}=179\pm 41\text{g}$  volt. A rendelkezésre álló mintát két csoportra osztottuk, mindkét csoport 12 almából állt. Az egyik csoportot laboratóriumi környezeti hőmérsékleten ( $T_{\text{out}}=25^{\circ}\text{C}$ , relatív páratartalom  $\varphi=60\text{RH}\%$ ) tároltuk. A másik csoportot hűtőkamrában tároltuk a vizsgálat időtartama alatt, itt a tárolási hőmérsékletet  $T_{\text{in}}=5\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ -ra állítottuk be. A különböző tárolási módokat az első esetben „AO” (Outside – laboratóriumi környezet) a második esetben „AI” (Inside – hűtőkamra) azonosítókkal láttuk el. A hűtve tárolás biztosításához a mintákat  $3,7\text{m}^3$  névleges kapacitású "FRIGOR-BOX" hűtőkamrába helyeztük. A tárolási hőmérsékletek és páratartalom ellenőrzésére egy 8 csatornás Ahlborn ALMEMO 2890-9 típusú mérő adatgyűjtő egységet, K-típusú hőelemeket és kapacitív elven működő (FHAD-típusú) páratartalom mérőt alkalmaztunk. A méréshez alkalmazott mérő adatgyűjtőt és érzékelőket a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra: A méréshez alkalmazott mérő adatgyűjtő és érzékelők

a) Ahlborn ALMEMO 2890-9 típusú mérő adatgyűjtő; b) K-típusú hőelem; c) Páratartalom mérő

Figure 2: Meter data logger and sensors used for measurement

a) Ahlborn ALMEMO 2890-9 type measuring datalogger; b) K-type thermocouple; c) Humidity measuring sensor

A vizsgálat célja a két tárolási körülmény összehasonlítása volt a Golden Delicious almák tömegcsökkenése tekintetében. Az almák tömegének mérésére KERN PCB típusú  $\pm 0,01$ g pontosságú laboratóriumi mérleget alkalmaztunk.

A kísérlet kezdetén minden vizsgálatba bevont egyedi azonosítóval ellátott almát egyesével háromszor megmértünk és a kiindulási tömeg adatokat feljegyeztük. A három hónapos tárolási kísérlet során minden héten azonos napon megmértük minden alma tömegét és kiszámítottuk a kiindulási tömeghez képest a csökkenés mértékét.

A tömegveszteséget ( $D_m$ ) a következőképpen határoztuk meg:

$$D_m = m_0 - m_i \text{ [g]} \quad (1)$$

ahol,

$m_0$  – a gyümölcs kezdeti tömege a betároláskor [g],

$m_i$  – a gyümölcs tömege a tárolás aktuális időpillanatában [g].

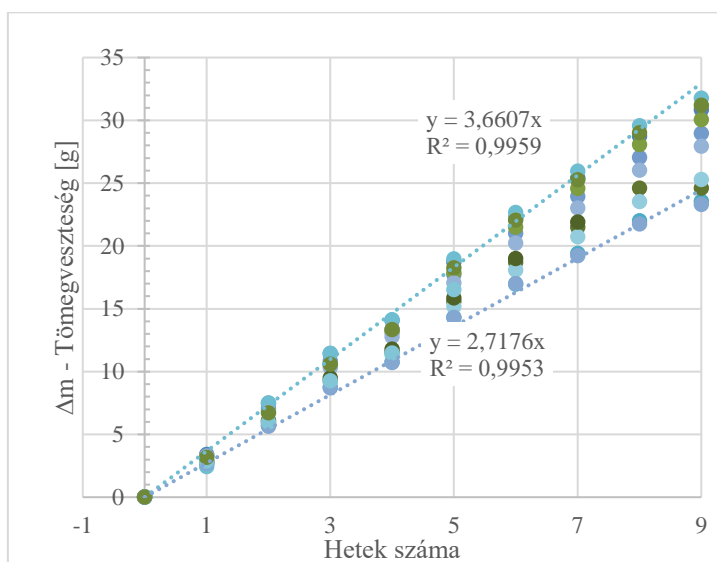
A tömegveszteséget a tárolás előtti és utáni tömegkülönbség alapján számítottuk ki.

## EREDMÉNYEK

A kísérletben vizsgált Golden Delicious almákat szobahőmérsékleten tartottuk, és hétről hétre mértük a tömegcsökkenést. Az almák legnagyobb tömege a kezdet kezdetén 138g és 220g közötti értéket vett fel, melyet kalibrált mérleg segítségével mértünk meg.

A 12 különböző tömegű almát hetente, háromszoros ismétléssel mértük meg és a kapott értékeket átlagoltuk.

A három hónapos környezeti hőmérsékleten (AO) történő tárolás hatását az alma tömegvesztését a 3. ábra szemlélteti. A legnagyobb és a legkisebb alma tömegvesztését a trendként meghatározott lineáris egyenes igen jól ( $R^2=0,99$ ) közelíti.



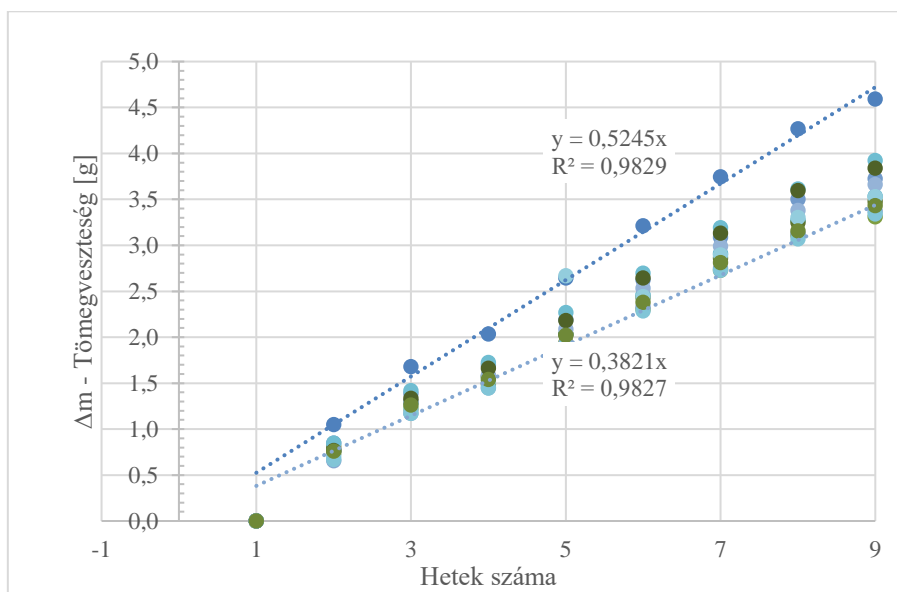
3. ábra: A három hónapig környezeti hőmérsékleten (AO) tárolt almák tömegvesztése

Figure 3: Weight loss of apples stored at ambient temperature (AO) for three months

Az alma tömegvesztése 23,29g és 31,76g között változott. A gyümölcs tömege folyamatosan csökkent. Az első alma, amely zsugorodni és romlani kezdett, a hatodik héten jelent meg.

Méréseink azt mutatják, hogy a Golden Delicious alma tömegvesztése indikátora lehet a környezeti hőmérsékleten történő tárolási időnek.

A kísérletbe bevont almák másik csoportját ugyancsak három hónapig tároltuk hűtőkamrában. ( $T_i=5\pm 0,1^\circ\text{C}$ ;  $\varphi=82\text{RH}\%$ ). Az almák legnagyobb mért tömege a kísérlet kezdetén 135 és 187g közötti értékeket vett fel.



4. ábra: A három hónapig  $+5^\circ\text{C}$ -on tárolt almák tömegvesztése

Figure 4: Weight loss of apples stored at  $+5^\circ\text{C}$  for three months

A 4. ábrán látható eredmények azt mutatják, hogy az alma tömege kilenc hetes hűtőtárolás után 3,31g és 4,59g között csökkent. A mért tömegvesztések értékeire illesztett lineáris trendvonal ( $R^2=0,99$ ) igen jó illeszkedést mutat. A határoló egyenesek meredeksége 0,38 és 0,52 közé esett.

A vizsgálat azt mutatta, hogy az alacsony hőmérsékletű ( $+5^\circ\text{C}$ -os) tárolás jelentősen gátolta a tömegvesztés növekedését a Golden Delicious alma esetében.



## KÖVETKEZTETÉSEK

A gyümölcsök tömege az idő múlásával mind környezeti, mind hűtve tárolási körülmények között csökkent. Az összehasonlító vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy a Golden Delicious almák kilenc hetes tárolási kísérlet esetében is már kimutatható lényeges tömegcsökkenés különbség a környezeti hőmérsékleten és a +5°C-on tárolt termények esetében. A környezeti hőmérsékleten tárolt almák tömegcsökkenése 14,4–16,8% volt a kiindulási adathoz képest. A hűtve tárolt almák esetében a tömegveszteség csupán 2,4–3,4% értéket mutatott.

A szobahőmérsékletű tároláshoz képest a hűtőtárolás szignifikánsan kisebb változást mutatott az almák tömegvesztesége tekintetében. Khorshidi et al. (2010) megállapítása szerint is a folyamatos légzés és a vízveszteség lehet az oka az almák tömegcsökkenésének a tárolási idő függvényében, ezzel alátámasztva mérési eredményeinket.

Az alma transpirációs sebességét befolyásolja a betakarításkori érettségi állapot, a tárolási hőmérséklet, a relatív páratartalom. A kísérlet során ezeket a befolyásoló tényezőket állandó értéken tartottuk.

A nagyobb mértékű vízveszteség fonnyadást, fenyességcsökkenést és petyhüdséget, valamint az esztétikai minőség romlását okozta az almák esetében is, ezáltal csökkentve a termény piaci értékét.

## WEIGHT LOSS TEST FOR GOLDEN DELICIOUS APPLES IN STORAGE

PÉTER KORZENSZKY<sup>1</sup> – SALMA KASSEBÍ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Technology,  
Gödöllő, Hungary

<sup>2</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Doctoral School of  
Mechanical Engineering, Gödöllő, Hungary

### SUMMARY

For human consumption, most consumers prefer healthy, fresh foods with a distinctive color for fruit. The Golden Delicious apple is a prevalent yellow-colored, delicate, sweetish, slightly acidic, crisp-fleshed and juicy, aromatic variety grown in Hungary since 1930. It can be stored for several months under suitable conditions. Like other fruits, apples are subject to stress during their growth and development, harvesting, storage, and transport. Refrigerated storage allows the freshness and integrity of the fruit to be preserved for a long time until the food is marketed through careful management of storage temperature and humidity. In this study, we investigate the effect of three months of refrigerated (+5°C; RH82%) and room temperature (+25°C; RH60%) storage on weight loss of Golden Delicious apples. The results showed that different levels of weight loss occurred in the two groups of apples.

**Keywords:** Golden Delicious apple, quality, weight loss, storage

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmányt a Stipendium Hungaricum Program és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Műszaki Tudományi Doktori Iskolája támogatta.

### IRODALOMJEGYZÉK

*Biolatto, A. -, Vazquez, D.E. -Sancho, A.M. - Carduza, F.J., - Pensei, N.A.* (2005). Effect of commercial conditioning and cold quarantine storage treatments on fruit quality of

‘Rouge La Toma’ grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). *Postharvest Biol. Technol.* 35, 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.08.002>.

*Farkas Cs.- Fenyvesi L.-Petróczki K.* (2019): Multiple linear regression model of Golden apple’s failure characteristics under repeated compressive load, *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences.*; 13(1):793-799. DOI: <https://doi.org/10.5219/1168>

*Farkas, Cs.- Fenyvesi, L.- Petróczki, K.* (2021): Golden Delicious almák és Vilmos körték kifáradási mutatóinak összehasonlítása. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, ISSN 2676 8704, DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2021/2-5-HUN>

*Ghabour R.-Kassebi S.- Korzenszky P.* (2021): Simulation and experiment of Apple fruits in domestic fridge, *Hungarian Agricultural Research: Environmental Management Land Use Biodiversity* 30.; 2: 11-14.

*Harker R.* (2009): Consumer preferences and choice of fruit: the role of avocado quality. *Cit. Umezuruike, L.O., Pankaj, B.P.*, (2014): Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce – A review. *Postharvest Biology and Technology* (2014); 91: 9-24.

*Hussen A.* (2021): Impact of temperature and relative humidity in quality and shelf life of mango fruit. *International Journal of Horticulture and Food Science*; 3(1): 46-50.

*Khorshidi, J.- Tabatabaei, M.- Ahmadi, F.* (2010): Storage Temperature Effects on the Postharvest Quality of Apple (*Malus domestica* Borkh. cv.Red Delicious). *New York Sci. J.*;3: 67–70.

*Korzenszky P.- Adebayo, S.* (2018): Cooling and storing energetic analysis in food technology, In: Géczi, G.; Korzenszky, P. editor. *Researched Risk Factors of Food Chain*. Gödöllő, Hungary; Szent István Egyetemi Kiadó; 131-134.

*Kovač A.- Skendrović M. Babojelić- Pavičić N.- Voća S.- Voća N.- Dobričević N.- Jagatić A. M.- Šindrak Z.* (2010): Influence of harvest time and storage duration on “Cripps Pink” apple cultivar (*Malus × domestica* Borkh) quality parameters, *CyTA - Journal of Food*; Vol. 8; No.1.;1-6,

*Lee S.K.- Kader A.A.* (2000): Preharvest and postharvest factors influencing Vitamin C content of horticultural crops, *Postharvest Biology and Technology*, Volume 20, Issue 3, 207-220.

*Marcilla, A.- Zarzo, M.- del Rio, M.A.* (2006). Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4(4), 336-344.

*Paul D.R.- Clarke R. (2002): Modeling of modified atmosphere packaging based on designs with a membrane and perforations, Journal of Membrane Science 208(1):269-283. DOI: 10.1016/S0376-7388(02)00303-4*

*Tembo, L.- Chiteka, Z.A.- Kadzner, I.- Akinnifesi, F.K.- Tagwira, F. (2008). Storage temperature affects fruit quality attributes of ber (Ziziphus mauritiana Lamk.) in Zimbabwe. Afr. J. Biotechnol. 7, 3092–3099.*

*Zhang, W.- Jiang, H.- Cao, J.- Jiang, W. (2021): Advances in biochemical mechanisms and control technologies to treat chilling injury in postharvest fruits and vegetables. Trends in Food Science & Technology;113: 355-365.*

*Vicente, A.- Manganaris, G.- Sozzis, O.G.- Crisosto, H. C. (2009): Chapter: Nutritional quality of fruits and vegetables. In: Florkowski W.J., Shewfelt R.L., Brueckner B., Prussia S.E., (eds) Postharvest Handling: A Systems Approach. Academic Press, San Diego, CA.2009; 57–106. DOI: 10.13140/2.1.3302.4960*

*A szerzők levélcíme –Address of the authors:*

Dr. Korzenszky Péter Emőd  
Műszaki Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1. (Hungary)  
korzenszky.peter.emod@uni-mate.hu

Salma Kassebi  
Műszaki Intézet, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1. (Hungary)  
kassebi.salma@phd.uni-mate.hu