

ÉLELMISZER HULLADÉKCSÖKKENTÉST CÉLZÓ, ALMA HŰTVE TÁROLÁSI TECHNOLÓGIA VIZSGÁLATA

TESTING OF APPLE COLD STORAGE TECHNOLOGY TO REDUCE FOOD WASTE

FARKAS ANNA – FICZEK GITTA – VERES ANTAL
farkasanna41@gmail.com

Összefoglalás

Az alma megfelelő tárolása a minőség megőrzésének szempontjából kulcsfontosságú mind a fogyasztók, mind az élelmiszeripar hatékonyság szempontjából. A kutatás célja az almatárolás módszereinek, valamint lehetőségeinek feltárása elsősorban különböző tárolási körülmények között a vevők perspektívájából. A cél részletesen megvizsgálni a különböző tárolási körülmények hatását az alma fizikai és kémiai tulajdonságaira, valamint eltarthatóságára vonatkozóan, különös tekintettel a kereskedelmi és az otthoni tárolás közötti különbségekre.

A Golden Delicious almákat kereskedelmi forgalomból vásárolva, a fogyasztói magatartás szimulálva két hőmérsékleten (+5°C és +10°C) tároltuk tovább, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Budai Campusának Gyümölcsstermesztési tanszékén.

A fenntartható élelmiszertermelés és -fogyasztás egyre fontosabb szerepet játszik mindennapjainkban. A megfelelő tárolási módszerek feltárása hozzájárul az élelmiszerpazarlás csökkentéséhez és a fenntarthatóbb élelmiszerfogyasztás előmozdításához, amennyiben a fogyasztók képesek az almát megfelelően tárolni otthon, kevesebb gyümölcs megy veszendőbe.

Az élelmiszerpazarlás során keletkező élelmiszerhulladékokkal a lebomlás során keletkező üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedésén túl a termelés és a szállítás során felhasznált erőforrások pazarlását is jelenti. A megfelelő otthoni tárolási módszerek feltárása elősegíti az alma minőségének megőrzését, és az energiafogyasztás csökkenését, valamint az élelmiszerpazarlás mértékét is redukálja.

Kulcsszavak: Golden Delicious alma, fogyasztói tárolás, fizikai tulajdonságok, eltarthatóság

JEL kód: Q10, Q13, Q19

Abstract

Proper storage of apples in terms of maintaining quality is crucial for both consumers and for the efficiency of the food industry. This research explores Apple storing methods and possibilities, primarily focusing on different storage conditions from the customers' perspective. The aim is to examine the effect of various storage conditions on the physical and chemical properties of apples in detail, and their shelf life, with particular attention to the differences between commercial and home storage.

We bought Golden Delicious apples commercially and stored them at two temperatures (+5°C and +10°C), simulating consumer behaviour, at the Fruit Growing Department of the Buda Campus of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences.

Sustainable food production and consumption are increasingly important in our everyday lives. Exploring appropriate storage methods reduces food waste and promotes more

sustainable food consumption. If consumers can store apples properly at home, less fruit goes to waste.

In addition to increasing greenhouse gas emissions, food waste from food degradation also means wasting resources used in production and transport. Exploring appropriate home storage methods will not only help preserve the quality of apples and reduce energy consumption, but also reduce food waste.

Keywords: *Golden Delicious apples, consumer storage, physical properties, shelf life*

Bevezetés

Az elmúlt néhány évben az élelmiszer-pazarlás kérdése egyre inkább előtérbe került, számos publikáció és cikk mérte fel és tette közzé a fogyasztói háztartásokban keletkező élelmiszer-pazarlást. Magyarországon 4,53 kg/fő/év gyümölcs és zöldség megy veszendőbe. (HOOGE et al., 2017) A gyümölcsök és zöldségek a legromlandóbb élelmiszerek közé tartoznak. A termésveszteségek többsége a betakarítás előtti szakaszban és a betakarított termények kezelése során következik be. A betakarítás utáni hűtés, a megfelelő páratartalom és a megfelelő légköri összetétel elengedhetetlen a frissesség megőrzéséhez a tárolóhelyiségekben és a csomagolásban. (KHORSHIDI et al., 2010, GHABOUR et al., 2021)

A gyümölcsöknek nagyon magas a víztartalmuk, amely más növényi élelmiszerekhez, például a magvakhoz képest viszonylag magas anyagcsere-aktivitást eredményez. Ez az anyagcsere-tevékenység a betakarítás után is folytatódik, ami a legtöbb gyümölcsöt romlandóvá teszi. (ANTALUGU et al., 2004, FICZEK et al., 2011)

Az alacsony hőmérsékleten történő tárolás lelassítja a sejtek anyagcseréjét, ezáltal késlelteti a termés öregedését és növeli a gyümölcsök és zöldségek eltarthatósági idejét. (XIAO et al., 2023) A romlandó élelmiszerekkel, például a hússal ellentétben a gyümölcsök és a zöldségek élő szervezetek, ezért a növénytől való elválasztás után is tovább lélegeznek és párolognak. (ZANG et al., 2021, GÉCZI et al., 2017)

A kereskedelmi folyamat során az alma kis százalékát a betakarítás után értékesítik, míg a termés nagy részét hosszabb ideig tárolják, hogy a fogyasztók számára elérhető maradjon a piacon. (KOVÁČ et al., 2010) A friss almát a kereskedelemben általában 1 évig tárolják. (SHENG et al., 2017) A tárolási időszak alatt a legfontosabb paraméter a minőség megőrzése szempontjából a hőmérséklet, az alacsony hőmérséklet lelassítja a gyümölcsök élettani és biokémiai érési folyamatait a tárolás során, mivel drasztikusan csökkenti a gyümölcs anyagcseréjét, azonban az ideálisnál alacsonyabb hőmérséklet-károsodáshoz vezet, mivel kiegyensúlyozatlan anyagcserét okoz. (WEBER et al., 2012) A biológiai reakciók általában 10°C-onként két-háromszorosára nőnek. (MANGARAJ – GOSWAMI, 2008) A betakarított alma minőségromlásának minimalizálása érdekében az optimális hőmérséklet a legtöbb esetben 0-3 °C között van. (JOHNSTON et al., 2005)

A minőség az élelmiszerek fő jellemzője. (DJEKIC et al., 2019) Az alma fogyasztási minőségének vizsgálata mind érzékszervi, mind fogyasztói szempontból már régóta érdeklődésre tart számot, ennek ellenére néhány tanulmány számol be szigorú kritériumrendszerrel. (KASSEBI et al., 2023, COROLLARO et al., 2014, KASSEBI – KORZENSZKY, 2021) A gyümölcs minősége számos tényezőt foglal magában, többek között a felületi és belső hibákat, a méretet, a színt, a keménységet, az oldható szárazanyagokat és a savasságot, amelyeket számos tényező befolyásol. (NEILSEN – NEILSEN, 2009) A fogyasztók az alma minőségét elsősorban a gyümölcs keménysége, lédúsága és édessége alapján azonosítják. A gyümölcshús puhasága az alacsony minőséget jelzi, valamint az alma tárolásának időtartamát. (JUHNEVICA-RADENKOVA et al., 2014, KORZENSZKY – KASSEBI, 2021, KASSEBI – KORZENSZKY, 2022)

Anyag és módszer

Mérések tárgya és körülményei

A kísérletben a tárolási körülmények hatását a gyümölcs fizikai és kémiai tulajdonságaira vizsgáltuk. A kutatás tárgyaként választott almafajta a Golden Delicious volt, amely kiváló választás a tárolási vizsgálatokhoz, mivel ez az egyik legszelesebb körben termesztett és legnépszerűbb almafajta. A kísérleti anyagot egy helyi termelőtől szereztük be, biztosítva az egységes minőséget és az azonos kiindulási feltételeket.

Az almákat egy ellenőrzött (rH85%-os páratartalom) hűtőházban helyeztük el, ahol két különböző hőmérsékleti körülményt állítottunk be: +5°C és +10°C. A tárolási hőmérsékletek kiválasztásakor figyelembe vettük a fogyasztók otthonaiban tapasztalható tipikus körülményeket, szimulálva a hűtőszekrényben (kb. +5°C) és a hűtőkamrában (kb. +10°C) uralkodó hőmérsékleti viszonyokat. A kísérlet időtartama 10 hét volt, ami elegendő időt biztosított az alma tárolási körülményeinek az eltarthatósági időre és a minőségre gyakorolt hatásának megfigyelésére.

A kísérlet során heti rendszerességgel vettünk mintákat. Minden hét végén minden hőmérsékleti állapotból öt almát választottunk ki, és különböző paraméterek szempontjából vizsgáltuk. A mintavételezés célja volt nyomon követni az alma súlyának, méretének, színének, keménységének, cukortartalmának és savasságának változásait a tárolási idő múlásával. A felsorolt paraméterek rendszeres mérése lehetővé tette, hogy pontos képet kapjunk arról, hogy a tárolási körülmények hogyan befolyásolják az alma minőségét és eltarthatóságát.

A mintavétel során különös gondot fordítottunk arra, hogy a napos és az árnyékos oldalt külön vizsgáljuk, mivel a napfény hatása jelentősen befolyásolhatja az alma érési folyamatát és minőségét. Minden egyes minta esetében feljegyeztük a napos és az árnyékos oldal mért értékeit, hogy átfogóbb és részletesebb képet kapjunk a tárolási körülmények hatásairól.

A súlyvesztés mérése

A súlyvesztés mérése kulcsfontosságú paraméter volt a kísérleti időszak alatt, hiszen közvetlenül jelzi az alma nedvességtartalmának csökkenését, ami befolyásolja a gyümölcs frissességét és eltarthatóságát. A súlyvesztés mérését digitális mérleggel mértük. (1. ábra) (Germany, Hamburg, type KPZ 2-05-4, 0-6kg \pm 0,2g)



1. ábra Digitális precíziós mérleg

A kísérlet elején minden almát megmértünk, és rögzítettük a kezdeti tömegeket, ezt követően minden héten újra megmértük az adott héten mintavételezett almákat, továbbá feljegyeztük a tényleges tömegüket. A súlyveszteség kiszámítása a kezdeti súly (W_{i0}) és az adott héten mért súly (W_{ij}) különbsége, az eredményt arányokban fejeztük ki az összehasonlítás megkönnyítése érdekében.

A súlyveszteséget a következő egyenletekkel számoltuk ki:

$$\Delta W_{ij} = \frac{W_{i0} - W_{ij}}{W_{i0}} \cdot 100, [\%], \quad \Delta W_j = \frac{\sum_{i=1}^5 \Delta W_{ij}}{5}, [\%] \quad (1)$$

ahol

ΔW_{ij} – az i-edik alma súlycsökkenése a j-edik héten a nulladik héthez képest [%];

W_{ij} – az i-edik alma súlya a j-edik héten [g];

ΔW_j – az átlagos súlycsökkenés minden héten [%];

Gyümölcshús keménység változása

Az alma tárolási körülményeinek optimalizálása kulcsfontosságú a gyümölcs frissességének és minőségének hosszabb ideig történő megőrzéséhez. Az egyik legfontosabb minőségi mutató az alma húsának keménysége, amely közvetlen hatással van a gyümölcs fogyaszthatóságára, valamint piaci értékére. A mérések célja annak a hőmérsékletnek a meghatározása, amely kedvezőbb az alma keménységének megőrzése szempontjából, továbbá a kapott eredmények alapján hatékonyabb otthoni tárolási módszer.

A gyümölcshús keménységet a TA-RT-KIT alaplapon lévő Brookfield CT3 textúraelemző készülékkel határoztuk meg, TA 9 tűs mérőtestet használva. (2. ábra) A mérési adatok értékeléséhez (vizsgálat típusa: TPA, céltípus: távolság, kioldó terhelés: 6,8 g, vizsgálati sebesség: 5 mm/s, célérték: 5,0 mm (FICZEK et al., 2011) és az eredmények értelmezéséhez TexturePro CT V1.2 Build 9 szoftvert használtunk.



2. ábra Texture Analyzer CT3

A gyümölcshús keménység (FF) változását a következő egyenlet segítségével számítottuk ki:

$$FF_j = \frac{\sum_{i=1}^5 FF_{ij}}{5} [\text{g}], \Delta FF_j = \frac{FF_j}{FF_0}, [\%] \quad (2)$$

ahol,

FF_j – a gyümölcshús keménység átlagos változása a j. héten a 0. hét adataihoz képest; [-]

ΔFF_j – az átlagos gyümölcshús keménység a j. héten; [-]

FF_j – az i-edik alma gyümölcshús keménysége a j. héten; [g]

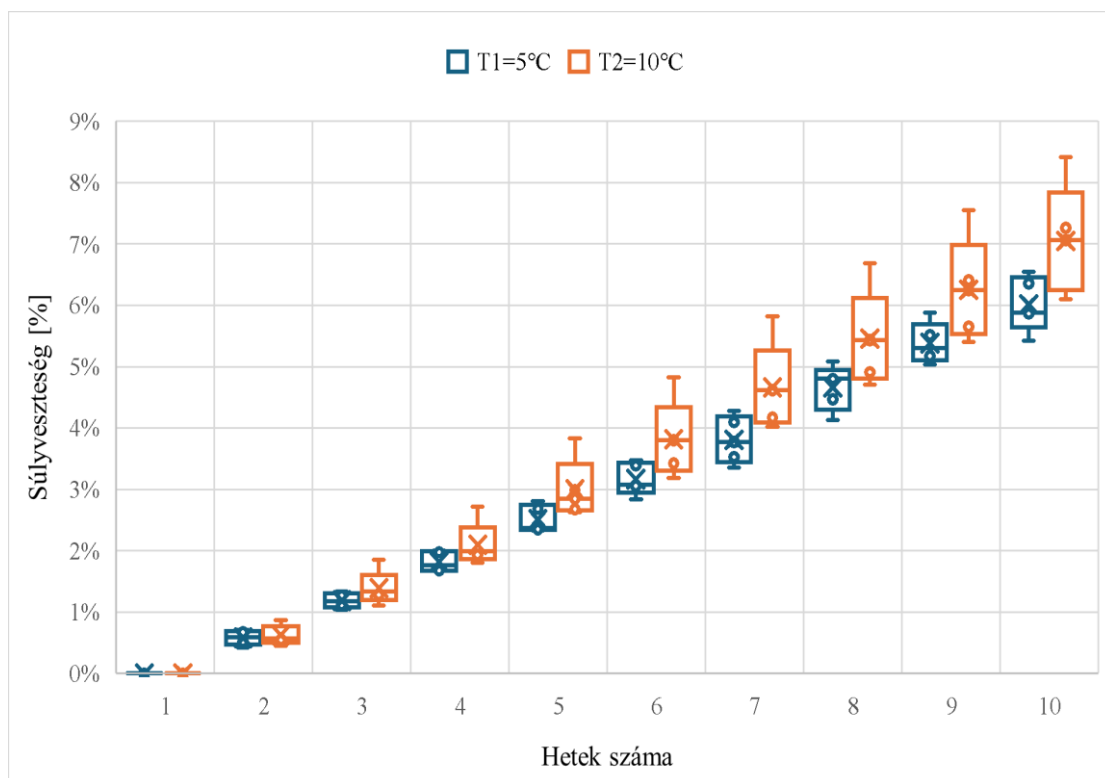
FF_0 – az átlagos gyümölcshús keménység a 0. héten; [-]

Ez a képlet lehetővé tette számunkra, hogy hetente nyomon kövessünk az egyes almák gyümölcshús keménységében bekövetkező változásokat, valamint összehasonlítsuk a különböző tárolási hőmérsékletek hatását.

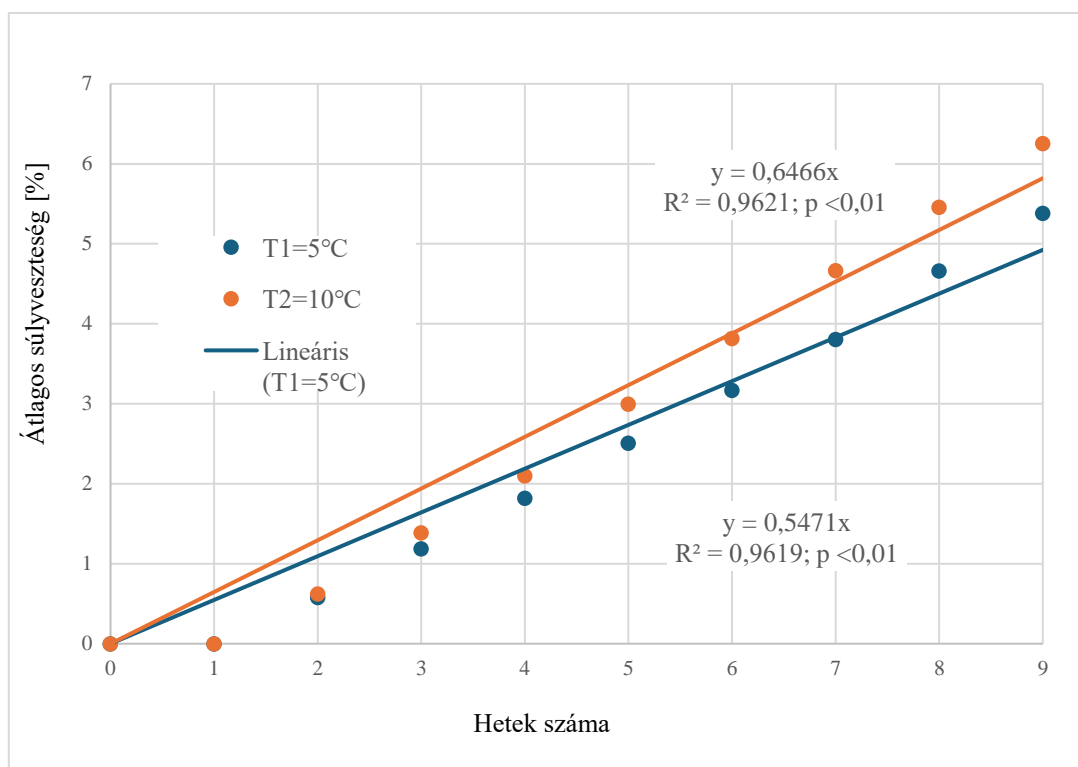
Eredmények

Súlycsökkentés

Az alma tárolás közbeni súlyvesztése a gyümölcs minőségromlásának fontos mutatója. A 3. ábra az átlagos súlyvesztést mutatja két különböző tárolási hőmérsékleten (+5°C és +10°C) a kísérlet 10 hete alatt (rH85%).



3. ábra Az almagyümölcsök tárolási ideje alatt bekövetkezett súlyvesztés



4. ábra Az almagyümölcsök súlyvesztése a tárolás során

Lineáris regresszió alapján, az alacsonyabb hőmérsékleten (+5°C) tárolt alma átlagos heti súlyvesztése $y = 0,547x$, ahol az $R^2 = 0,9621$; $p < 0,01$. Az eredmény szerint erős lineáris kapcsolat áll fenn a tárolási idő és az átlagos heti súlyvesztés között.

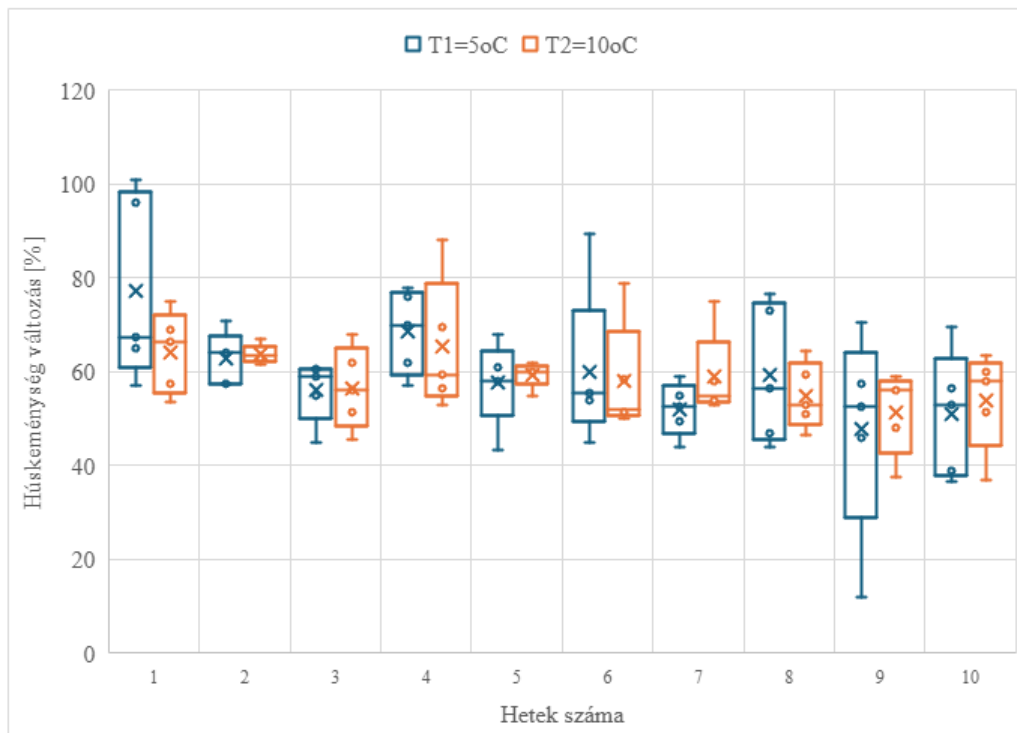
Lineáris regresszió alapján, a magasabb hőmérsékleten (+10°C) tárolt alma átlagos heti súlyvesztése $y = 0,646x$, ahol az $R^2 = 0,9619$; $p < 0,01$. Az eredmény szerint szintén erős lineáris kapcsolat áll fenn a tárolási idő és az átlagos heti súlyvesztés között.

Az alma súlyvesztése elsősorban a tárolás során a párologás és a légzés révén bekövetkező nedvességvesztés miatt következik be. A magasabb hőmérsékleten tárolt almák esetében gyorsabban bekövetkező súlyvesztés figyelhető meg, ebből következtethető a magasabb hőmérsékleten tárolt almák nedvességvesztése, valamint párologtatása gyorsabban megy végbe.

Az R^2 érték mindkét hőmérsékletcsoport esetében közel 1, ami erős lineáris kapcsolatot jelez a tárolási idő és a tömegvesztés között. A kapott eredmények megerősítik, hogy az alacsonyabb hőmérséklet (+5 °C) hatékonyabban csökkenti az alma súlyvesztését, ezért az alma hosszabb távú tárolásához ezt a hőmérsékletet ajánlott választani. A gyorsabb súlyvesztés +10°C-on rövidebb eltarthatóságot eredményez, ami negatívan befolyásolja a gyümölcs piaci értékét és fogyaszthatóságát.

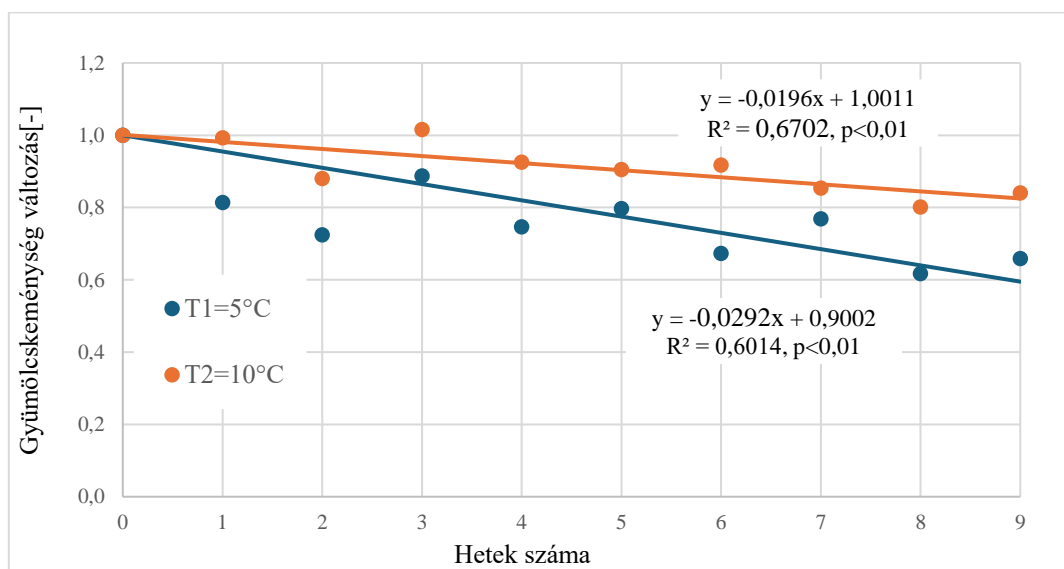
A gyümölcshús keménység változása

Az alábbi ábra (5. ábra) illusztrálja a tárolás során bekövetkezett gyümölcshús keménység változását, boxplot alkalmazásával.



5. ábra Az almák tárolási ideje alatt bekövetkezett gyümölcshús keménység változása

Mindkét tárolási hőmérsékleten a gyümölcshús keménység a tárolási idő során csökkent, azonban a két különböző tárolási körülmény között jelentős mértékű különbségek figyelhetők meg. A kutatás eredményeit az alábbi diagram mutatja.



6. ábra Az alma gyümölcshús keménységének csökkenése a tárolás során

Lineáris regresszió alapján, az alacsonyabb hőmérsékleten (+5°C) tárolt alma átlagos heti gyümölcshús keménység változása $y = -0,0453x + 1$, ahol az $R^2 = 0,6104$; $p < 0,01$. (6. ábra)

Lineáris regresszió alapján, magasabb hőmérsékleten (+10°C) tárolt alma átlagos heti súlyvesztesége $y = -0,0194x + 1$, ahol az $R^2 = 0,6702$; $p < 0,01$. (6. ábra)

A fenti elemzések (5. és 6. ábra) alapján, az alacsonyabb hőmérsékleten (+5 °C) tárolt almák gyümölcshús keménysége lassabban csökkent, mint a magasabb hőmérsékleten (+10°C) tárolt almáké.

Az R^2 értékek közepes lineáris kapcsolatot jeleznek a gyümölcshús keménység változása, valamint a tárolási idő között.

A lineáris regresszió (6. ábra) alapján a tárolási idő és a gyümölcshús keménység csökkenése között van összefüggés, azonban más tényezők is szerepet játszhatnak az alma gyümölcshús keménységének befolyásolásában a tárolás során.

A kapott eredmények, valamint az R^2 -értékek alapján további részletes elemzésekre és kísérletekre van szükség a tárolási hőmérséklet és a gyümölcshús keménysége közötti kapcsolat, továbbá az egyéb befolyásoló tényezők teljes megértéséhez. Ennek következtében az eredmények pontosabb értékeléséhez, illetve megerősítéséhez további statisztikai vizsgálatokra, például varianciaanalízisre (ANOVA) és post-hoc tesztekre van szükség.

Következtetések

Az alma súlyvesztesége, amely a nedvességvesztés miatt következik be, közvetlenül befolyásolja a gyümölcs megjelenését, frissességét és eladhatóságát. A fogyasztók a nedvességvesztést a minőségromlással azonosítják, amely az adott alma kidobásához, azaz élelmiszerpazarláshoz vezethet. Az alma nedvességpárolgás miatti felesleges fogyasztói hulladéktermelés környezetvédelmi szempontból nagymértékben hozzájárul az élelmiszerpazarláshoz, amely súlyos környezeti következményeket hoz magával.

Az alma gyümölcshús keménysége mind a fogyasztói preferenciát, mind az eltarthatóságát befolyásolja, ahogy az alma a tárolási idő során öregszik természetes módon veszít keménységéből, amely szintén a háztartásokban keletkezett hulladék mennyiségének növekedéséhez vezethet.

Az üvegháztartású gázok létrejöttében fontos szerepet játszanak az élelmiszer-hulladékok, köztük a kidobott gyümölcsök is. A lebomlástól túl a termesztés és szállítás közben felhasznált erőforrások (víz, energia, föld) pazarlását is jelentik. A megfelelői otthoni tárolási módszerek tanulmányozása nem csak az alma minőségét őrzi meg, hanem hozzájárulnak az élelmiszerpazarlás és az energiafogyasztás csökkentéséhez is, igazodva a fenntartható élelmiszertermelés globális céljaihoz.

A kutatás célja az alma, különösen a Golden Delicious alma eltarthatóságát befolyásoló tényezők vizsgálata különböző tárolási körülmények között. Szigorú kísérletezéssel és mérésekkel jelentős eredményeket kaptunk a súlyveszteség és a gyümölcshús keménység változása tekintetében +5°C-on és +10°C-on 10 hét alatt. Az eredmények alapján a +5°C-on tárolt alma lassabban veszített súlyából és gyümölcshús keménységéből, mint a +10°C-on tárolt alma. A lineáris regresszióelemzés a súlyveszteségre vonatkozóan magas R^2 értékeket mutatott, ami azt jelzi, hogy a tárolási idő, illetve a súlyveszteség között szoros összefüggés van, emellett az alacsonyabb hőmérséklet hatékonyabban minimalizálja ezeket a veszteségeket. A gyümölcshús keménységre vonatkozó R^2 értéke közepes lineáris kapcsolatra utal, azonban további statisztikai vizsgálatokra van szükség az eredmények megerősítéséhez. Ezek az eredmények fontosak a fogyasztói tárolási módszerek javításának és az energiafogyasztás optimalizálásának szempontjából, hozzájárulva a körforgásos gazdaság fenntarthatósági céljaihoz.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal 2021. évi Tematikus Kiválósági Programjának „A körforgásos gazdaság megvalósíthatósága a honvédelmi tevékenység során” című, TKP2021-NVA-22 számú projektje támogatta a Körforgásos Gazdaságelemző Központ vezetésével.

Hivatkozott források

- ANTALUGU, G. - NISHIYAMA, Y. - KOIDE, S. (2004): Electrode Configuration and Polarity Effects on Phytochemical Properties of Electric Field Treated Apples Post Harvest, *Biosystem Engineering*, 88(3), 313-323. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.11.011>
- COROLLARO, L. M. - GASPER, F. - GRAPPADELLI, C. L. (2014): An overview of sensory quality of apple fruit, *Journal of the American Pomological Society*, 68(3), 141-157.
- DJEKIC, I. - RADIVOJEVIC, D. - MILIVOJEVIC, J. (2019): Quality perception throughout the apple fruit chain, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 3106–3118.
- FICZEK, G. - STÉGER-MÁTÉ, M. - TÓTH, M. (2011): Changing of texture and pectin content of Hungarian bred apple genotypes during the storage. In E. Dermensonluogle, E. Gogou, V. Giannou, & J. Tziguonakis (Szerk.), *Food Process Engineering in a Changing World: International Congress on Engineering and Food, ICEF11*, 3, old.: 1115-1117.
- GÉCZI, G. - KORZENSZKY, P. - SZAKMÁR, K. (2017): Cold chain interruption by consumer significantly reduces shelf life of vacuum-packed pork ham slices, *ACTA ALIMENTARIA: An International Journal of Food Science*, 46(4), 508-516. <https://doi.org/10.1556/066.2017.46.4.14>
- 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: 2pp., 11-14.
- HOOGE, I. E. - OOSTINDJER, M. - ASCHEMANN-WITZEL, J. - NORMANN, A. - LOOSE, S. M., ALMLI, V.L. (2017): This apple is too ugly for me!: Consumer preferences for suboptimal food products in the supermarket and at home, *Food Quality and Preference*, 56, 80-92. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.09.012>
- JOHNSTON, W. J. - HEWETT, W. E. - HERTOOG, M. (2005): Apple (*Malus domestica*) softening in the postharvest coolchain: effects of delayed cooling and shelf-life temperatures, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(3), 283-292. <https://doi.org/10.1080/01140671.2005.9514361>
- JUHNEVICA-RADENKOVA, K. - SKUDRA, L. - SKRIVELE, M. - RADENKOV, V. - SEGLINA, D. (2014): IMPACT OF THE DEGREE OF MATURITY ON APPLE QUALITY DURING THE SHELF LIFE, In 9. B. Well-Being” (Ed.), *FOODBALT*. 161-166.
- KHORSHIDI, J. - TABATABAEI, F. M. - AHMADI M. F. (2010): Storage Temperature Effects on the Postharvest Quality of Apple (*Malus domestica* Borkh. cv. Red Delicious), *New York Science Journal*, (3), 67-70.
- KASSEBI, S. - KORZENSZKY, P. (2021): The effect of post-harvest storage on the weight of Golden Delicious apples, *Science Technology and Innovation*, 12, 7-11. <http://dx.doi.org/10.5604/01.3001.0015.5265>
- KASSEBI, S. - KORZENSZKY, P. (2022): The influence of storage temperature on the weight of golden delicious apples, *Hungarian Agricultural Engineering*, 41, 5-10. <https://doi.org/10.17676/HAE.2022.41.5>
- KASSEBI, S. - FARKAS, CS. - SZÉKELY, L. - GÉCZY A. - KORZENSZKY, P. (2023): Late Shelf Life Saturation of Golden Delicious Apple Parameters: TSS, Weight, and Colorimetry, *Applied Sciences-Basel*, 13, 159. <https://doi.org/10.3390/app13010159>

- KORZENSZKY, P. - KASSEBI, S. (2021): A tömegcsökkenés vizsgálata Golden Delicious alma tárolása esetén, *ACTA Agromnomica Óváriensis*, 62(1), 128-139.
- KOVAČ, A. - BABOJELIĆ, S. M. - PAVIČIĆ, N. - VOĆA, S. - VOĆA, N. - DOBRIČEVIĆ, N. - JAGATIĆ, A. M. (2010): Influence of harvest time and storage duration on “Cripps Pink” apple cultivar (*Malus × domestica* Borkh) quality parameters, *CYTA - Journal of Food*, 8(1), 1-6. <https://doi.org/10.1080/11358120902989632>
- MANGARAJ, S. - GOSWAMI, K. T. (2008): Respiration Rate Modelling of Royal Delicious Apple at Different Storage Temperatures, *Global Science Books, Fresh Produce*, 2, 72-80.
- NEILSEN, D. - NEILSEN, G. (2009): Nutritional Effects on Fruit Quality for Apple Trees, *Cornell In-depth Fruit School on Mineral Nutrition, New York Fruit Quarterly*, 17(3), 21-24.
- DJEKIC, I. - RADIVOJEVIC, D. I. - MILIVOJECIC, J. (2019): Quality perception throughout the apple fruit chain, *Journal of Measurement and Characterization*, (13), 3106-3118. <https://doi.org/10.1007/s11694-019-00233-1>
- SHENG, L. - EDWARDS, K. - TSA, C. H. - HANRAHAN, I. - ZHU, -J. M. (2017): Fate of *Listeria monocytogenes* on Fresh Apples under Different Storage Temperatures. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01396>
- WEBER, A. - BRACKMANN, A. - THEWES, F. R. - BOTH, V. - ANESE, R. D. - SCHORR, M. R. (2012): Relative humidity and its interaction with the storage temperature of ‘Gala’ apples, *Ciência Rural*, 42(12), 2159-2165. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33124575001>
- XIAO, L. - JIANG, X. - XU, K. - DUAN, X. - WAN, K. - TANG, X. (2023): Study on Characteristics and Lignification Mechanism of Postharvest Banana Fruit during Chilling Injury, *Foods*, 12(5), 1097. <https://doi.org/10.3390/foods12051097>
- ZANG, 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. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.009>

Szerzők

Farkas Anna

MSc hallgató

Műszaki menedzser MSc. szak,

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

farkasanna41@gmail.com

Dr. Ficzek Gitta

egyetemi docens

Kertészettudományi Intézet, Gyümölcsstermesztési Tanszék,

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Ficzek.Gitta@uni-mate.hu

Dr. Veres Antal

egyetemi docens

Matematika és Természettudományi Alapok Intézet, Matematika és Modellezési Tanszék

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

Veres.Antal@uni-mate.hu

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

